

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Evaluación de la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la Ciudad de Abancay
- Apurímac 2023

Presentado por:

Yoberth Joel Islachín Avendaño

Para optar el Título de Ingeniero Civil

Abancay, Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES
ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN
ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY -
APURÍMAC 2023”**

Presentado por **Yoberth Joel Islachín Avendaño**, para optar el Título de:
INGENIERO CIVIL

Sustentado y aprobado el 12 de abril del 2024, ante el jurado evaluador:

Presidente:



Ing. Darwin Duhamel Doayza Encalada

Primer Miembro:



Mtro. Feliciano Escobedo Silva

Segundo Miembro:



Mtro. Percy Leónidas Cortez Miranda

Asesor:



Mag. Darío Dante Sánchez Castillo

Agradecimiento

A mi padre, Paulino Islachín Quispe, aunque ya no esté físicamente con conmigo, su influencia perdura y sigue guiando mis pasos. A mi madre, Alejandrina Avendaño Arenas, su aliento, orientación y ejemplo han sido fundamentales en mi formación y desarrollo como persona, gracias por ser mi roca y mi guía en esta travesía.

Además, deseo extender mi gratitud a mi asesor Darío Sánchez Castillo, a mis docentes y amigos, quienes han brindado su apoyo para hacer posible la concreción de este importante proyecto.



Dedicatoria

Con cariño, dedico este proyecto de manera especial a mis amados padres Paulino Islachín y Alejandrina Avendaño, a ustedes les debo todo lo que soy y todo lo que llegaré a ser.

A mis hermanos, compañeros de vida y confidentes en cada etapa, Edison, Dianet y Cristofer, quienes han sido mi fuente de inspiración, su apoyo y aliento constante han sido fundamentales en cada paso que he dado.

A mi amada pareja Yesica y mi hijo Ander Rodrigo, por creer en mí, por motivarme a perseguir mis sueños, que este trabajo sea un testimonio de mi profundo amor por ustedes y un legado de dedicación y esfuerzo para construir juntos un futuro brillante.



“Evaluación de la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la Ciudad de Abancay - Apurímac 2023”

Línea de investigación: Ingeniería de la construcción

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
CAPÍTULO I.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Descripción del problema.....	4
1.2 Enunciado del Problema.....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3 Justificación de la investigación.....	5
CAPÍTULO II.....	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	7
2.1 Objetivos de la investigación.....	7
2.1.1 Objetivo general.....	7
2.1.2 Objetivos específicos.....	7
2.2 Hipótesis de la investigación.....	7
2.2.1 Hipótesis general.....	7
2.2.2 Hipótesis específicas.....	8
2.3 Operacionalización de variables.....	8
CAPÍTULO III.....	9
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	9
3.1 Antecedentes.....	9
3.1.1 A nivel internacional.....	9
3.1.2 A nivel nacional.....	10
3.1.3 A nivel local.....	11
3.2 Marco teórico.....	12
3.2.1 El concreto.....	12
3.2.2 Calidad del concreto.....	18
3.2.3 Resistencia a la compresión del concreto.....	21
3.2.4 Ensayos de aceptación del concreto.....	28
3.2.5 Construcción de viviendas sin asesoramiento técnico.....	36
3.3 Marco conceptual.....	37
CAPÍTULO IV.....	39
METODOLOGÍA.....	39
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	39
4.2 Diseño de la investigación.....	39
4.3 Población y muestra.....	39
4.3.1 Población.....	39
4.3.2 Muestra.....	40



4.4	Procedimiento.....	41
4.4.1	Etapas del procedimiento	41
4.4.2	Identificación de la construcción.....	42
4.4.3	Ensayo de asentamiento del concreto.....	43
4.4.4	Ensayo de temperatura del concreto.....	45
4.4.5	Ensayo para la elaboración de probetas de concreto.....	47
4.4.6	Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	50
4.5	Técnica e instrumentos.....	53
4.5.1	Técnica	53
4.5.2	Instrumentos	53
4.6	Análisis estadístico.....	53
4.6.1	Media muestral	54
4.6.2	Desviación estándar muestral.....	55
4.6.3	Coeficiente de variación.....	55
4.6.4	Distribución normal.....	56
4.6.5	Probabilidad de ocurrencia.....	57
4.6.6	Prueba de normalidad de los datos de temperatura del concreto fresco.....	57
4.6.7	Prueba de normalidad de los datos de asentamiento del concreto	58
4.6.8	Prueba de normalidad de los datos de resistencia en compresión del concreto	59
CAPÍTULO V		61
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		61
5.1	Análisis de resultados.....	61
5.1.1	Temperatura del concreto fresco	61
5.1.2	Asentamiento del concreto (Slump).....	63
5.1.3	Resistencia a la compresión del concreto.....	65
5.1.4	Correlación entre temperatura y resistencia a la compresión del concreto	69
5.1.5	Correlación entre asentamiento y resistencia a la compresión del concreto	70
5.1.6	Correlación temperatura y asentamiento del concreto fresco	71
5.2	Contrastación de hipótesis.....	74
5.2.1	Hipótesis general	74
5.2.2	Hipótesis específica 1	75
5.2.3	Hipótesis específica 2.....	76
5.2.4	Hipótesis específica 3	77
5.3	Discusión.....	78
CAPÍTULO VI		80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		80
6.1	Conclusiones.....	80
6.2	Recomendaciones	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		82
ANEXOS		87

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Operacionalización de variables de la investigación.....	8
Tabla 2 — Composición mineral del cemento.....	12
Tabla 3 — Cemento Portland convencionales	13
Tabla 4 — Granulometría típica del agregado fino.....	14
Tabla 5 — Consistencia del concreto.....	17
Tabla 6 — Resistencias límite para $f'c$	22
Tabla 7 — Recomendaciones ACI para el asentamiento del concreto	32
Tabla 8 — Diámetro del molde de especímenes.....	32
Tabla 9 — Requisitos de la barra compactadora.....	33
Tabla 10 — Tolerancia permisible para la rotura de probetas	36
Tabla 11 — Relación de construcciones de edificaciones	40
Tabla 12 — Prueba de normalidad para la temperatura del concreto	58
Tabla 13 — Prueba de normalidad para el asentamiento del concreto	59
Tabla 14 — Prueba de normalidad de resistencia a la compresión del concreto	60
Tabla 15 — Datos de temperatura del concreto fresco	61
Tabla 16 — Estadísticos descriptivos de la temperatura del concreto	61
Tabla 17 — Asentamiento del concreto.....	63
Tabla 18 — Estadísticos descriptivos del asentamiento del concreto.....	63
Tabla 19 — Resistencia a la compresión del concreto.....	65
Tabla 20 — Estadísticos descriptivos de la resistencia a la compresión del concreto	68
Tabla 21 — Distribución de frecuencias de la resistencia a la compresión del concreto	68
Tabla 22 — Resultados obtenidos de la ficha de datos en campo	72
Tabla 23 — Dosificación del concreto en campo	73
Tabla 24 — Matriz de consistencia.....	88



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Procedimiento para el ensayo de asentamiento	31
Figura 2 — Ubicación geográfica del proyecto	40
Figura 3 — Diagrama del procedimiento de la investigación.....	41
Figura 4 — Elaboración del concreto con herramientas manuales	42
Figura 5 — Medidas del Cono de Abrams.....	43
Figura 6 — Herramientas para el ensayo de asentamiento	44
Figura 7 — Ensayo del asentamiento del concreto con el cono de Abrams	45
Figura 8 — Termómetro digital modelo WT-1	45
Figura 9 — Vivienda 01. Ensayo de temperatura del concreto.....	46
Figura 10 — Molde cilíndrico para la elaboración de briquetas.....	47
Figura 11 — Herramientas para la elaboración de briquetas	48
Figura 12 — Elaboración de probetas de concreto.	49
Figura 13 — Curado de briquetas de concreto en laboratorio	50
Figura 14 — Prensa para ensayos de compresión del concreto en laboratorio.....	51
Figura 15 — Almohadilla de neopreno para el refrentado.....	51
Figura 16 — Resistencia en compresión del concreto en laboratorio.....	52
Figura 17 — Probabilidad de ocurrencia a distintas desviaciones estándar.....	57
Figura 18 — Temperatura del concreto fresco.....	62
Figura 19 — Asentamiento del concreto fresco.....	64
Figura 20 — Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	66
Figura 21 — Carta de control estadístico de la calidad del concreto	67
Figura 22 — Resistencia a la compresión del concreto	68
Figura 23 — Diagrama de dispersión (Temperatura vs Resistencia).....	69
Figura 24 — Correlación de Pearson Temperatura vs Resistencia	69
Figura 25 — Diagrama de dispersión (Asentamiento vs Resistencia).....	70
Figura 26 — Correlación de Pearson Asentamiento vs Resistencia	70
Figura 27 — Diagrama de dispersión (Temperatura vs Asentamiento).....	71
Figura 28 — Correlación de Pearson Temperatura vs Asentamiento	71
Figura 29 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 01, 02 y 03 .	89
Figura 30 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 04, 05 y 06 .	90
Figura 31 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 07, 08 y 09 .	91

Figura 32 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 10, 11 y 12.	92
Figura 33 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 13, 14 y 15.	93
Figura 34 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 16, 17 y 18.	94
Figura 35 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 19, 20 y 21.	95
Figura 36 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 22, 23 y 24.	96
Figura 37 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 25, 26 y 27.	97
Figura 38 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 28, 29 y 30.	98
Figura 39 — Certificado de calibración de equipos de laboratorio	99
Figura 40 — Certificado de calibración de equipos de laboratorio	100
Figura 41 — Certificado de calibración de equipos de laboratorio	101
Figura 42 — Ficha técnica del termómetro digital WT-1 ELITECH	102
Figura 43 — Ficha de recolección de datos	103
Figura 44 — Validez del instrumento de evaluación a través de juicio de expertos	104
Figura 45 — Ensayo a la compresión del concreto con verificación del asesor de tesis	105
Figura 46 — Elaboración de briquetas de concreto	105
Figura 47 — Elaboración del concreto y vaciado de losa aligerada	106
Figura 48 — Ensayo de asentamiento del concreto	106
Figura 49 — Elaboración de probetas de concreto	107
Figura 50 — Ensayo del asentamiento del concreto	107
Figura 51 — Elaboración de probetas de concreto	108
Figura 52 — Ensayo del asentamiento del concreto	108
Figura 53 — Elaboración de probetas de concreto	109
Figura 54 — Ensayo del asentamiento del concreto	109



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la ciudad de Abancay ha experimentado un notable aumento demográfico que ha impulsado la construcción de viviendas. Sin embargo, una parte significativa de estas construcciones elabora el concreto de manera tradicional, basándose en conocimientos empíricos, sin tener en cuenta las normas nacionales de control de calidad, como la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. Este método de elaboración del concreto, genera incertidumbre sobre la calidad final del material utilizado en los elementos estructurales, especialmente en términos de resistencia a la compresión, lo que representa un riesgo potencial para los habitantes de dichas edificaciones.

La calidad del concreto en la construcción de viviendas es esencial para garantizar la resistencia estructural, durabilidad y la seguridad de las personas que la habitan. Cuando el concreto estructural es de buena calidad, se asegura que la vivienda sea segura, duradera y cumpla con las normas técnicas, brindando a los ocupantes un ambiente habitable y protegido. Dado que el concreto es un tipo especial de material de construcción, no podemos pasar por alto su calidad en ningún aspecto. En vista de ello, es importante evaluar la calidad del concreto que se elabora para la construcción de viviendas y tomar las medidas oportunas.

La presente tesis tiene como objetivo evaluar la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac; se determinará la temperatura y consistencia del concreto en su estado fresco, además se obtendrá la resistencia final del concreto a los 28 días de su elaboración mediante pruebas de resistencia a la compresión en laboratorio.

En el capítulo I, se da a conocer el planteamiento general del problema, así como la justificación de la investigación. En el capítulo II, se definió como objetivo de la investigación evaluar la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay. En el capítulo III, se ha explorado los conceptos teóricos fundamentales que resultan esenciales para comprender las etapas y consideraciones relevantes de la presente investigación. En el capítulo IV, se ha detallado y explicado la metodología utilizada en la presente investigación. En el capítulo V, se tienen los resultados y las discusiones. Finalmente, en el capítulo VI, se indican las conclusiones y recomendaciones de la investigación.



RESUMEN

La presente investigación, tiene como objetivo principal evaluar la calidad del concreto elaborado para los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac. Para llevar a cabo esta investigación, se identificaron construcciones de edificaciones y se evaluaron aspectos importantes de la calidad, como la temperatura y la consistencia del concreto en estado fresco, así como la resistencia a la compresión del concreto en su estado endurecido a los 28 días de su elaboración, utilizando la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. En cuanto a la metodología, la investigación es de tipo aplicada, con un nivel descriptivo y un diseño de investigación no experimental. Los resultados muestran que la temperatura del concreto varía desde 22.80°C hasta 28.80°C y tiene un promedio de 26.53°C, estos resultados son aceptables respecto a la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado que indica una temperatura máxima de 32°C. Respecto a la consistencia del concreto, se obtuvo un asentamiento promedio de 6.43 pulgadas, indicativo de un concreto de consistencia fluida. Asimismo, la resistencia a la compresión del concreto alcanzó un promedio de 201.79 kg/cm² y el 77% de las edificaciones evaluadas presentan una resistencia a la compresión del concreto menor a 210 kg/cm². En conclusión, la calidad del concreto evaluado en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, no cumple con lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, Capítulo 5.

Palabras clave: *Calidad del concreto, resistencia a la compresión del concreto, elementos estructurales, temperatura del concreto, consistencia del concreto.*



ABSTRACT

The present research aims to evaluate the quality of concrete used for the main structural elements of buildings constructed without professional technical guidance in the city of Abancay, Apurímac. To conduct this investigation, building constructions were identified and important quality aspects were evaluated, such as the temperature and consistency of fresh concrete, as well as the compressive strength of hardened concrete at 28 days post-formation, using the Technical Standard of Building E.060 Reinforced Concrete. Regarding the methodology, the research is of an applied nature, with a descriptive level and a non-experimental research design. The results show that the concrete temperature varies from 22.80°C to 28.80°C, with an average of 26.53°C, which is acceptable according to the Technical Standard of Building E.060 Reinforced Concrete, specifying a maximum temperature of 32°C. Regarding concrete consistency, an average settlement of 6.43 inches was obtained, indicative of a fluid-consistency concrete. Additionally, the compressive strength of the concrete averaged 201.79 kg/cm², with 77% of the evaluated buildings exhibiting a compressive strength below 210 kg/cm². In conclusion, the quality of concrete assessed in the main structural elements of buildings constructed without professional technical guidance in Abancay does not meet the requirements stipulated in Chapter 5 of the Technical Standard of Building E.060 Reinforced Concrete.

Keywords: *Concrete quality, compressive strength of concrete, structural elements, concrete temperature, concrete consistency.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El 55% de la población mundial reside en países en vías de desarrollo, donde gran parte de las viviendas carecen de planificación y asesoramiento técnico, dando lugar a asentamientos informales con problemas asociados. Estas construcciones a menudo no cumplen con los códigos de construcción y normas de seguridad, lo que las hace vulnerables a desastres naturales como terremotos, inundaciones y deslizamientos de tierra (VICENTE, 2023).

La confluencia de amenazas naturales y vulnerabilidades urbanas es el factor determinante de los desastres que azotan a las ciudades latinoamericanas, definiendo el nivel de riesgo. Los terremotos pueden ocasionar daños significativos en infraestructura crítica como hospitales, centros educativos, vías de comunicación y edificaciones gubernamentales y comerciales, el impacto más devastador suele presentarse en las viviendas de las poblaciones más vulnerables y desfavorecidas. Estas viviendas, construidas con materiales precarios y sin seguir normas técnicas, son sumamente frágiles y propensas a sufrir graves daños ante la ocurrencia de fenómenos naturales intensos (GENATIOS, 2016).

En el Perú, numerosas personas que construyen sus propias viviendas carecen de un conocimiento detallado sobre aspectos técnicos, estructurales y de calidad de los materiales utilizados (PERÚ21, 2023). Según el Censo de 2017, alrededor de 4 millones 341 mil 444 viviendas (56,4%) en todo el país tienen principalmente ladrillos, bloques de cemento, piedra o sillar con cal o cemento en sus paredes exteriores. En comparación con el año 2007, los mayores aumentos, de viviendas con material noble en paredes exteriores, se observan en Apurímac con un 190,1% (16,529 viviendas), seguido de Madre de Dios con un 148,6% (12,797 viviendas) y Huancavelica con un 117,4% (7,054 viviendas) (INEI, 2018).

Según el análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Abancay, ante un sismo de magnitud IX, la mayoría de las viviendas (52%) sufrirían daños fuertes, una proporción importante (23%) daños considerables, y una pequeña parte (2%) colapsaría por completo (HUASHUA y SÁNCHEZ, 2017).



En la ciudad de Abancay, muchas viviendas son construidas sin la intervención técnico profesional para el control de la calidad del concreto. En estos casos, el concreto utilizado para los elementos estructurales suele prepararse de manera tradicional, con conocimientos empíricos, lo que genera incertidumbre respecto a la calidad del concreto en elementos estructurales. Esto representa un riesgo para la seguridad de las edificaciones ante solicitaciones sísmicas.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, en la ciudad de Abancay, Apurímac?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la temperatura del concreto fresco en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, en la ciudad de Abancay, Apurímac?
- ¿Cuál es la consistencia del concreto fresco en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, en la ciudad de Abancay, Apurímac?
- ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, en la ciudad de Abancay, Apurímac?

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación práctica

El control de calidad del concreto en las construcciones de viviendas en la ciudad de Abancay es fundamental para garantizar la seguridad, durabilidad y habitabilidad de las estructuras. La falta de garantía de calidad en el concreto elaborado por los trabajadores y el maestro de obra puede resultar en edificaciones propensas a fallos estructurales y problemas de seguridad para los ocupantes. Por lo tanto, la investigación es necesario para identificar y corregir posibles deficiencias en su calidad durante el proceso de construcción.



1.3.2 Justificación teórica

Existe la necesidad de comprender las propiedades del concreto fresco, en el contexto particular de viviendas construidas sin asistencia técnica. Esta comprensión resulta imperativa debido a las repercusiones directas que estas propiedades tienen en la calidad del concreto y, por ende, en la seguridad y durabilidad de las estructuras edificadas.

Desde un enfoque teórico, este estudio contribuirá al cuerpo de conocimientos existentes al abordar una brecha en la evaluación de la calidad del concreto en el contexto específico mencionado. Al emplear metodologías básicas de ingeniería y establecer un marco para evaluar dicha calidad, se busca sentar una base sólida para futuras investigaciones en este ámbito.

1.3.3 Justificación económica

Mejorar la calidad del concreto en las fases iniciales de construcción tiene un efecto positivo en la economía a largo plazo. Al reducir la necesidad de reparaciones y mantenimiento posteriores, se logra una disminución significativa en los costos operativos de las viviendas, lo que a su vez beneficia a los propietarios y a la comunidad en general.

1.3.4 Justificación social

La evaluación de la calidad del concreto no solo tiene un impacto directo en la seguridad y habitabilidad de las viviendas, sino que también mejora significativamente la calidad de vida de sus habitantes al reducir los riesgos estructurales asociados con edificaciones deficientes. Esta investigación, al contribuir a la construcción de viviendas más seguras, promueve el desarrollo sostenible de la comunidad al elevar los estándares de construcción y crear un entorno habitable y seguro para sus residentes.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Evaluar la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, en la ciudad de Abancay, Apurímac.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la temperatura del concreto fresco en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, mediante la Norma Técnica Peruana NTP 339.184 en la ciudad de Abancay, Apurímac.
- Determinar la consistencia del concreto fresco en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, mediante la Norma Técnica Peruana NTP 339.035 en la ciudad de Abancay, Apurímac.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, mediante la Norma Técnica Peruana NTP 339.034 en la ciudad de Abancay, Apurímac.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

El concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac no cumple con las exigencias de calidad de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.



2.2.2 Hipótesis específicas

- La temperatura del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac es mayor a 32 °C.
- La consistencia del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac, evaluada mediante la prueba del cono de Abrams, presenta un asentamiento superior a 4 pulgadas.
- La resistencia a la compresión del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac es menor a 210 kg/cm².

2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1 — Operacionalización de variables de la investigación

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades
<p>Variable independiente</p> <p>Calidad del concreto de elementos estructurales</p>	<p>Grado de cumplimiento de los requisitos y estándares establecidos para asegurar su desempeño satisfactorio (Sánchez, 2001, p. 185).</p>	<p>Es determinado aplicando los ensayos estandarizados según las Normas Técnicas Peruanas y la norma NTE E060 de concreto armado.</p>	Resistencia a la compresión del concreto	Carga axial aplicada por unidad de área	kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (kg/cm ²)
			Consistencia del concreto	Asentamiento del concreto fresco	pulgadas (in)
			Temperatura del concreto	Calor presente en el concreto fresco	grados centígrados (°C)
<p>Variable dependiente</p> <p>Construcción sin asesoramiento técnico (Autoconstrucción)</p>	<p>“Construcción al ritmo de las posibilidades y necesidades de los usuarios; construcción progresiva”(S. Alfaro, 2006, p. 1).</p>	<p>Se determina mediante la observación, la ficha de recolección de datos y resultados de la evaluación de la calidad del concreto.</p>	Dosificación del concreto	Cantidad de los materiales componentes	metro cúbico (m ³)
			Homogeneidad del concreto	Método usado y tiempo de mezclado del concreto	segundos (s)



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

3.1.1 A nivel internacional

VIDAUD, FRÓMETA y VIDAUD (2019). En su artículo científico: “**Control de calidad en estructuras de hormigón para la construcción en zonas de elevado peligro sísmico**”, con el **objetivo** de evidenciar la importancia del control de calidad en estructuras de hormigón armado; con énfasis en aquellas emplazadas en zonas de elevado peligro sísmico; mediante **métodos** teóricos de investigación de análisis, síntesis, histórico, lógico, la inducción y deducción. Los **resultados** indican que los incumplimientos de especificaciones afectan la calidad del hormigón en estructuras sísmicas. La **conclusión** de la investigación destaca la importancia del control de calidad en la construcción de estructuras de concreto, especialmente en áreas de alto riesgo sísmico.

PASTRANA (2019). En su tesis “**Control de calidad de concreto en elementos estructurales para resistir sismos en la Colonia Roma, CDMX**”, que tiene por **objetivo** activar la correcta aplicación de control de calidad del concreto en cualquier edificación. Cuya **metodología** fue la observación y el análisis de la problemática. Los **resultados** indican que se dieron a conocer a los responsables de obra los ensayos que se requieren para aprobar el concreto. La **conclusión** indica que, si se usan los materiales adecuados con una buena calidad y se hacen las pruebas pertinentes al concreto, entonces estaremos dando una garantía a los usuarios de su seguridad.

ORTIZ (2005). En su tesis: “**Estudio experimental sobre la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del hormigón preparado**”, cuyo **objetivo** fue “Estudiar los efectos que tiene la temperatura ambiental sobre las prestaciones del hormigón en estado fresco y endurecido”, aplicando una **metodología** experimental y analítica, los **resultados** son “cuanto menor es el diferencial térmico entre la temperatura del hormigón y la temperatura ambiente, mejores son los resultados relativos a prestaciones mecánicas”, donde **concluye** que “la existencia de las altas temperaturas en los áridos incide en una mayor absorción de los mismos que se refleja en una disminución de la trabajabilidad”.



CARRILLO (2011). En su tesis: “**Evaluación del efecto de la temperatura y del tiempo de fraguado en la resistencia estimada del hormigón mediante madurez**”, cuyo **objetivo** fue “Estudiar el efecto de la temperatura en la resistencia del concreto”. La **metodología** se basa en la experimentación y el análisis. Los **resultados** son “al comparar la resistencia de todos los hormigones sometidos a ciclos térmicos con aquellos curados a temperatura constante de 23°C, se observa que en prácticamente todos los casos existe un deterioro a largo plazo”, cuya **conclusión** es que, a mayores temperaturas máximas, la resistencia temprana del hormigón aumenta rápidamente, pero la resistencia a mediano y largo plazo disminuye en comparación con el hormigón curado de manera estándar.

3.1.2 A nivel nacional

GÁLVEZ (2019). En su tesis: “**Influencia de la temperatura en la resistencia del concreto a la compresión**”, cuyo **objetivo** fue: “Determinar la influencia de la temperatura en la resistencia del concreto a la compresión”. Con una **metodología** tipo aplicada y diseño experimental. Los **resultados** indican el tiempo de curado óptimo para el concreto es de 28 días con una temperatura de 20 °C llegando a una resistencia promedio de 215 kg/cm². **Concluye** que la temperatura influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

ADRIANZÉN y CRUZ (2020). En su tesis: “**Calidad del concreto en edificaciones autoconstruidas en el casco urbano del distrito de Callería en los años 2018 y 2019**”, cuyo **objetivo** fue “evaluar la calidad del concreto en los elementos estructurales de las diferentes edificaciones autoconstruidas en el distrito de Callería”. Investigación de **metodología** experimental aplicada. Cuyos **resultados** indican una resistencia promedio de 99.72 kg/cm². Donde se **concluye** que “el 96.43% de ellas no cumplen con la calidad del concreto que nos indica la norma”.

FERNÁNDEZ y TELLO (2019). En su tesis: “**Resistencia en compresión del concreto utilizado en losas aligeradas de las construcciones informales en la ciudad de Jaén**”, cuyo **objetivo** fue “Determinar la resistencia en compresión del concreto utilizado en losas aligeradas de las construcciones informales en la ciudad de Jaén, Cajamarca” de **metodología** aplicada experimental, con **resultados** en cuanto a la resistencia a compresión del concreto “a los 28 días es

del 60.96%; con respecto a la resistencia mínima ($175\text{Kg}/\text{cm}^2$). **Concluyendo** que “las resistencias a la compresión evaluadas no cumplen con el reglamento nacional de edificaciones”.

CUYATE (2019). En su tesis: “**Evaluación de la resistencia en compresión del concreto usado en construcciones informales en la ciudad de Monsefú, Chiclayo**”, cuyo **objetivo** fue “Estimar la resistencia en compresión del concreto empleado en las construcciones informales de viviendas en la zona urbana del distrito de Monsefú, Chiclayo”, cuya **metodología** fue experimental y aplicada. Los **resultados** indican que $f'c$ promedio fue de $139.09\text{ kg}/\text{cm}^2$, **concluyendo** que ninguna de las construcciones evaluadas cumple con la resistencia mínima estipulada en la norma técnica.

ESTELA (2020). En su tesis: “**Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción, Pomalca-Chiclayo**”, cuyo **objetivo** fue “evaluar la resistencia a la compresión del concreto de edificaciones en condición de autoconstrucción, Pomalca, Chiclayo” mediante la **metodología** aplicada experimental. Cuyo **resultado** indica que “se tiene una resistencia a la compresión mínima de $35.31\text{ kg}/\text{cm}^2$ y máxima de $168.3\text{ kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días”, **concluyendo** que no se cumple con la resistencia requerida del concreto.

3.1.3 A nivel local

RUIZ (2023). En su tesis: “**Evaluación de la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en centro poblado Las Américas – Abancay, 2022**”, cuyo **objetivo** fue evaluar la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas en la ciudad de Abancay, la **metodología** fue experimental y aplicada mediante la esclerometría. Cuyo **resultado** indica que un 98% no cumplen con los parámetros exigidos en la Norma Técnica de Edificaciones E.060. Donde se **concluye** que: “no cumplen las edificaciones con la norma técnica E.060”.

CUELLAR y SEQUEIROS (2017). En su tesis: “**Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP en la ciudad de Abancay – Apurímac**”, cuyo **objetivo** fue “determinar la influencia que ejerce el curado en el concreto



para el clima de la ciudad de Abancay y Pachachaca”. **Metodología** de tipo correlacional, explicativa. Cuyo resultado fue en caso del tipo I logra superar la resistencia requerida por el diseño; para el concreto elaborado con cemento tipo IP llego a una resistencia a los 28 días de $f'c = 230.77 \text{ kg/cm}^2$ que está dentro de los rangos del parámetro de diseño de mezcla. Donde se concluye que “las resistencias que alcanzan cada concreto elaborado con los dos tipos de cemento tienen gran diferencia en cuanto a la resistencia”.

3.2 Marco teórico

3.2.1 El concreto

3.2.1.1 Definición

El concreto es un material de construcción que consiste en la mezcla de un material aglutinante, típicamente cemento Portland, un material de relleno que puede consistir en agregados o áridos, agua y posiblemente aditivos; cuando esta mezcla se endurece, crea una estructura compacta, similar a una piedra artificial, capaz, después de un período de tiempo, de resistir considerables esfuerzos de compresión (SÁNCHEZ, 2001, p. 19).

3.2.1.2 Componentes

a) Cemento Portland

El cemento Portland es un tipo de cemento hidráulico que se usa ampliamente en la construcción. Su capacidad de endurecer y fraguar bajo el agua lo hace adecuado para una variedad de aplicaciones. Su semejanza con una piedra caliza de la Isla de Portland, en Inglaterra, le da su nombre.

Tabla 2 — Composición mineral del cemento

Fórmula	Nombre	Abreviatura	Cantidad
$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	Silicato tricálcico	C3S	30% a 50%
$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	Silicato dicálcico	C2S	15% a 25%
$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	Aluminato tricálcico	C3A	4% a 12%
$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{SO}_3$	Ferroaluminato tetracálcico	C4AF	8% a 13%
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Yeso	CS2H	3.5%

Extraído de: ASTM C150

Las fases minerales del cemento son los componentes principales que conforman el cemento Portland, estas fases minerales del cemento interactúan entre sí durante el proceso de hidratación, donde se



combinan con el agua para formar productos de hidratación que proporcionan la resistencia y la durabilidad necesarias al concreto.

Los cementos convencionales más utilizados son los cementos Portland, que son una mezcla de componentes básicos como el Clinker de silicato tricálcico (C3S), Clinker de silicato dicálcico (C2S), aluminato tricálcico (C3A), y ferro aluminato tetracálcico (C4AF), junto con yeso o anhidrita. La variación en la dosificación de estos componentes permite obtener los cinco tipos de cementos convencionales.

Tabla 3 — Cemento Portland convencionales

Tipos	Descripción
Tipo I	De uso general, cuando no se requieren propiedades especiales.
Tipo II	Se utiliza cuando se requiere una resistencia moderada a los sulfatos y bajo calor de hidratación.
Tipo III	Se caracteriza por su alta resistencia inicial, se usa cuando se requiere desencofrar rápido.
Tipo IV	Es conocido por su bajo calor de hidratación, es ideal para vaciados masivos.
Tipo V	Se utiliza en proyectos que requieren una alta resistencia a los sulfatos.

Extraído de: ASTM C150

Además de estos tipos de cemento se tienen lo adicionados, según la ASTM C595 estos incorporan adiciones suplementarias a la mezcla de Clinker de cemento Portland estándar. Estas adiciones pueden incluir una variedad de materiales, como escoria de alto horno, ceniza volante, sílice activada o filler de piedra caliza. Estos materiales adicionales se combinan con el clinker de cemento Portland durante el proceso de molienda para producir el cemento final.

b) Agregados

Los agregados son componentes inertes de forma granular que, en combinación con el cemento y el agua, permiten obtener el concreto como material de construcción (SÁNCHEZ, 2001, p. 65).



Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 80% del volumen de la unidad cúbica de concreto, e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las propiedades de la mezcla del concreto (RIVVA, 2000, p. 128).

- **Agregado fino**

El agregado fino es uno de los componentes principales del concreto, y está compuesto por partículas de tamaño reducido que provienen de la desintegración natural de las rocas; y que son arrastrados por corrientes de aéreas o fluviales acumulándose en lugares determinados (ABANTO, 2009, p. 24).

Tabla 4 — Granulometría típica del agregado fino

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA		
3/8"	9.5 mm			100
N°4	4.75 mm	95	a	100
N°8	2.36 mm	80	a	100
N°16	1.18 mm	50	a	85
N°30	600 µm	25	a	60
N°50	300 µm	10	a	30
N°100	150 µm	2	a	10

Extraído de: (ABANTO, 2009)

- **Agregado grueso**

El agregado grueso está constituido por partículas de mayor tamaño que quedan retenidas en el tamiz con una abertura de 4.75 mm (N° 4) y no pasan a través de él. Este tipo de agregado se obtiene comúnmente de la trituración de rocas naturales como piedra triturada, grava u otros materiales pétreos.

c) **Agua**

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante, dando lugar a la formación de gel. Este proceso permite que la masa adquiera propiedades que, en estado



fresco, facilitan su manipulación y colocación de manera adecuada. En estado endurecido, el concreto se transforma en un producto con las propiedades y características deseadas (RIVVA, 2000, p. 254).

d) Aire

En el contexto del concreto, el "aire" se refiere al contenido de aire atrapado o incorporado en la mezcla de concreto. Este aire puede estar presente en forma de microburbujas dispersas uniformemente en la masa de concreto. La inclusión controlada de aire en el concreto es comúnmente realizada mediante el uso de aditivos incorporadores de aire durante la mezcla. El propósito principal de introducir aire en el concreto es mejorar su resistencia a las heladas y reducir el riesgo de daño por congelación y deshielo, ya que el aire atrapado actúa como un mecanismo de alivio de la presión interna durante los ciclos de congelación y descongelación. Además, el aire puede mejorar la trabajabilidad del concreto y su resistencia a la segregación.

e) Aditivos

Los aditivos para concreto son sustancias que se incorporan a la mezcla de concreto durante su preparación para mejorar o modificar ciertas propiedades del material. Estos aditivos pueden tener varios propósitos y se utilizan de acuerdo con las necesidades específicas del proyecto.

3.2.1.3 Propiedades del concreto fresco

El estado fresco del concreto se refiere a su condición durante los procesos de mezclado, transporte, colocación y compactación, donde el material puede ser manejado sin dificultad y se encuentra en su estado plástico. La vida útil del concreto fresco en obra no solo depende del tiempo y del fraguado inicial, sino también de su facilidad y habilidad para ser empleado eficazmente en términos de mezclado, transporte, colocación y compactación, lo cual se conoce como "trabajabilidad". Ambos aspectos deben verificarse simultáneamente para establecer de manera objetiva la vida útil del concreto fresco en obra (PASQUEL, 2020, p. 5).



En la actualidad existen múltiples requerimientos del concreto y en función a estos se debe controlar sus propiedades. Así, la ingeniería del concreto se orienta hacia un enfoque integral, donde la personalización de las propiedades del concreto es esencial para garantizar su calidad en contextos constructivos diversos.

A continuación, se detallan algunas de las propiedades del concreto en su estado fresco y su impacto en la calidad del material:

a) Trabajabilidad

La trabajabilidad también llamada manejabilidad, se define como el grado de facilidad con la que el concreto puede ser mezclado, transportado, colocado, compactado y terminado, sin que pierda su homogeneidad (MATALLANA, 2019, p. 107).

Si bien no existe un ensayo estandarizado que cuantifique numéricamente esta propiedad, ésta puede apreciarse mediante los ensayos de consistencia como el de asentamiento con el cono de Abrams (ABANTO, 2009, p. 47).

b) Segregación

La segregación del concreto se define como la separación o distribución no uniforme de los componentes que constituyen la mezcla de concreto (BENITO et al., 2015, p. 49).

Cuando se produce la segregación, los agregados más gruesos tienden a separarse y depositarse en la parte inferior del concreto, mientras que el agua y el cemento se acumulan en la superficie.

Este fenómeno ocurre debido a diferentes factores, como una excesiva cantidad de agua, una mala granulometría de los agregados, un mezclado excesivo, inadecuado sistema de transporte, colocación deficiente, exceso de vibrado durante la compactación (MATALLANA, 2019, p. 112).

c) Exudación

La exudación se caracteriza por el desplazamiento de una porción del contenido acuoso de la mezcla hacia la superficie, mayormente ocasionado por la sedimentación de los componentes sólidos. Este fenómeno comienza poco después de que el concreto ha sido



depositado y compactado en los moldes, persistiendo hasta el inicio del fraguado, la completa consolidación de los sólidos, o la vinculación efectiva de las partículas (RIVVA, 2000, p. 211).

La exudación también es conocido como sangrado, esta situación surge debido a la incapacidad de los componentes sólidos para retener la totalidad del agua de la mezcla al sedimentarse en el fondo. Esto se debe a que el agua presenta un peso específico menor en comparación con todos los ingredientes de la mezcla (NEVILLE, 2013, p. 141).

d) Consistencia

La consistencia del concreto se refiere a su grado de fluidez, es decir, la consistencia indica qué tan seca o fluida es una mezcla de concreto fresco, estando relacionada con la cantidad de agua en la mezcla. Una mayor consistencia indica una mezcla más húmeda o blanda, mientras que una menor consistencia implica una mezcla más seca y dura (SÁNCHEZ, 2001, p. 111).

La consistencia del concreto fresco permite una mayor capacidad para llenar completamente los espacios del encofrado. Está determinada por la cantidad de agua empleado, el tamaño máximo del agregado grueso, la forma y su granulometría.

La consistencia del concreto debe ser elegida antes de su colocación, considerando los medios de compactación disponibles.

Tabla 5 — Consistencia del concreto

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera
Fluida	> 5"	muy trabajable	Chuseado

Extraído de: (ABANTO, 2009)

e) Densidad

La densidad del concreto se refiere a la masa de concreto por unidad de volumen. Esta propiedad ve afectada por factores como las proporciones de los materiales, el tipo y tamaño de los agregados, así



como el contenido de agua en la mezcla. En el caso de concretos de densidad normal, su valor puede oscilar entre 2.000 kg/m³ y 2.600 kg/m³. La importancia de la densidad radica en su papel en el cálculo estructural, ya que se utiliza para determinar el peso muerto de la estructura (MATALLANA, 2019).

f) Plasticidad

La plasticidad en el concreto se refiere a su capacidad para ser moldeado fácilmente, permitiéndole cambiar de forma lentamente si se seca en el molde. Por esta razón, no se consideran mezclas de consistencia plástica ni las muy secas ni las muy fluidas. Es importante destacar que, aunque las mezclas húmedas son generalmente más manejables que las secas dentro de ciertos límites, dos mezclas con la misma consistencia no son igualmente manejables a menos que tengan el mismo grado de plasticidad (SÁNCHEZ, 2001, p. 112).

g) Temperatura

La temperatura del concreto fresco influye en sus propiedades plásticas, especialmente en el asentamiento y el contenido de aire. Es importante verificarla, ya que temperaturas elevadas pueden requerir más agua para mantener el asentamiento deseado y más aditivos para alcanzar el contenido de aire necesario. La temperatura del concreto fresco está determinada por el calor aportado por sus componentes, la hidratación del cemento, la energía del mezclado y las interacciones térmicas con el entorno (SÁNCHEZ, 2001, p. 124).

3.2.2 Calidad del concreto

3.2.2.1 Definición de calidad del concreto

La calidad del concreto se refiere a la capacidad del material para cumplir con los requisitos y estándares tales como la Norma Técnica de Edificación E.060 para su uso en una construcción específica. Se debe tener en cuenta sus características y propiedades que determinan la calidad del concreto en función a la aplicación particular (PATIÑO y MÉNDEZ, 2005).

3.2.2.2 Factores que influyen en la calidad del concreto

Factores como la temperatura ambiental durante el fraguado, la supervisión técnica en los métodos constructivos, el diseño preciso de la



mezcla de materiales, la iluminación adecuada durante el colocado y la experiencia específica de los trabajadores son críticos para asegurar la calidad del concreto (OROZCO et al., 2018).

3.2.2.3 Control de calidad del concreto

El control de calidad del concreto consiste en la validación del cumplimiento de las características especificadas de los materiales (cemento, agregados, aditivos, agua), la supervisión de las operaciones de dosificación, mezclado y el control de los procesos posteriores a la elaboración del concreto (transporte, colocación, compactación y curado). Además, se refuerza con la confirmación de las propiedades especificadas del concreto en sus estados fundamentales, tanto en su estado fresco como en su estado endurecido (MATALLANA, 2019).

3.2.2.4 Importancia del control de calidad del concreto

La tecnología del concreto involucra una variedad de actividades, todas ellas de suma importancia y con un alto grado de complejidad. Los fallos en el cumplimiento de las especificaciones en una etapa determinada tienen un impacto en la calidad de otras etapas, lo que también afecta las propiedades del concreto armado y el comportamiento estructural de los elementos, especialmente cuando se requieren criterios sismorresistentes (VIDAUD, FRÓMETA y VIDAUD, 2019).

Algunas de las razones más importantes de realizar un buen control de la calidad del concreto son:

a) Seguridad estructural

La calidad del concreto influye directamente en la seguridad de las estructuras. Un buen control de calidad garantiza que el concreto tenga la resistencia requerida para soportar las cargas previstas y resistir factores ambientales adversos.

b) Durabilidad

Un concreto de calidad contribuye a la durabilidad de las estructuras, reduciendo el riesgo de deterioro prematuro ante el clima, la abrasión y otros factores de deterioro a lo largo del tiempo. Esta característica es esencial para garantizar la durabilidad del concreto.



c) Cumplimiento de las normas

Las construcciones estructurales deben cumplir con normativas y estándares específicos (por ejemplo, a nivel nacional, la Norma E.060 Concreto Armado). El control de calidad asegura que el concreto se ajuste a estas normas, evitando problemas legales y riesgos asociados con el incumplimiento.

d) Eficiencia en costos

La utilización de concreto de calidad adecuada reduce la necesidad de reparaciones y mantenimiento a largo plazo, lo que puede resultar en ahorros significativos a lo largo de la vida útil de una estructura.

e) Confianza del cliente

La calidad del concreto es un factor para la satisfacción del cliente. Un producto de calidad cumple con las expectativas del cliente y mejora la reputación del constructor o proveedor.

3.2.2.5 Normativa aplicable para el control de calidad del concreto

El control de calidad requiere hacer ensayos para determinar propiedades como temperatura, asentamiento, contenido de aire, peso unitario, resistencia a la compresión y tracción. Los resultados deben cumplir los valores exigidos en las normas.

a) Normas internacionales

- **ASTM:** La Sociedad Americana para Pruebas de Materiales (American Society for Testing and Materials). “La ASTM produce normas, procedimientos de ensayo y especificaciones en cementos, agregados para concreto, materiales cementantes, concreto y aditivos” (MATALLANA, 2019).
- **ACI:** Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute). Es una organización sin fines de lucro que se centra en la investigación, desarrollo y difusión de conocimientos técnicos relacionados con el concreto. Establece estándares y proporciona recursos técnicos para profesionales de la industria del concreto.
- **Comité ACI 211:** El comité 211 del ACI es un grupo especializado de trabajo que se ocupa específicamente del diseño de mezcla del concreto. Este comité está involucrado en el

desarrollo y la actualización de estándares y prácticas relacionadas con la proporción, el diseño y la producción de mezclas de concreto.

- **Comité ACI 214:** El comité 214 del ACI es un grupo especializado de trabajo que se ocupa de la evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto. Este comité está involucrado en el desarrollo de pautas y guías para evaluar los resultados de pruebas de resistencia del concreto.

b) Normas nacionales

- **Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado**

“Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple” (NORMA E.060, 2019).

- **Normas Técnicas Peruanas**

Las Normas Técnicas Peruanas (NTP) constituye un conjunto de documentos que define las especificaciones de calidad para productos, procesos y servicios. Además de abordar aspectos terminológicos, métodos de ensayo, muestreo, envase y rotulado.

3.2.3 Resistencia a la compresión del concreto

La resistencia a la compresión del concreto, es una propiedad del concreto en su estado endurecido que se evalúa mediante pruebas de compresión en laboratorio, que consisten en aplicar una carga gradualmente creciente sobre una muestra de concreto y medir la carga máxima que el concreto puede soportar antes de sufrir una falla.

La resistencia a la compresión del concreto no se puede evaluar cuando está en estado plástico o fresco, solo cuando ha fraguado y endurecido. Por esto, el procedimiento habitual consiste en tomar muestras de concreto fresco durante el proceso de mezclado, dejar que curen y luego someter estas muestras endurecidas a pruebas de resistencia a la compresión (ABANTO, 2009, p. 50).



3.2.3.1 Tipos de resistencia a la compresión estandarizada

Según la norma NTE E.060 y la ACI 318-14 se tienen tres tipos de resistencia en compresión estandarizada:

a) Resistencia especificada

La resistencia especificada del concreto, denotada como f'_c , representa la resistencia que se espera que alcance una mezcla de concreto y se utiliza como referencia en el cálculo del diseño estructural. Su valor es un estándar de diseño que se obtiene a través de pruebas en testigos de concreto bajo condiciones controladas. Sin embargo, este valor no refleja la resistencia real del concreto en una estructura, ya que la construcción y las condiciones ambientales introducen diferencias. En promedio, el valor de f'_c medido en testigos es un poco mayor que los resultados de la resistencia de los núcleos de la estructura extraídos con perforadora diamantina. Las normas consideran estas discrepancias al aplicar factores de reducción y seguridad en los cálculos.

La ACI 318S-2014 en el capítulo 19, tabla 19.2.1.1 proporciona una tabla donde se define un valor mínimo para f'_c para concreto estructural, indicando, además que no hay límites para el valor máximo de f'_c , con excepción de que se requiera en algún requisito del reglamento. Estos valores de f'_c están basados en ensayos a los 28 días y se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6 — Resistencias límite para f'_c

Aplicación	Concreto	f'_c Mínimo, MPa	f'_c Máximo, MPa
General	Peso normal y liviano	17	Ninguno
Pórticos especiales resistentes a momentos y muros estructurales especiales	Peso normal	21	Ninguno
	liviano	21	35

Extraído de: Comité 318 ACI, 2015

b) Resistencia requerida del concreto

La resistencia requerida del concreto, denotada como f'_{cr} , es un valor con un margen de seguridad adicional. Se emplea para determinar la



composición adecuada de la mezcla de concreto, asegurando que cumpla con los criterios de aceptación establecidos para la resistencia f_c del concreto.

c) Resistencia de la estructura

La resistencia de la estructura, denotada como f_s , refiere a la resistencia en compresión de la estructura, la cual se evalúa mediante ensayos normalizados realizados en núcleos de concreto extraídos mediante una perforadora diamantina. Estos ensayos se llevan a cabo cuando surgen incertidumbres acerca de la obtención precisa de la resistencia del concreto en el lugar de la construcción.

3.2.3.2 Factores que influyen en la resistencia a la compresión del concreto

La resistencia de concreto es susceptible a diversos factores que pueden ser controladas siguiendo prácticas correctas en las etapas de su elaboración como son la dosificación, mezclado, transporte, colocación, compactado y curado.

a) Contenido de cemento

Se refiere al contenido de cemento en la mezcla de concreto. El cemento juega un papel importante en la fabricación del concreto porque actúa como un aglomerante que une los agregados y da resistencia al material final. El contenido de cemento puede variar según la resistencia requerida y las especificaciones del proyecto, pero generalmente se expresa en proporción al volumen total de la mezcla de concreto.

Debido a que proporciona una mayor cantidad de material aglutinante para unir los agregados y formar una estructura sólida, un mayor contenido de cemento tiende a aumentar la resistencia mecánica del concreto. Es importante tener en cuenta que un contenido excesivo de cemento puede afectar la trabajabilidad, la durabilidad y otras propiedades del concreto. Por lo tanto, es necesario mantener una dosificación adecuada de cemento en la mezcla.

b) Relación agua - cemento

La relación agua - cemento es la proporción entre el agua utilizada en la mezcla de concreto y el cemento presente en la misma mezcla.



Dado que afecta directamente la resistencia mecánica del concreto, es un componente que se debe tener en cuenta para su diseño.

Una relación agua - cemento adecuada es necesaria para lograr un concreto de calidad y resistente. Si la relación agua - cemento es demasiado alta, significa que hay una cantidad excesiva de agua en la mezcla en comparación con la cantidad de cemento. Esto puede resultar en una disminución de la resistencia del concreto, ya que un exceso de agua puede debilitar la estructura interna y reducir la capacidad de los agregados y el cemento para adherirse entre sí.

Por otro lado, con una relación agua/cemento demasiado baja obtenemos una mezcla seca y difícil de trabajar, lo que puede afectar la trabajabilidad y la plasticidad del concreto. En este caso, la falta de agua dificulta la hidratación del cemento y la formación de una pasta adecuada, llegando a afectar negativamente la resistencia y durabilidad del concreto.

c) Contenido de aire

Refiere a la cantidad de aire atrapado deliberadamente o de forma inadvertida en la mezcla durante el proceso de fabricación. El contenido de aire se expresa generalmente como un porcentaje del volumen total de la mezcla de concreto.

El aire atrapado en el concreto puede tener beneficios y desventajas dependiendo del uso y las condiciones específicas. En general, se agrega deliberadamente un contenido de aire controlado en el concreto para mejorar su durabilidad y resistencia a las condiciones climáticas adversas, como la exposición a ciclos de congelación y descongelación. El aire atrapado actúa como un amortiguador, permitiendo la expansión y contracción del concreto sin causar daños.

Sin embargo, un contenido de aire excesivo puede reducir la resistencia y la densidad del concreto, lo que puede afectar negativamente su resistencia mecánica y su capacidad para soportar cargas. Por otro lado, un contenido de aire insuficiente puede resultar en un concreto más denso y susceptible a daños por la expansión térmica o la formación de grietas bajo ciertas condiciones.



d) Influencia de los agregados

Los agregados desempeñan un papel importante en la resistencia a la compresión del concreto. La distribución granulométrica adecuada mejora la compactación y el llenado de espacios, aumentando la densidad y cohesión, lo que resulta en una mayor resistencia. La resistencia de los agregados gruesos se debe a su mayor área de contacto y capacidad para soportar cargas en comparación con los agregados finos. La forma y textura también influyen, ya que los agregados con formas angulosas y superficies rugosas se adhieren mejor a la matriz de cemento, aumentando la resistencia a la compresión. Además, la resistencia individual de los agregados contribuye a la resistencia general del concreto, especialmente si son duros y resistentes. El tamaño máximo del agregado, especificado según el proyecto, es considerado para la resistencia, trabajabilidad y durabilidad del concreto. Agregados gruesos de tamaño máximo más grande aumentan la resistencia, mientras que un tamaño máximo más pequeño mejora la trabajabilidad. Un tamaño excesivamente grande puede causar segregación y exceso de vacíos, afectando la durabilidad a largo plazo.

e) Fraguado del concreto

El fraguado del concreto es el proceso en el cual la mezcla de cemento, agregados y agua experimenta un endurecimiento gradual y adquiere resistencia. Durante el fraguado, los componentes químicos del cemento reaccionan con el agua, formando compuestos que generan la estructura y la resistencia del concreto. El concreto se vuelve más rígido y desarrolla propiedades físicas y mecánicas a medida que fragua. Para asegurar la colocación y endurecimiento adecuados del concreto, es fundamental controlar y manejar adecuadamente el fraguado.

f) Edad del concreto

La edad del concreto se refiere al tiempo transcurrido desde que se mezclaron los componentes (cemento, agregados, agua y aditivos) hasta el momento del ensayo de rotura. Es un factor importante a considerar en el diseño y evaluación del concreto, ya que a medida

que pasa el tiempo, el concreto experimenta cambios en sus propiedades físicas y mecánicas.

La edad del concreto influye en su resistencia, durabilidad, capacidad de soporte de carga y otras características. Los ensayos y pruebas de laboratorio se realizan a diferentes edades del concreto para evaluar su desempeño y cumplir con los estándares y requisitos específicos de cada proyecto.

Para la rotura de muestras cilíndricas de concreto se considera la edad de 28 días la más apropiada para obtener la resistencia máxima del concreto.

g) Curado del concreto

El curado del concreto es el proceso de proporcionar las condiciones adecuadas de humedad y temperatura para permitir que el concreto alcance su máxima resistencia y durabilidad.

Durante el curado, se debe evitar la pérdida excesiva de humedad del concreto, ya que esto puede afectar negativamente su resistencia y durabilidad. Se pueden emplear diferentes métodos de curado, como el uso de membranas de curado, rociado de agua, cubiertas plásticas o mantas térmicas, dependiendo de las condiciones y requisitos específicos del proyecto.

h) Temperatura del concreto

La temperatura durante la mezcla del concreto se ve afectada por las características térmicas y el calor específico de los materiales que lo componen. Dado que el agregado representa el volumen más significativo en la mezcla, su presencia puede incidir en la temperatura del concreto (RIVVA, 2000, p. 214).

En climas más cálidos, el concreto tiende a calentarse más rápidamente, mientras que en climas fríos puede enfriarse más rápido. El tiempo de transporte desde la planta de fabricación hasta el lugar de la construcción también influye en la temperatura del concreto, ya que un transporte más largo puede permitir que el concreto se enfríe o caliente antes de su colocación. La composición de la mezcla de



concreto, incluyendo la cantidad de cemento, agua y agregados, así como el uso de aditivos especiales, puede influir en su temperatura. Además, la cantidad de concreto que se vierte en un área determinada y su espesor, también son factores que afectan su temperatura.

La temperatura del concreto fresco en las primeras 24 horas de curado afecta significativamente tanto la resistencia final del concreto endurecido como la cantidad de agua necesaria para obtener la consistencia deseada en el concreto recién mezclado (COMITÉ 214 ACI, 2011).

La Norma Técnica de Edificación NTE E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones, en su sección 5.11.2, establece que la temperatura del concreto fresco durante su colocación no debe ser excesivamente elevada para evitar posibles problemas, como la pérdida de asentamiento, fraguado rápido o la formación de juntas frías. Además, esta norma especifica que la temperatura del concreto al momento de la colocación no debe superar los 32°C (NORMA E.060, 2019).

El informe ACI 305R.1, aunque no posee carácter normativo y se presenta como un documento técnico, hace referencia a una temperatura máxima de colocación de 35°C en climas cálidos. Sin embargo, es esencial tener en cuenta que esta pauta está diseñada específicamente para la realidad norteamericana y sus condiciones climáticas particulares. En el caso del Perú, donde prevalecen condiciones climáticas diversas y normativas específicas, esta recomendación no se considera apropiada ni aplicable. Las normas vigentes en el país, como la NTE E.060-2009, establecen pautas y límites para la colocación de concreto fresco, priorizando la seguridad y la calidad de las estructuras en el contexto local. Por lo tanto, es fundamental seguir las regulaciones locales para garantizar la idoneidad y la durabilidad de las construcciones en el territorio peruano (PASQUEL, 2020).



3.2.4 Ensayos de aceptación del concreto

3.2.4.1 Ensayo de muestreo del concreto fresco

a) Referencia normativa

Los procedimientos para el muestreo del concreto fresco están establecidos en la norma ASTM C 172 y la norma NTP 339.036.

b) Procedimiento de muestreo NTP 339.036.2017

El muestreo consiste en la toma de muestras representativas del concreto en estado fresco para realizar pruebas y evaluar la calidad del concreto.

Las muestras destinadas a la prueba de resistencia deben tener un volumen mínimo de 28 litros (1 pie cúbico). En ensayos habituales, como los de contenido de aire, temperatura y asentamiento, se pueden aceptar muestras de menor tamaño. El volumen de la muestra será determinado por el tamaño máximo del agregado.

En el caso de elaborar el concreto con mezcladora de tambor giratorio o de camiones mezcladores de concreto, se debe recoger al menos dos porciones durante la descarga, espaciadas regularmente y obtenidas de la porción central de la tanda. Estas muestras deben recopilarse dentro del límite de tiempo máximo 15 min. y combinarse en una muestra compuesta para realizar los ensayos. Se recomienda evitar tomar muestras de las primeras y últimas porciones de la tanda durante la descarga.

3.2.4.2 Ensayo para determinar la temperatura del concreto fresco

Este ensayo se realiza para asegurar que la temperatura se mantenga dentro de los rangos adecuados en cada etapa. “La influencia de la temperatura sobre la velocidad de endurecimiento es importante. Las temperaturas mayores aceleran el desarrollo del endurecimiento, y las más bajas lo hacen más lento” (RIVVA, 2000, p. 83).

a) Referencia normativa

La temperatura del concreto es determinada para asegurar que el concreto se encuentre dentro de los rangos de temperatura adecuados durante la mezcla, colocación y curado. El procedimiento de este ensayo se establece según la norma ASTM C 1064 o la NTP 339.184.



b) Herramientas

Recipiente: El contenedor destinado para la muestra debe tener dimensiones que proporcionen al menos 75 mm de concreto en todas las direcciones alrededor del sensor del dispositivo de medición de temperatura. Además, el espesor del concreto en esta área debe ser al menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Dispositivo de medición: El dispositivo debe tener la capacidad de medir con precisión la temperatura del concreto recién mezclado, con una exactitud de $\pm 0,5$ °C, abarcando todo el rango de temperatura (0 °C a 50 °C). El diseño del dispositivo para medir la temperatura debe permitir una inmersión de al menos 75 mm durante su operación.

c) Procedimiento

Posicionar el dispositivo de medición de temperatura en la mezcla de concreto fresco, asegurándose de que el sensor esté sumergido al menos 75 mm. Realizar una leve presión en la superficie del concreto alrededor del dispositivo para evitar que la temperatura ambiente influya en la lectura.

Permitir que el dispositivo medidor de temperatura permanezca inmerso en el concreto fresco durante un lapso no menor a 2 minutos, pero no exceder los 5 minutos, para luego proceder a leer y registrar la temperatura con una precisión de 0,5 °C. Es importante no retirar el dispositivo del concreto mientras se realiza la lectura de la temperatura. Registrar la temperatura medida al concreto fresco con una aproximación de 0,5 °C.

3.2.4.3 Ensayos de consistencia del concreto

a) Referencia normativa

El procedimiento de este ensayo se establece en la norma ASTM C 143 y su equivalente la norma NTP 339.035.

b) Herramientas

Cono de Abrams: se trata de un molde en forma de cono truncado. El material es de acero galvanizado de 1.5 mm de espesor. Cuenta con dos asas y dos aletas para facilitar su manipulación. De diámetro inferior 20 cm, diámetro superior de 10 cm y 30 cm de altura.



Barra compactadora: barra lisa de 5/8" de diámetro y de aproximadamente 60 cm de longitud, con punta semiesférica.

Plancha metálica: una plancha lisa y plana de acero galvanizada de 1.5 mm de espesor.

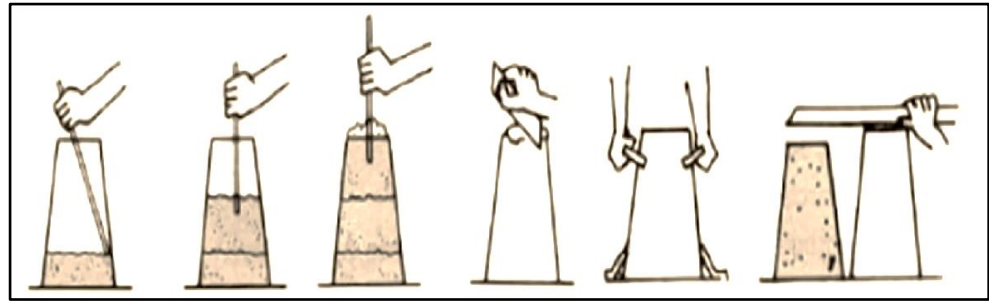
Cuchara: Debe ser apropiado para seleccionar un tamaño de muestra apropiado con una forma adecuada es esencial para garantizar la obtención de una cantidad suficiente y representativa de concreto del recipiente.

Martillo: martillo con cabeza de goma.

Dispositivo de medida: una wincha de mano, una regla o instrumento similar cuya longitud de medida debe ser por lo menos de 300 mm.

c) Procedimiento

- Se debe limpiar y humedecer los materiales para asegurarse de que estén libres de cualquier material adherido.
- Colocar el molde humedecido superficialmente seco sobre una superficie plana y estable, se debe pisar las orejas para fijarla en la placa.
- Tomar una muestra representativa del concreto fresco y verterlo en tres capas iguales, cada una aproximadamente 1/3 de volumen total.
- Compactar ligeramente cada capa de manera uniforme con la barra, dando 25 golpes con el extremo semiesférico de la varilla después de cada capa.
- Luego de rellenar el cono hasta su capacidad máxima y compactar la última capa sin dejar que se derrame, se procede a nivelar la superficie del concreto en el cono utilizando la parte plana de la varilla.
- Levantar el molde verticalmente de manera suave y cuidadosa, se debe evitar aplicar fuerza adicional o movimiento al cono mientras se retira.
- Medir de inmediato la diferencia de altura entre la altura inicial del concreto en el cono y la altura del asentamiento del concreto en su punto más bajo.



Extraído de: <https://es.linkedin.com/pulse/medida-de-la-consistencia-del-concreto-con-el-cono-abrams-choy>

Figura 1 — Procedimiento para el ensayo de asentamiento

d) Observaciones

Si se observa un asentamiento tipo corte, desechar el ensayo y realizar uno nuevo con otra parte de la mezcla. Si se repite el corte, indica falta de plasticidad y cohesión, invalidando el ensayo.

Al levantar el cono verticalmente esta operación debe durar entre 5 a 10 segundos como máximo.

e) Limitaciones

Este ensayo es aplicable para concretos de alta resistencia sin asentamiento.

f) Aplicaciones

El ensayo es aplicado para la elaboración del diseño de mezclas, ayuda en la formulación y diseño de mezclas de concreto, permitiendo determinar la cantidad adecuada de agua necesaria para obtener la consistencia óptima.

Durante la producción de concreto, la prueba de asentamiento desempeña un papel importante en la supervisión de las variaciones en los materiales. Cualquier alteración en el contenido de humedad de la arena o cambios en el módulo de finura se detectan fácilmente mediante esta prueba, ya que ejercen influencia en el valor del asentamiento.

El ACI, en sus pautas para la elaboración de mezclas, establece valores específicos para cada categoría de proyecto.



Tabla 7 — Recomendaciones ACI para el asentamiento del concreto

Tipo de estructura	Slump	
	máximo	mínimo
Zapatatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"
Notas:		
1. El Slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación agua/cemento ni exista segregación ni exudación		
2. El Slump puede incrementarse en 1" si no se usa vibrador en la compactación.		

Extraído de: (VISCONDE, 2017)

3.2.4.4 Elaboración y curado de muestras de concreto

a) Referencia normativa

Se elaboran los especímenes para posteriormente realizar pruebas de laboratorio y evaluar las propiedades del concreto, como su resistencia a la compresión, durabilidad y otras características. La elaboración de especímenes de concreto está sujeto a la norma ASTM C 31 y su equivalente NTP 339.033 que trata sobre la elaboración y curado de especímenes de concreto.

b) Herramientas

Moldes: estos serán de acero, u otro material no absorbente que no reacciones con el concreto y deben mantener sus dimensiones y forma, deben tener la capacidad de retener agua contenida en ellos.

Tabla 8 — Diámetro del molde de especímenes

diámetro de cilindros, mm	Número de capas de igual altura	Número de golpes por capa
100	2	25
150	3	25
225	4	50

Extraído de: (NTP 339.033, 2009)

Varilla compactadora: es una varilla lisa de acero con punta semiesférica. Las dimensiones se especifican en la siguiente tabla.



Tabla 9 — Requisitos de la barra compactadora

Diámetro del cilindro o ancho de la viga, mm	Dimensiones de la varilla	
	Diámetro, mm	Longitud, mm
< 150	10	300
150	16	500
225	16	650
Tolerancias:		
En la longitud: ± 100 mm		
En el diámetro: ± 2 mm		

Extraído de: (NTP 339.033, 2009)

Martillo con cabeza de goma o cuero con masa de $0,6 \text{ kg} \pm 0.2 \text{ kg}$.

Pala o cucharón lo suficientemente pequeña para la colocación apropiada del concreto en el molde.

Llana o espátula para el acabado de la superficie del concreto.

c) Moldeo

Lugar: debe llevarse a cabo en una superficie plana, nivelada, rígida y exenta de vibraciones, ubicada en las proximidades de los espacios donde se almacenarán los elementos moldeados.

Vaciado: Se debe elegir la barra compactadora adecuada, consolidando cada capa según la cantidad de golpes necesarios. Al colocar la capa final, es necesario agregar una cantidad de concreto de manera que se nivele con precisión con el borde superior del molde después de la consolidación.

Apisonado: verter el concreto en el molde en el número específico de capas prescritas, compactando cada capa con la extremidad semiesférica de la barra adecuada y aplicando el número preciso de golpes. En la primera capa, se debe permitir que la barra alcance la profundidad completa. Para las capas superiores, la barra debe penetrar completamente a través de la altura de cada capa, asegurándose de que alcance la capa anterior aproximadamente una pulgada. Después de consolidar cada capa, se procede a golpear suavemente las paredes del molde con un martillo unas 10 a 15 veces, con el propósito de eliminar posibles vacíos y burbujas de aire atrapadas.



Acabados: se debe realizar el acabado de la superficie expuesta con la manipulación mínima necesaria para obtener una superficie plana y nivelada con el borde del molde. Asegurarse de que la superficie no presente depresiones o proyecciones que excedan los 3,3 mm.

Identificación: identificar completamente el espécimen con la información del concreto que representa al marcar su superficie exterior.

d) Curado

Curado inicial: después 48 h del moldeado la temperatura inicial de curado debe estar entre 20 °C y 26 °C. se debe proteger de la exposición a la luz directa del sol.

Curado final: dentro de los 30 minutos de retirar los moldes, es necesario que los especímenes sean sometidos a un proceso de curado mediante la inmersión completa y constante en agua a una temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Se recomienda utilizar agua preferiblemente potable o que cumpla con los requisitos especificados en la normativa NTP 334.077.5

e) Transporte a laboratorio

Los especímenes no deben ser transportados hasta transcurridas al menos 8 horas desde el momento en que ha ocurrido el fraguado final. Durante el transporte, es esencial resguardar los especímenes mediante la utilización de materiales amortiguadores apropiados, con el fin de evitar posibles daños por impactos o vibraciones.

Para evitar la pérdida de humedad durante el traslado, se recomienda envolver los especímenes en plástico y arpilleras humedecidas.

Se establece un límite de tiempo para el transporte, que no debe exceder las 4 horas.

3.2.4.5 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

a) Definición

Un ensayo de resistencia a la compresión implica tomar el promedio de, al menos, dos probetas cilíndricas de dimensiones 150 x 300 mm,



o de, al menos, tres probetas cilíndricas de 100 x 200 mm, todas preparadas a partir de la misma muestra de concreto.

b) Referencias normativas

Este ensayo debe realizarse siguiendo los procedimientos y normas técnicas correspondientes, como la ASTM C39 o la NTP 339.034, que regulan la forma correcta de obtener testigos cilíndricos, aplicar la carga axial de compresión y determinar la resistencia alcanzada por el espécimen de concreto.

c) Aparatos

Máquina de ensayo: la máquina de ensayo debe ser verificada y calibrada anualmente para garantizar su precisión y fiabilidad. Además, se debe operar utilizando energía eléctrica como fuente de alimentación.

Probetas: La disparidad entre los diámetros de los cilindros no debe exceder el 2%. Las bases de las muestras deben presentar una superficie completamente plana.

d) Procedimiento

Los ensayos de resistencia a la compresión del concreto deben realizarse tan pronto como sea viable luego de retirar las probetas cilíndricas de la cámara de curado húmedo, evitando en todo momento que las muestras pierdan humedad antes de ser ensayadas.

Es responsabilidad del laboratorio garantizar las condiciones de humedad y temperatura adecuadas durante el transporte y almacenamiento temporal de las probetas previo al ensayo, mediante el uso de recipientes o sacos impermeables que impidan la evaporación del agua contenida en los especímenes de concreto.

Las normas técnicas vigentes establecen tolerancias para la edad de rotura con respecto a la edad de diseño especificada. Todas las probetas destinadas a una determinada edad de ensayo deben ser ensayadas dentro de dicho rango de tolerancia.

Tabla 10 — Tolerancia permisible para la rotura de probetas

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	$\pm 0,5$ h ó 2,1%
3 d	± 2 h ó 2,8%
7 d	± 6 h ó 3,6%
28 d	± 20 h ó 3,0%
90 d	± 48 h ó 2,2%

Extraído de: (NTP 339.034, 2008)

Previo a la ejecución del ensayo de compresión, se debe verificar el correcto alistamiento de la máquina de ensayos y limpiar la superficie de contacto de los cabezales de carga con la cara superior e inferior de las probetas cilíndricas, asegurando un asiento uniforme y adecuado alineamiento del espécimen.

3.2.5 Construcción de viviendas sin asesoramiento técnico

A pesar de los esfuerzos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) por promover la vivienda formal, el presidente de la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios (ADI Perú) señaló que tres de cada cuatro viviendas construidas en el país siguen siendo informales (ANDINA, 2023). La asistencia técnica es esencial para mejorar la calidad de la vivienda y la ciudad. Debe ser proporcionada por las autoridades locales, quienes pueden involucrar a empresas locales, colegios profesionales, maestros de obra y ONG. Es esencial que los gobiernos locales lideren este proceso para coordinar políticas sectoriales y promover un desarrollo local integral. La falta de un sistema integrado de asistencia técnica ha impedido la concreción de proyectos comunitarios, afectando la calidad y eficacia de las soluciones urbanas (QUISPE, 2005).

La autoconstrucción se refiere al método utilizado por familias de recursos limitados para edificar sus propias viviendas, generalmente sin la intervención directa de empresas constructoras o profesionales especializados. En este proceso, las familias asumen la responsabilidad de llevar a cabo las tareas de construcción o dirigir la ejecución de las mismas (LOZANO, 2011).

El especialista en urbanismo, Manuel de Rivero, resalta la urgencia de promover buenas prácticas de construcción entre las nuevas generaciones para revertir la crítica situación actual. Advierte sobre la alta vulnerabilidad de las viviendas



debido a condiciones inadecuadas de construcción e informalidad, especialmente frente a movimientos sísmicos. Destaca que más de 1 millón de viviendas peruanas están en riesgo y que es necesario concientizar a las nuevas generaciones sobre la importancia de la construcción segura. Ante esta realidad, la campaña "Conocimientos" de UNACEM, dirigida a niños de 9 a 12 años, busca generar conciencia de manera lúdica sobre la importancia de la construcción segura y los correctos procesos constructivos desde temprana edad, con el objetivo de influir positivamente en el futuro y la seguridad de las familias peruanas (ASOCEM, 2022).

3.3 Marco conceptual

a) Compactación del concreto

Consiste en reducir el volumen de vacíos en la mezcla mediante la aplicación de vibraciones o presión, con el objetivo de eliminar el aire atrapado y asegurar la distribución uniforme de los componentes del concreto.

b) Diseño de mezcla

El diseño de mezcla del concreto es un proceso en el cual se determinan las proporciones adecuadas de los materiales utilizados para obtener un concreto con las características deseadas en términos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad y otros requisitos específicos.

c) Dosificación del concreto

La dosificación del concreto se refiere al proceso de determinar la cantidad adecuada de cada uno de los materiales que agregaremos a la mezcladora (principalmente cemento, agregados y agua) para la producción del concreto.

d) Elementos estructurales

Son componentes de una estructura que proporcionan resistencia y estabilidad a la construcción. Estos elementos trabajan en conjunto y están diseñados para soportar cargas y distribuir las de manera eficiente a lo largo de la estructura.

e) Fraguado del concreto

Es el proceso mediante el cual la mezcla de concreto, experimenta un cambio desde un estado plástico y maleable a uno más rígido y endurecido. Durante el fraguado, el concreto pasa por diferentes etapas, iniciando con un período de plasticidad cuando



se puede dar forma y colocar, seguido por un aumento gradual en la rigidez y la resistencia a medida que las partículas de cemento se hidratan y se unen.

f) Granulometría

La granulometría se refiere a la distribución de los distintos tamaños de las partículas que componen una masa de agregados. Se determina mediante el análisis granulométrico, que consiste en separar una muestra de agregados en fracciones de igual tamaño. La granulometría indica la cuantía o proporción de cada una de esas fracciones con diferente tamaño de partículas (SÁNCHEZ, 2001, p. 72).

g) Plasticidad

La plasticidad es la consistencia del concreto que puede ser moldeada fácilmente, pero que permite que el concreto fresco cambie de forma lentamente cuando se saca el molde. Por esta razón, ni las muy fluidas ni las muy secas pueden considerarse mezclas de consistencia plástica (SÁNCHEZ, 2001, p. 112).

h) Probetas

Las probetas de concreto son muestras cilíndricas de concreto que se fabrican y curan bajo condiciones controladas, con el propósito de realizar pruebas para evaluar las propiedades del concreto, como resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y durabilidad. Estas pruebas son necesarias para asegurar que el concreto cumpla con los estándares de calidad y rendimiento necesarios para una determinada aplicación.

i) Slump

El término Slump o asentamiento del concreto se refiere a la medida de la consistencia del concreto fresco antes de que inicie el fraguado. Para medir el Slump se llena el cono de Abrams con concreto en capas sucesivas, cada una compactada mediante golpes específicos, y luego se levanta el cono verticalmente para permitir que el concreto se expanda lateralmente. El descenso vertical que sufre la muestra de concreto al retirar el molde es el valor del Slump.

j) Tamaño máximo nominal del agregado

El tamaño máximo nominal del agregado varía según la aplicación del concreto. Por ejemplo, para concreto estructural, el tamaño máximo nominal suele ser de 19 mm (3/4 de pulgada) o menor. Para concreto masivo o con restricciones de colocación, el tamaño puede ser menor, incluso 9.5 mm (3/8 de pulgada).



CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

La presente tesis corresponde al tipo de “investigación aplicada, es aquella que se realiza con el propósito de comprender la realidad y adecuarla a las necesidades de la vida del hombre” (MEJÍA, 2005, p. 29). En la investigación aplicada, se parte de una problemática concreta y se emplean métodos científicos para recopilar datos, analizarlos y derivar conclusiones que puedan ser utilizadas para mejorar procesos, productos o servicios, resolver problemas técnicos o sociales, o tomar decisiones informadas en el ámbito práctico.

4.1.2 Nivel de investigación

La investigación adopta un nivel descriptivo debido a que se pretende poner en evidencia la realidad sobre la calidad del concreto de elementos estructurales.

En la investigación descriptiva, se recolecta información mediante la observación, encuestas, entrevistas u otros métodos de recopilación de datos. Luego, estos datos se analizan y se presentan de manera organizada y comprensible, utilizando herramientas como tablas, gráficos o estadísticas descriptivas.

4.2 Diseño de la investigación

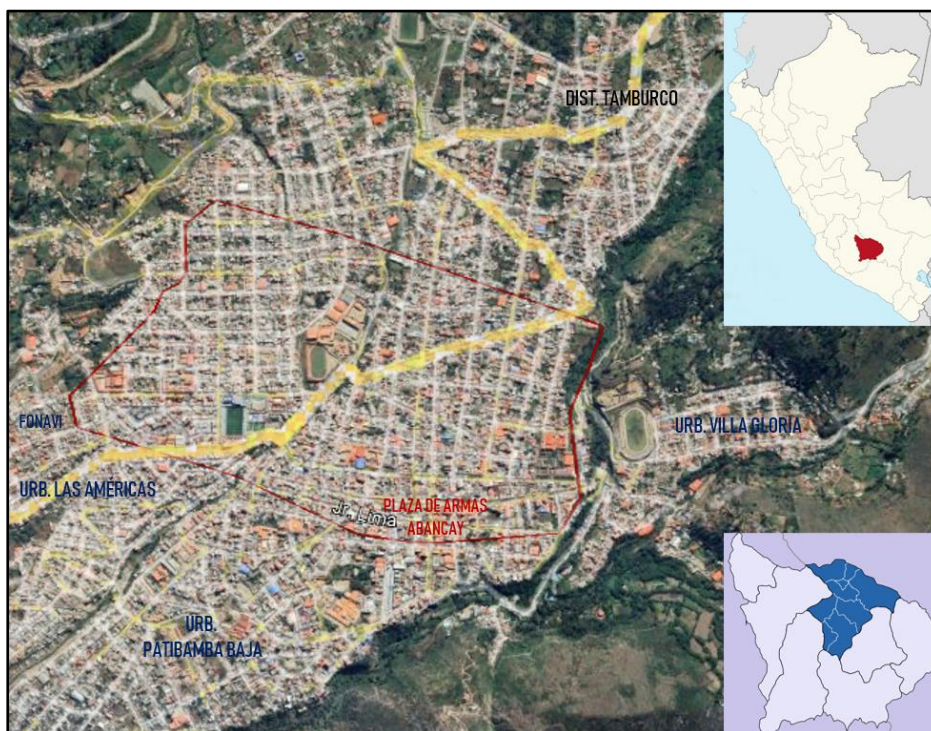
El diseño de esta investigación es no experimental, se refiere a una investigación en la que no se manipulan conscientemente variables alguna. El investigador no interviene intencionalmente en las variables independientes. Los eventos se observan tal como ocurren en su contexto natural y en un momento específico o no, para posteriormente analizarlos (PALELLA y MARTINS, 2006).

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población para esta investigación está conformada por las viviendas en proceso de construcción sin control técnico profesional del concreto en la ciudad de Abancay, Apurímac 2023. El área de estudio se localiza en la zona urbana del distrito y provincia de Abancay, en la región de Apurímac, al sur del Perú.





Extraído de: Google Earth Pro

Figura 2 — Ubicación geográfica del proyecto

4.3.2 Muestra

El tipo de muestra utilizado es de naturaleza no probabilística. En este enfoque, la selección de elementos no se basa en la probabilidad, sino más bien en las características específicas de la investigación (HERNÁNDEZ, 2014). En este estudio se empleó el método de muestreo por criterio del investigador o muestreo de juicio para la selección de la muestra. Se optó por examinar 30 muestras de ensayo, uno por cada vivienda en proceso de construcción. Para determinar el número de muestras de ensayo de acuerdo al acápite 5.6.2 de la Norma NTE E.060-2009.

Tabla 11 — Relación de construcciones de edificaciones

Nº	PROPIETARIO	DIRECCIÓN	RESOLUCIÓN N°
1	JOWER CCAHUANA SARMIENTO	PASAJE LA FLORIDA S/N	052-22-GATDU-MPA
2	CARLOS QUIVIO CONTRERAS	CALLE TOMAS GARCIA S.	066-22-GATDU-MPA
3	MARCOS HUAMAN RAMOS	JR. AREQUIPA S/N - CERCADO	071-22-GATDU-MPA
4	JUAN D. ANTEZANA CCAHUANA	JR. JUNIN	081-22-GATDU-MPA
5	MIGUEL ANGEL SOLIS SOLIS	AV. VENEZUELA S/N	083-22-GATDU-MPA
6	CAYETANO SEGOVIA MALLMA	JR. NUEVA ESPERANZA	089-22-GATDU-MPA
7	VICENTE PAUL TAPIA SORIA	AV. JULIO C. TELLO S/N	094-22-GATDU-MPA
8	DENIS AYALA UGARTE	CALLE VICTORIA N 305	098-22-GATDU-MPA
9	MANUEL TELLO REINOSO	AV. ABANCAY N 208	100-22-GATDU-MPA
10	SIDO RINCON PEREZ	JR. AREQUIPA S/N	106-22-GATDU-MPA
11	QUINTIN SEQUEIROS E.	AV. J. MARIA ARGUEDAS S/N	107-22-GATDU-MPA
12	MAURO DAMIAN CHIPA	AV. GERANIOS - PATIBAMBA BAJA	113-22-GATDU-MPA
13	PEPE N. CASAVARDE MARIN	PASAJE 12 DE OCTUBRE S/N	123-22-GATDU-MPA
14	JESSICA QUISPE RAYME	AV. AYACUCHO - LAS PALMERAS	130-22-GATDU-MPA



N°	PROPIETARIO	DIRECCIÓN	RESOLUCIÓN N°
15	CLAUDIO J. BARAZORDA ARONI	JR. ANDAHUAYLAS S/N	131-22-GATDU-MPA
16	LEONOR HERRERA QUISPE	ESQUINA JR. LIMA CON JR. UNION	134-22-GATDU-MPA
17	ESTELA ENRIQUEZ SOTELO.	JR. CUSCO N 624-626-628	136-22-GATDU-MPA
18	ALONSO YABAR REY DE CASTRO	ESQ. AV. PRADO ALTO /IMPERIAL	143-22-GATDU-MPA
19	ESTEBAN F. ARANDO MEDINA	CARRETERA ABANCAY- AYMAS S/N	137-22-GATDU-MPA
20	PERCY CAMACHO RODRIGUEZ	ESQUINA JR. LIBERTAD	140-22-GATDU-MPA
21	MARIANO S. PEREZ RETAMOZO	CALLE RICARDO PALMA N 208	141-22-GATDU-MPA
22	JULIO AZURIN CAMARA	JR. D. SAMANEZ OCAMPO S/N	142-22-GATDU-MPA
23	CESAR LEON SAUÑE	AV. CIRCUNVALACION	145-22-GATDU-MPA
24	IGLESIA EVANGÉLICA PERUANA	PJ. JOHN FITZGERALD KENNEDY	SIN RESOLUCIÓN
25	JORGE TRIVEÑO SALDIVAR	AV. PERÚ S/N	SIN RESOLUCIÓN
26	NELIDA MURGA ALMANZA	AV. V. RAUL AYA DE LA TORRE	SIN RESOLUCIÓN
27	RONAL LAGOS USTUA	AV DE LA CULTURA S/N	SIN RESOLUCIÓN
28	ANTONIO TAYPE AYQUIPA	AV. BENIGNO LA TORRE PALMA	SIN RESOLUCIÓN
29	NILDA ROZAS VALENZUELA	AV. PANAMÁ	SIN RESOLUCIÓN
30	RUTH PEREIRA CASTILLO	JR CHALHUANCA 431	SIN RESOLUCIÓN

4.4 Procedimiento

4.4.1 Etapas del procedimiento

El procedimiento de la investigación se desarrolla a través de una secuencia de pasos que se muestra en la siguiente figura:

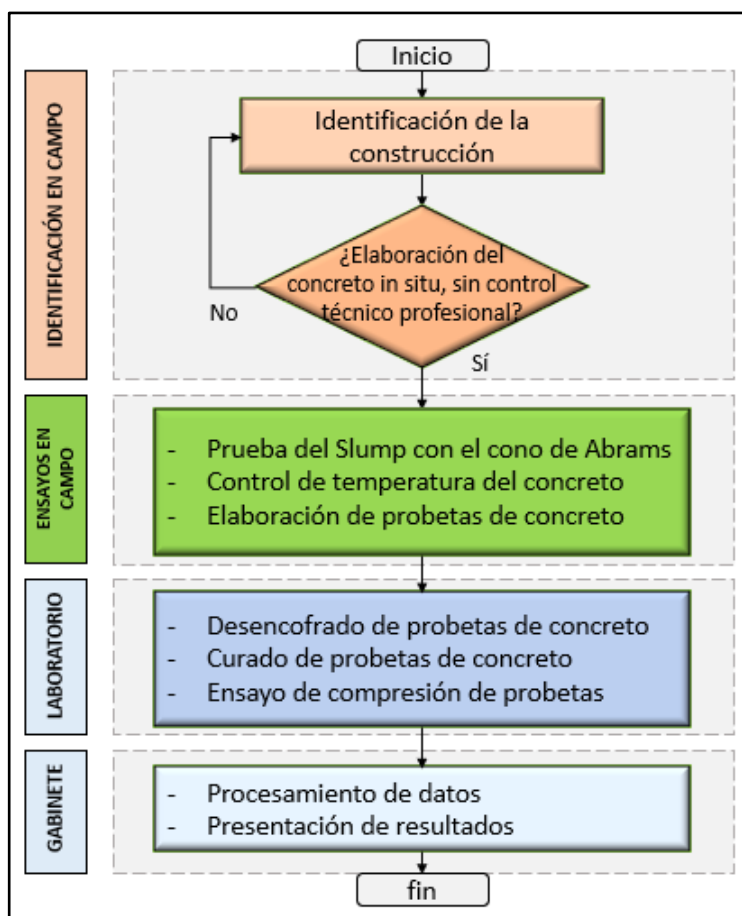


Figura 3 — Diagrama del procedimiento de la investigación



4.4.2 Identificación de la construcción

Durante la fase inicial de este estudio, se procedió a la identificación de viviendas proceso de construcción, caracterizadas por la ausencia de supervisión por parte de personal técnico capacitado para el control de la calidad del concreto. Este vacío de control técnico abarcó las diversas fases del proceso del concreto, tales como la dosificación, mezclado, traslado, colocación y compactación.

Los constructores emplearon métodos artesanales y tradicionales para la elaboración del concreto, utilizando principalmente mezcladoras tipo trompo y herramientas manuales. Se observó que en la construcción de algunas viviendas se elabora el mezclado del concreto utilizando herramientas manuales y una manguera para agregar agua, sin un control preciso de la dosificación. Esta práctica genera incertidumbre acerca de la calidad del concreto, especialmente para elementos estructurales críticos, como una escalera, que desempeña un papel importante durante eventos sísmicos al facilitar la evacuación.



Figura 4 — Elaboración del concreto con herramientas manuales

4.4.3 Ensayo de asentamiento del concreto

4.4.3.1 Materiales para el ensayo

a) Cono de Abrams

Se empleó un molde metálico de forma troncocónica de 300 mm de diámetro inferior, de 100 mm de diámetro superior y de 300 mm de altura. El molde cumple con lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP 339.035.



Figura 5 — Medidas del Cono de Abrams

b) Varilla metálica

Se empleó una varilla de acero liso de 16 mm de diámetro, de 600 mm de longitud con extremo redondeado del mismo diámetro que la barra.

c) Plancha metálica

Se empleó una plancha metálica de 350 mm x 400 mm de lado par el apoyo del molde.

d) Cuchara vertedora

Ideal para obtener la cantidad de muestra de concreto del recipiente de tal forma que no haya derrame del concreto.

e) Dispositivo de medida

Para medir el asentamiento se usó una cinta métrica de metal.



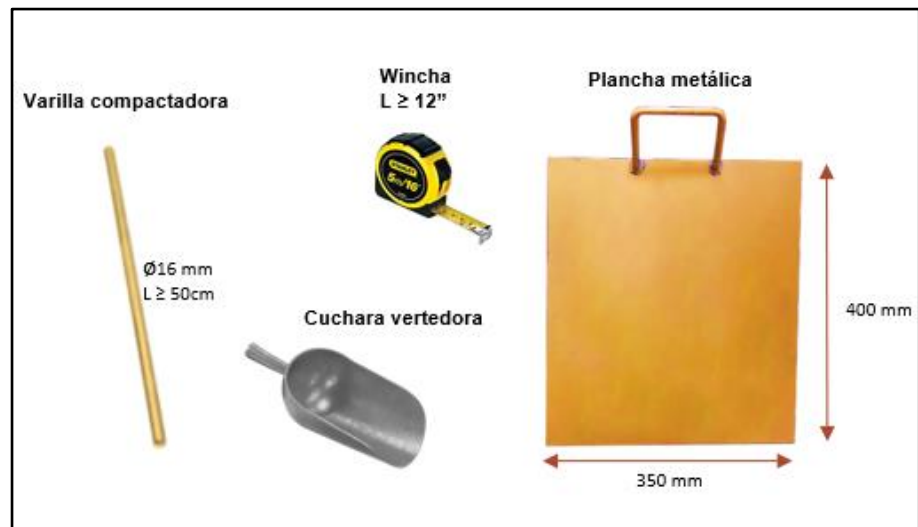


Figura 6 — Herramientas para el ensayo de asentamiento

4.4.3.2 Ejecución del ensayo

El ensayo del cono de Abrams se realizó con la finalidad de evaluar la fluidez o plasticidad, es decir, la capacidad del concreto fresco para ser moldeado y conformado adecuadamente. Para esta etapa se midió la consistencia del concreto mediante el ensayo de cono de Abrams, que también es conocido como prueba de asentamiento o prueba Slump.

- a) Previamente al ensayo se humedeció el cono de Abrams junto con la plancha metálica y la varilla compactadora, se colocó la plancha metálica sobre una superficie plana y estable, luego se pisó las aletas del molde para asegurarlos contra la placa metálica que se colocó en la base.
- b) Se llenó el molde colocando el concreto con un cucharón y distribuyendo uniformemente en tres capas, en cada capa se compactó aplicando 25 golpes en toda la sección de la capa con la varilla compactadora. Se procedió a enrazar con la parte plana de la varilla sobre el borde superior del molde. Antes de retirar el molde se eliminó cualquier sobrante de concreto en los bordes alrededor del molde, inmediatamente se retiró el molde en dirección vertical evitando movimientos laterales. Se realizó esta operación en un tiempo que no superó los 2.5 min.
- c) Se colocó el molde metálico a un costado del concreto en posición invertida para medir inmediatamente el asentamiento del concreto



determinado por la diferencia de altura entre el molde metálico y el centro del concreto deformado.



Figura 7 — Ensayo del asentamiento del concreto con el cono de Abrams

4.4.4 Ensayo de temperatura del concreto

4.4.4.1 Dispositivo de medida

Para medir la temperatura del concreto se empleó un termómetro digital con sonda de acero inoxidable, que es usado en el sector industrial, agricultura, en el seguimiento de alimentos, refrigeración, farmacéuticos, etc. Ver ficha técnica del termómetro digital WT-1 en Anexo 5.



Figura 8 — Termómetro digital modelo WT-1

4.4.4.2 Ejecución del ensayo

La medida de temperatura del concreto con un termómetro digital consistió en utilizar un dispositivo electrónico para obtener una lectura de la temperatura del material. Los procedimientos para tomar la medida de temperatura del concreto con un termómetro digital fueron de acuerdo a la norma NTP 339.184. que establece el procedimiento para determinar la temperatura de mezclas de concreto en estado fresco.

A continuación, se detallan los pasos seguidos para este ensayo:

a) Preparación del termómetro

Asegurando de que el termómetro digital esté en buenas condiciones y funcionando correctamente se verificó que las baterías estén cargadas y que la pantalla del termómetro esté clara y legible.



Figura 9 — Vivienda 01. Ensayo de temperatura del concreto

b) Colocación del termómetro

Se sumergió el sensor del termómetro en el concreto para obtener una lectura de la temperatura. Asegurando de que el sensor esté sumergido por lo menos 75 mm (3 pulgadas) en el concreto y en una ubicación representativa de la masa total del material.

c) **Lectura de la temperatura**

Se esperó que el termómetro digital registre la temperatura del concreto durante un tiempo promedio de 2 min. para luego leer y registrar la temperatura. Se midió la temperatura del concreto en un tiempo menor a 5 min. a partir de la toma de muestra del concreto.

4.4.5 Ensayo para la elaboración de probetas de concreto

4.4.5.1 Materiales

a) **Moldes cilíndricos**

Se usaron moldes cilíndricos de PVC de 4 pulgadas de diámetro y 8 pulgadas de altura que cumplen con la Norma Técnica Peruana NTP 339.209.

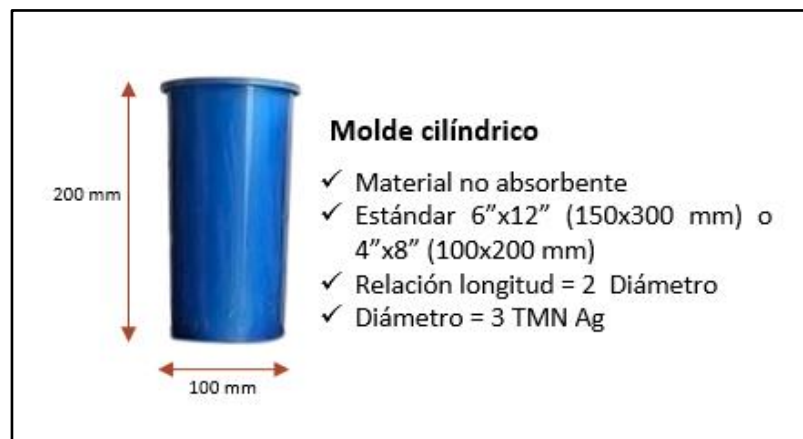


Figura 10 — Molde cilíndrico para la elaboración de briquetas

b) **Varilla compactadora**

Se empleó una varilla de acero liso de 10 mm de diámetro con el extremo de compactación de punta semiesférica.

c) **Martillo**

Se usó un martillo con cabeza de goma con una masa de 0.6 kg.

d) **Herramientas de acabado**

Se usó una paleta de albañil para el acabado de la superficie de la briqueta.

e) **Recipiente**

El recipiente empleado fue de material no absorbente con capacidad para ser mezclado fácilmente la muestra.



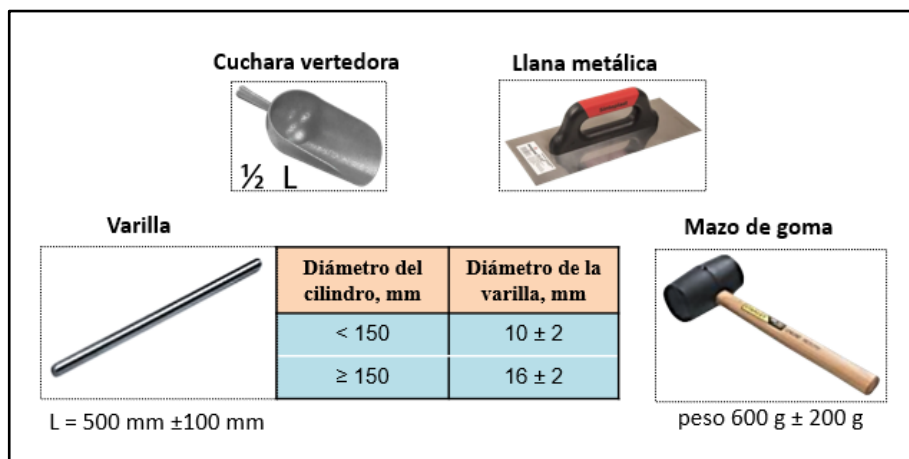


Figura 11 — Herramientas para la elaboración de briquetas

4.4.5.2 Ejecución del ensayo

La elaboración de las briquetas se llevó a cabo siguiendo lo indicado en la norma NTP 339.033 y la ASTM C172; esta norma tiene como objetivo regular y garantizar la correcta elaboración de los especímenes de concreto.

A continuación, se detalla el procedimiento de la elaboración de las muestras cilíndricas del concreto:

a) Preparación de los moldes.

Se procedió a limpiar los moldes cilíndricos hasta que quedaron completamente libres de residuos de concreto. Posteriormente, se utilizó un paño para humedecer el interior de cada molde con un antiadherente.

b) Mezcla del concreto.

Se tomó el concreto en un recipiente y se procedió a mezclar con una pala para que quede homogénea.

c) Llenado de los moldes

Se procedió con el llenado del concreto en los moldes en tres capas aproximadamente de igual espesor asegurando la compactación en cada capa mediante 25 golpes realizados con una varilla de acero. Durante el proceso de compactación, se ejercen golpes suaves en el exterior del molde para eliminar cualquier presencia de burbujas de aire que puedan afectar la calidad del concreto.



d) Alisado de la superficie

Una vez que se ha llenado el molde con la muestra de concreto, se procedió a nivelar cuidadosamente la parte superior, garantizando así que la superficie de las briquetas sea completamente lisa y uniforme.

e) Etiquetado de las muestras

Se procedió a etiquetar en cada molde con información relevante, como el número de muestra y fecha de elaboración.



Figura 12 — Elaboración de probetas de concreto.

4.4.5.3 Desencofrado y curado de las muestras de concreto

Las muestras de briquetas fueron desmoldadas después de 24 horas de su elaboración para luego ser sometidas al proceso de curado. El método más ampliamente utilizado para el curado de muestras de concreto es el curado por inmersión en agua. Este método implica sumergir completamente las muestras de concreto en agua durante un periodo determinado, con el objetivo de asegurar un adecuado desarrollo de resistencia y durabilidad.

El curado por inmersión en agua ofrece varios beneficios. Al sumergir las muestras en agua, se evita la pérdida excesiva de humedad, lo que ayuda a prevenir la contracción y agrietamiento prematuro del concreto. Además,

proporciona una temperatura y ambiente controlados, lo que favorece la hidratación continua del cemento y el desarrollo de la resistencia deseada. Al realizar el curado del concreto por inmersión se debe tener en cuenta que el agua utilizada para el curado debe estar limpia y libre de contaminantes que puedan afectar negativamente la calidad del concreto. Para ello se empleó agua potable. Se procedió a cambiar periódicamente el agua para evitar que se acumulen impurezas y para mantener una hidratación efectiva del concreto.



Figura 13 — Curado de briquetas de concreto en laboratorio

4.4.6 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

4.4.6.1 Materiales

Se usó un equipo de prensa de concreto de marca “Pinzuar”, modelo PC-42, con capacidad de 1200 kN del laboratorio “Conchipa Ingenieros”. El certificado de calibración del equipo se adjunta en el Anexo 4.



Extraído de: <https://www.pinzuar.com.co/product/222>

Figura 14 — Prensa para ensayos de compresión del concreto en laboratorio

Se usó almohadillas de neopreno en el ensayo de rotura del concreto para asegurar una distribución uniforme de la carga, absorber irregularidades superficiales, reducir la fricción y proteger la muestra de daños.



Extraído de: <https://www.matest.com/es/concreto/accesorios-para-maquinas-de-ensayos-a-compresion-y-flexion/almohadillas-y-retenedores/>

Figura 15 — Almohadilla de neopreno para el refrentado

4.4.6.2 Ejecución del ensayo

La prueba de resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas de concreto se realizó mediante el método de ensayos destructivos en el

laboratorio “Conchipa Ingenieros” de la ciudad de Abancay. Este ensayo consiste en aplicar una carga axial gradualmente creciente sobre un cilindro de concreto estándar hasta que se produce la falla. Los resultados de este ensayo se reflejan en la máxima fuerza que el cilindro de concreto puede soportar antes de sufrir una falla y se expresa en unidades de presión.

La Norma Técnica Peruana NTP 339.034 y la ASTM C39 establecen que las muestras de concreto deben ser sometidas a ensayos para determinar su resistencia a la compresión. Además, este indica que el número mínimo de especímenes es de 3 para especímenes de 100 mm de diámetro.

Específicamente a los 28 días de fraguado el concreto, se considera que es suficiente el tiempo para que el concreto alcance una resistencia adecuada y representativa de su resistencia máxima a largo plazo.

Se calculó la resistencia en compresión de la muestra cilíndrica dividiendo la carga máxima alcanzada entre el área promedio de la sección transversal y esta fue registrada expresada en unidades de kg/cm^2 .



Figura 16 — Resistencia en compresión del concreto en laboratorio

4.5 Técnica e instrumentos

4.5.1 Técnica

La técnica utilizada en esta tesis involucró la observación directa en el lugar donde se elabora el concreto. Este enfoque permitió un análisis detallado de los procesos de preparación del concreto, incluyendo la dosificación de materiales, el mezclado, y las condiciones ambientales y de trabajo durante la elaboración. La observación en el sitio proporcionó una visión completa de las prácticas actuales y sus efectos en la calidad del concreto utilizado en las construcciones de viviendas en la Ciudad de Abancay.

4.5.2 Instrumentos

Durante el desarrollo de la investigación, se emplearon diversos instrumentos para recopilar información. La ficha de recolección de datos se utilizó como un medio estructurado para registrar información relevante directamente en el campo. La fotografía, como herramienta visual, desempeñó un papel fundamental al capturar instantáneas detalladas de elementos durante el proceso de investigación. Esta técnica permitió una documentación visual que complementó y enriqueció la información recopilada. Los ensayos en campo se llevaron a cabo para obtener datos directos y específicos mediante las Normas Técnicas Peruanas. Para los ensayos se usaron los moldes cilíndricos, el cono de Abrams, el termómetro para la medición de temperatura, una prensa compresora de concreto. Además, se emplearon hojas de cálculo y herramientas de office para el análisis de resultados, facilitando la organización e interpretación de los datos recopilados. Estas herramientas proporcionaron una visión cuantitativa y comparativa de las variables de interés, contribuyendo así a una comprensión más profunda de los hallazgos de la investigación.

4.6 Análisis estadístico

Se utilizan medidas de tendencia central de la estadística para comparar los resultados obtenidos de los ensayos del concreto. Estos estadísticos nos brindan una comprensión objetiva de los datos y nos ayudan a identificar posibles variaciones o patrones significativos en el rendimiento del concreto utilizado.



4.6.1 Media muestral

Es el valor promedio de los datos en la muestra y se utiliza como una estimación del valor promedio de la población a partir de la cual se ha tomado la muestra. La media muestral se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Donde:

\bar{x} : es la media de la muestra

x_i : son los valores individuales en la muestra

n : es el tamaño de la muestra

a) Promedio de la temperatura del concreto

Los siguientes datos corresponden a la temperatura del concreto en °C:

27.10	26.30	23.80	27.40	25.60	28.80	26.30	28.80	27.00	27.30
28.40	27.50	23.00	25.90	26.80	25.50	28.10	26.30	26.80	27.10
27.80	28.30	27.40	24.90	25.80	22.80	25.60	27.60	27.10	24.90

El promedio de la temperatura del concreto es:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{796}{30} = 26.53 \text{ °C}$$

b) Promedio del Slump del concreto

Los siguientes datos corresponden al asentamiento (Slump) del concreto expresado en pulgadas:

7.75	6.50	5.25	6.50	6.25	7.75	6.25	6.00	6.50	6.75
7.25	7.00	5.00	6.00	5.25	5.50	6.75	7.50	6.50	6.75
7.00	7.25	6.75	7.00	5.50	5.50	6.00	6.75	6.75	5.50

El promedio del Slump del concreto es:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{193}{30} = 6.43 \text{ pulgadas}$$

c) Promedio de la resistencia a la compresión del concreto

Se muestran los datos de resistencia a la compresión del concreto expresado en kg/cm²:

180.87	203.80	221.80	206.90	210.63	186.93	199.40	203.97	205.00	210.20
192.23	195.97	204.63	197.50	215.00	211.17	203.57	188.20	198.43	194.57
197.67	206.93	190.67	193.03	203.53	214.93	215.57	197.70	196.83	205.93



El promedio de la resistencia en compresión del concreto es:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{6053.57}{30} = 201.79 \text{ kg/cm}^2$$

4.6.2 Desviación estándar muestral

Indica la distancia o alejamiento de los valores individuales de una muestra con respecto a la media.

La desviación estándar muestral se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Donde: S: desviación estándar muestral
 xi: valores individuales en la muestra
 \bar{x} : media muestral
 n: tamaño de la muestra

La desviación estándar de la temperatura del concreto es:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{69.57}{29}} = 1.55^\circ\text{C}$$

La desviación estándar del asentamiento del concreto es:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{16.49}{29}} = 0.75 \text{ Pulgadas}$$

Desviación estándar de la resistencia a la compresión del concreto:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2592.10}{29}} = 9.45 \text{ kg/cm}^2$$

4.6.3 Coeficiente de variación

El coeficiente de variación es una medida estadística que se utiliza para evaluar la variabilidad relativa de un conjunto de datos en relación con su media. Se expresa como un porcentaje y se utiliza comúnmente en estadísticas y análisis de datos para comparar la dispersión de datos en diferentes conjuntos, especialmente cuando se trata de muestras o poblaciones con diferentes unidades o escalas.



La fórmula del coeficiente de variación es la siguiente:

$$V = \left(\frac{s}{\bar{x}} \right) \times 100$$

Donde

V: coeficiente de variación

s: es la desviación estándar muestral

\bar{x} : es la media de la muestra

Coeficiente de variación de los datos de temperatura del concreto:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 = \frac{1.549}{26.53} \times 100 = 5.84\%$$

Coeficiente de variación de los datos de asentamiento del concreto:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 = \frac{0.754}{6.43} \times 100 = 11.73\%$$

Coeficiente de variación de la resistencia en compresión del concreto:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 = \frac{9.454}{201.79} \times 100 = 4.69\%$$

4.6.4 Distribución normal

Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras estándar de concreto tienden a agruparse alrededor de un valor promedio, siguiendo una distribución de frecuencia que se asemeja mucho a una distribución normal. Por lo tanto, podemos estimar con bastante precisión cómo se comportará el concreto en compresión si conocemos el promedio y la desviación estándar de un conjunto de muestras (PASQUEL, 2020).

“Una distribución natural frecuente que tiene propiedades predecibles. El análisis de los resultados de las pruebas de resistencia que se presenta en esta guía asume que los resultados de las pruebas bajo consideración tienen una distribución normal. Aunque esta suposición es razonable, no siempre es así; los usuarios deben verificar la distribución real de los datos para asegurarse de que se acerque razonablemente a la distribución normal”(ACI 214R-11, 2011, p. 3).



4.6.5 Probabilidad de ocurrencia

El ACI 318 tiene definido la probabilidad de ocurrencia de que los ensayos estén dentro de un intervalo y está dado por:

$$\mu \pm t \cdot S$$

Donde:

μ : media

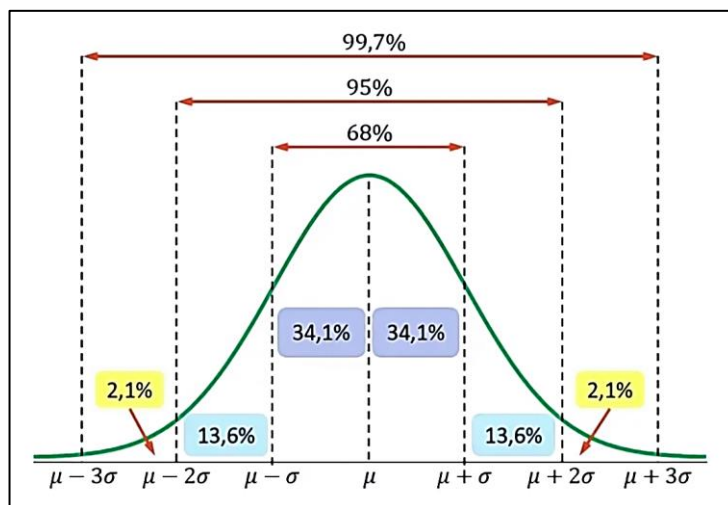
t : constante para la desviación estándar que depende del número de pruebas que se espera caigan por debajo de $f'c$

S : desviación estándar

Para $t = 1$, se tiene: $\mu \pm 1S = 68\%$

Para $t = 2$, se tiene: $\mu \pm 2S = 95\%$

Para $t = 3$, se tiene: $\mu \pm 3S = 99.7\%$



Extraído de: (ESTADÍSTICA P.Y, 2022)

Figura 17 — Probabilidad de ocurrencia a distintas desviaciones estándar

4.6.6 Prueba de normalidad de los datos de temperatura del concreto fresco

El objetivo de este análisis es determinar si los datos se adhieren a una distribución normal o presentan desviaciones significativas de la normalidad. Para este fin, se empleará la prueba de Shapiro-Wilk, ya que el tamaño de la muestra es menor a 50 observaciones.



a) **Planteamiento de hipótesis**

H₀: Los datos de la variable temperatura del concreto fresco provienen de una distribución normal.

H₁: Los datos de la variable temperatura del concreto fresco no provienen de una distribución normal.

b) **Nivel de significancia o riesgo**

Nivel de significancia (α): 0,05

Grados de libertad (gl): 29

c) **Valor de prueba**

Para obtener los valores de prueba se empleó el software IBM SPSS V25

Tabla 12 — Prueba de normalidad para la temperatura del concreto

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	,135	30	,171	,939	30	,085

Para este caso se tiene 30 datos, por tal razón se elige la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk donde el valor de P es igual a 0,085.

Lectura del P-valor: Con una probabilidad de error del 8.5% se acepta que H₀ es verdadera.

d) **Comparación de p y α**

P valor = 0,085 > α = 0,05

e) **Decisión estadística**

Los datos de temperatura del concreto fresco provienen de una distribución normal.

4.6.7 Prueba de normalidad de los datos de asentamiento del concreto

El propósito de esta evaluación es verificar si los datos siguen una distribución normal o si muestran diferencias notables respecto a la normalidad. Para lograrlo, se aplicará la prueba de Shapiro-Wilk, dado que el tamaño de la muestra es inferior a 50 observaciones.

a) **Planteamiento de hipótesis**

H₀: Los datos de la variable asentamiento del concreto provienen de una distribución normal.



H₁: Los datos de la variable asentamiento del concreto no provienen de una distribución normal.

b) Nivel de significancia o riesgo

Nivel de significancia (α): 0,05

Grados de libertad (gl): 29

c) Valor de prueba

Para obtener los valores de prueba se empleó el software SPSS V25

Tabla 13 — Prueba de normalidad para el asentamiento del concreto

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento	,197	10	,200	,899	10	,211

Para este caso se tiene 30 datos, se realiza la prueba de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk donde Sig. = 0,211 viene a ser el P valor.

d) Comparación de p y α

P valor = 0,211 > α = 0,05

e) Decisión estadística

Los datos de la variable asentamiento del concreto provienen de una distribución normal.

4.6.8 Prueba de normalidad de los datos de resistencia en compresión del concreto

El objetivo de esta prueba es determinar si los datos se ajustan a una distribución normal o si existen desviaciones significativas de la normalidad. Para ello se usará la prueba de Shapiro–Wilk ya que se cuenta con menos de 50 datos.

a) Planteamiento de hipótesis

H₀: Los datos de la variable resistencia a la compresión del concreto provienen de una distribución normal.

H₁: Los datos de la variable resistencia a la compresión del concreto no provienen de una distribución normal.

b) Nivel de significancia o riesgo

Nivel de significancia (α): 0,05

Grados de libertad (gl): 29



c) **Valor de prueba**

Para obtener los valores de prueba se empleó el software IBM SPSS V25

Tabla 14 — Prueba de normalidad de resistencia a la compresión del concreto

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c	0,142	30	0,126	0,940	30	0,090

Para este caso se tiene 30 datos, se realiza la prueba de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk donde Sig. = 0,09 viene a ser el P valor.

d) **Comparación de p y α**

$$P \text{ valor} = 0,090 > \alpha = 0,05$$

e) **Decisión estadística**

Los datos de la variable resistencia a la compresión del concreto provienen de una distribución normal.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Temperatura del concreto fresco

En la siguiente tabla se tiene los datos recolectados de temperatura del concreto

Tabla 15 — Datos de temperatura del concreto fresco

N°	Temperatura (°C)	N°	Temperatura (°C)
1	27.10	16	25.50
2	26.30	17	28.10
3	23.80	18	26.30
4	27.40	19	26.80
5	25.60	20	27.10
6	28.80	21	27.80
7	26.30	22	28.30
8	28.80	23	27.40
9	27.00	24	24.90
10	27.30	25	25.80
11	28.40	26	22.80
12	27.50	27	25.60
13	23.00	28	27.60
14	25.90	29	27.10
15	26.80	30	24.90

Tabla 16 — Estadísticos descriptivos de la temperatura del concreto

Estadísticos descriptivos						
N	Mínimo (°C)	Máximo (°C)	Rango (°C)	Media (°C)	Desviación Estándar (°C)	Coficiente de Variación (%)
30	22.8	28.8	6	26.5333	1.54882	5.84

De la tabla anterior se observa que la temperatura del concreto tiene un valor máximo alcanzado de 28.8 °C que es menor a 32°C cumpliendo lo estipulado por la Norma E.060 Concreto Armado, Capítulo 5.

En la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado en el capítulo 5, sección 5.11.2 se limita la temperatura máxima del concreto para climas cálidos a 32 °C durante la colocación.



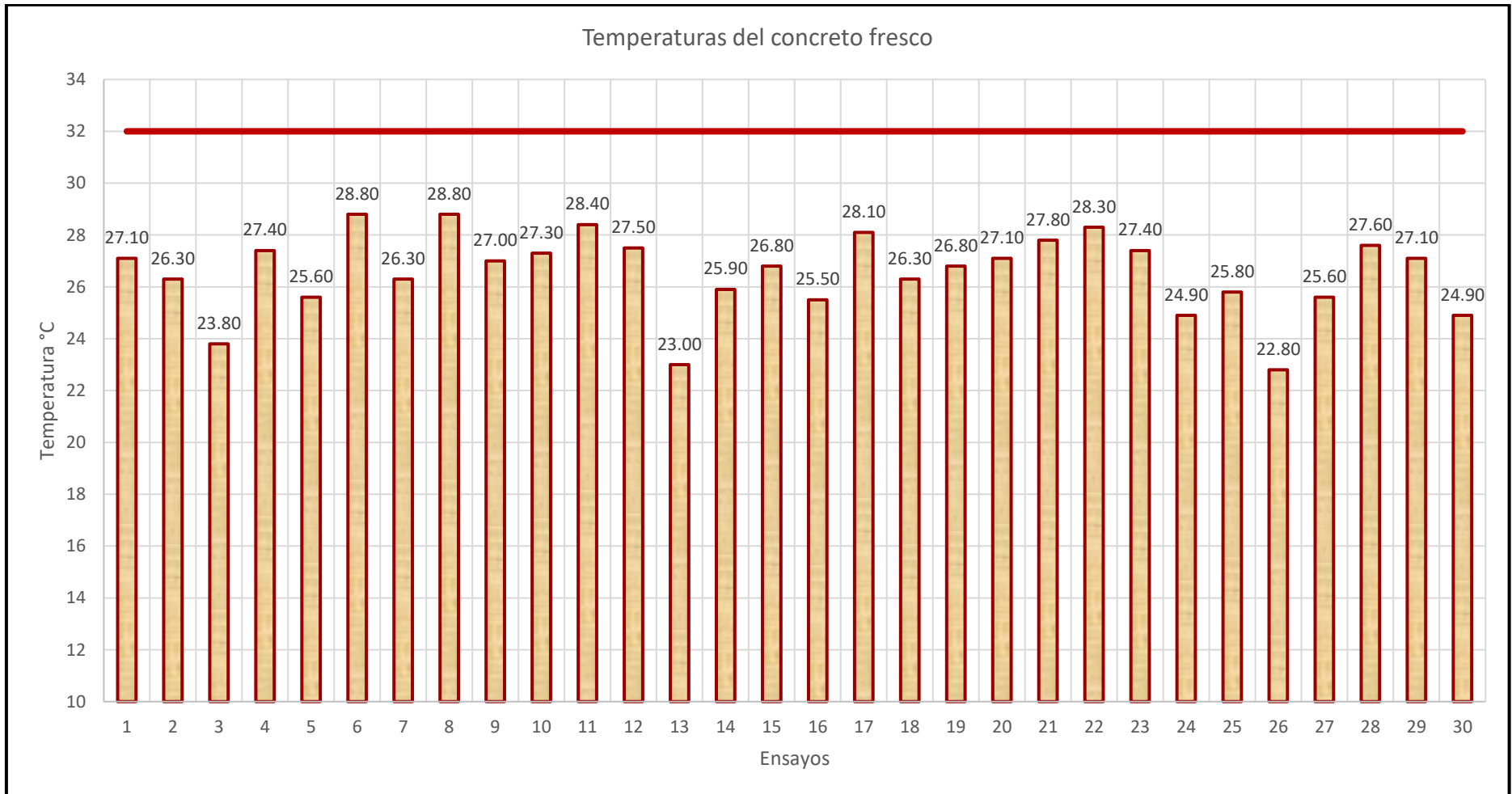


Figura 18 — Temperatura del concreto fresco

5.1.2 Asentamiento del concreto (Slump)

La tabla a continuación presenta los resultados del ensayo de asentamiento o Slump recopilados en el campo durante la ejecución de las construcciones de viviendas evaluadas. Este ensayo se llevó a cabo para medir la consistencia del concreto fresco, mediante el ensayo del cono de Abrams. Los datos proporcionados en la tabla ofrecen una visión detallada de los niveles de asentamiento registrados en cada muestra de concreto, lo que permite evaluar la uniformidad y calidad de la mezcla utilizada en el proceso constructivo.

Tabla 17 — Asentamiento del concreto

N°	Slump (pulgadas)	N°	Slump (pulgadas)
1	7.75	16	5.50
2	6.50	17	6.75
3	5.25	18	7.50
4	6.50	19	6.50
5	6.25	20	6.75
6	7.75	21	7.00
7	6.25	22	7.25
8	6.00	23	6.75
9	6.50	24	7.00
10	6.75	25	5.50
11	7.25	26	5.50
12	7.00	27	6.00
13	5.00	28	6.75
14	6.00	29	6.75
15	5.25	30	5.50

En la siguiente tabla se puede observar los estadísticos descriptivos de los datos de asentamiento, se muestra los asentamientos mínimos y máximos, así como la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación de la misma.

Tabla 18 — Estadísticos descriptivos del asentamiento del concreto

Estadísticos descriptivos						
N	Mínimo (in)	Máximo (in)	Rango (in)	Media (in)	Desviación Estándar (in)	Coficiente de Variación (%)
30	5.00	7.75	2.75	6.43	0.754	11.73

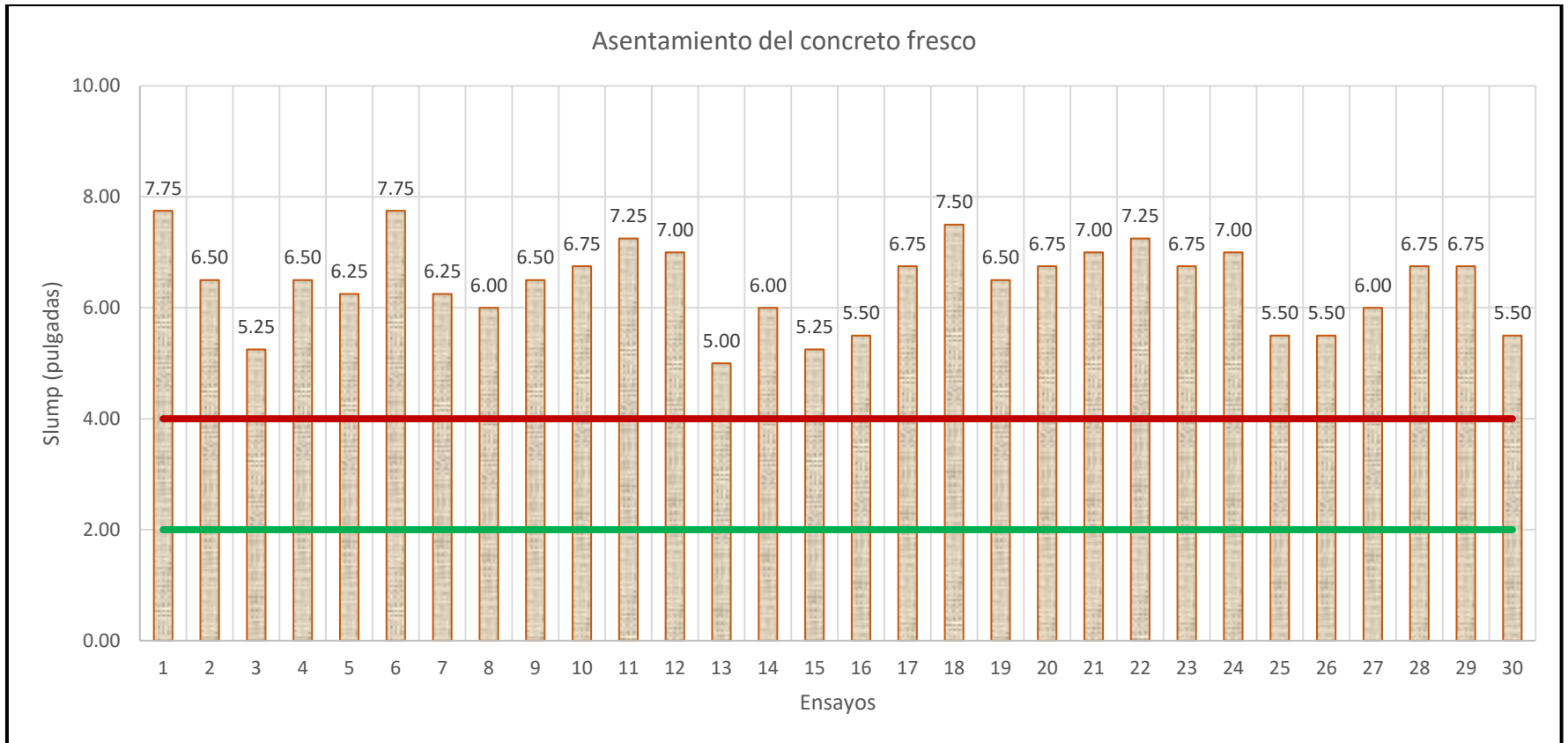


Figura 19 — Asentamiento del concreto fresco

5.1.3 Resistencia a la compresión del concreto

Tabla 19 — Resistencia a la compresión del concreto

Resistencia en compresión a los 28 días (kg/cm ²)					
N°	C 1	C 2	C 3	Resistencia	Media móvil
1	178.20	176.90	187.50	180.87	—
2	199.30	204.00	208.10	203.80	—
3	212.10	220.90	232.40	221.80	202.16
4	201.70	207.50	211.50	206.90	210.83
5	216.30	211.90	203.70	210.63	213.11
6	191.20	180.70	188.90	186.93	201.49
7	198.10	205.10	195.00	199.40	198.99
8	199.90	204.30	207.70	203.97	196.77
9	201.60	207.40	206.00	205.00	202.79
10	207.70	218.30	204.60	210.20	206.39
11	189.50	194.80	192.40	192.23	202.48
12	191.50	209.50	186.90	195.97	199.47
13	207.80	202.00	204.10	204.63	197.61
14	194.30	201.10	197.10	197.50	199.37
15	214.60	223.40	207.00	215.00	205.71
16	214.10	198.80	220.60	211.17	207.89
17	202.30	199.10	209.30	203.57	209.91
18	180.90	193.90	189.80	188.20	200.98
19	194.00	201.80	199.50	198.43	196.73
20	192.60	210.80	180.30	194.57	193.73
21	191.30	199.60	202.10	197.67	196.89
22	206.80	201.40	212.60	206.93	199.72
23	196.10	186.50	189.40	190.67	198.42
24	189.80	190.60	198.70	193.03	196.88
25	203.80	204.60	202.20	203.53	195.74
26	211.10	211.90	221.80	214.93	203.83
27	213.60	223.10	210.00	215.57	211.34
28	199.90	195.10	198.10	197.70	209.40
29	197.00	189.00	204.50	196.83	203.37
30	197.60	208.80	211.40	205.93	200.16

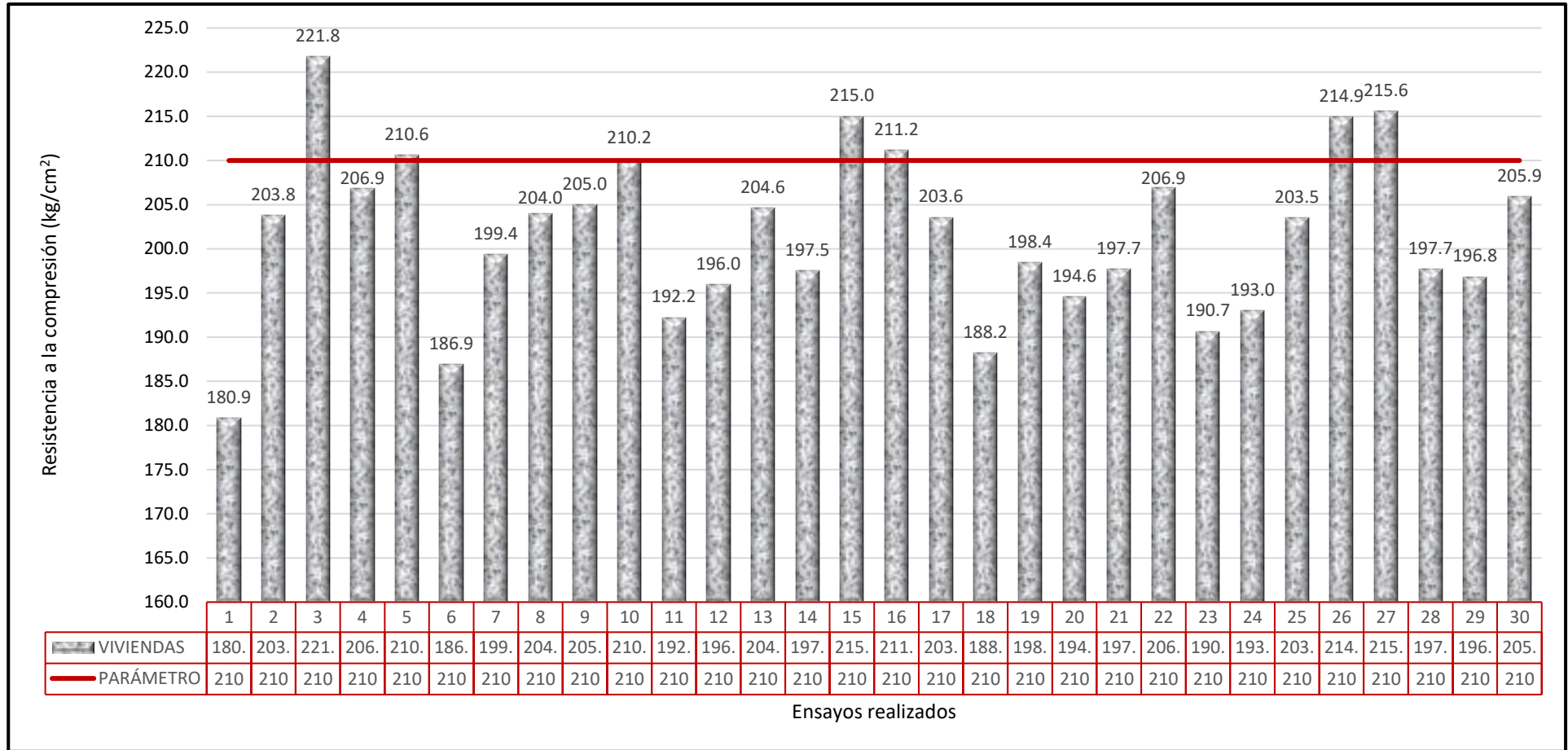


Figura 20 — Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

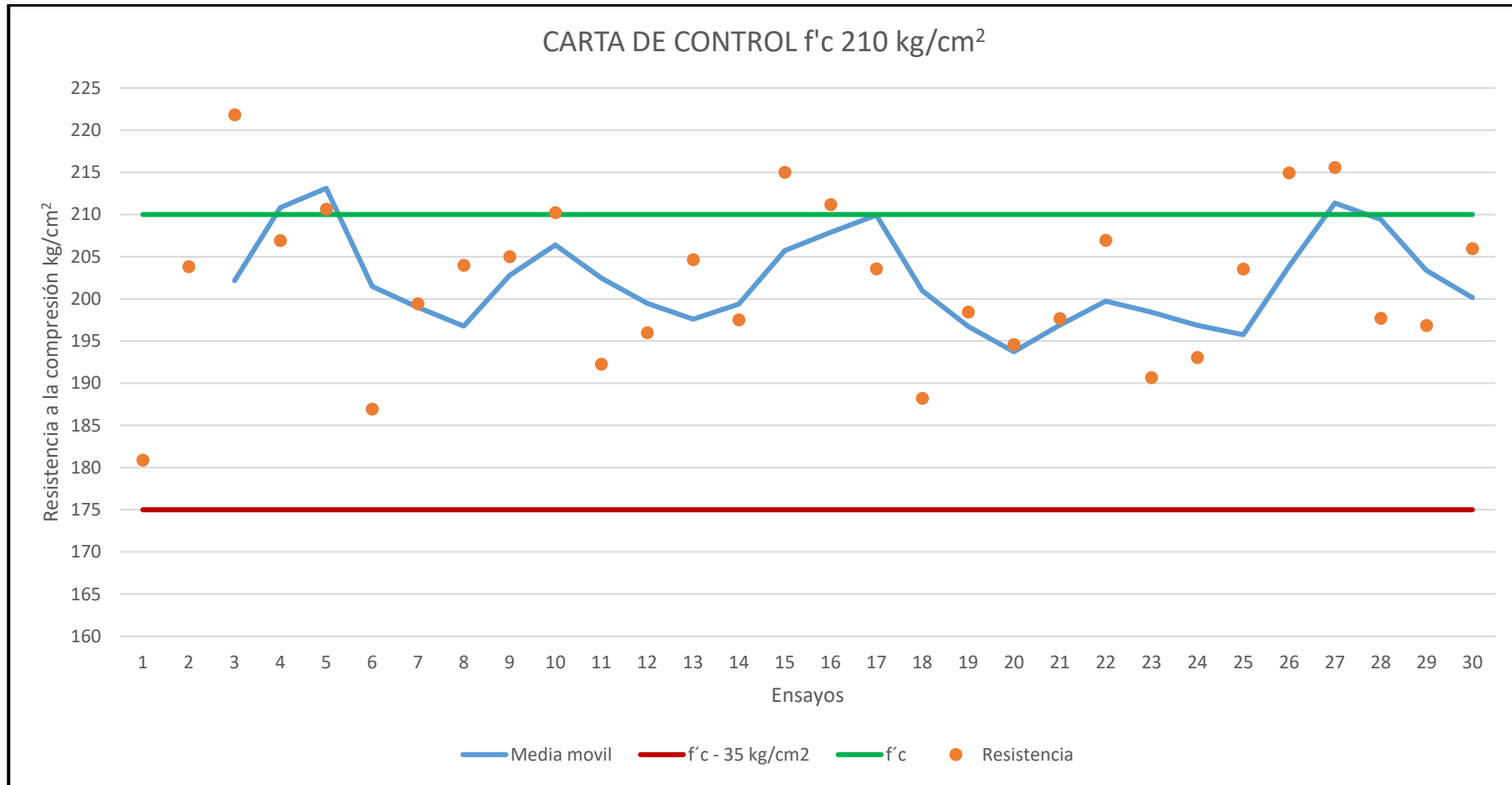


Figura 21 — Carta de control estadístico de la calidad del concreto

Tabla 20 — Estadísticos descriptivos de la resistencia a la compresión del concreto

Estadísticos descriptivos						
N	Mínimo (kg/cm ²)	Máximo (kg/cm ²)	Rango (kg/cm ²)	Media (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de Variación (%)
30	180.87	221.80	40.93	201.785	9.454	4.69

Tabla 21 — Distribución de frecuencias de la resistencia a la compresión del concreto

Agrupación (kg/cm ²)	Descripción	Frecuencia	Porcentaje
Menores a 175	Deficiente	0	0%
Entre 175 y 210	Regular	23	77%
Mayores a 210	Bueno	7	23%
Total		30	100%

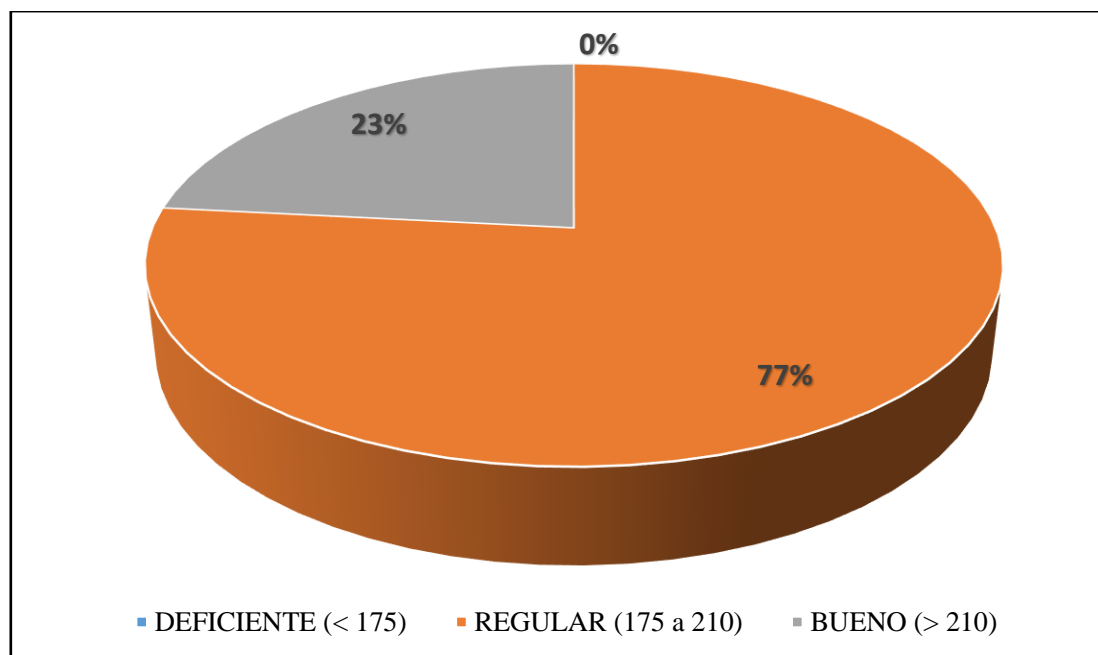


Figura 22 — Resistencia a la compresión del concreto

5.1.4 Correlación entre temperatura y resistencia a la compresión del concreto

a) Diagrama de dispersión

El primer paso consiste en elaborar el diagrama de dispersión de las variables temperatura y resistencia en compresión del concreto. El siguiente diagrama de dispersión es obtenido mediante las funciones del software Microsoft Excel.

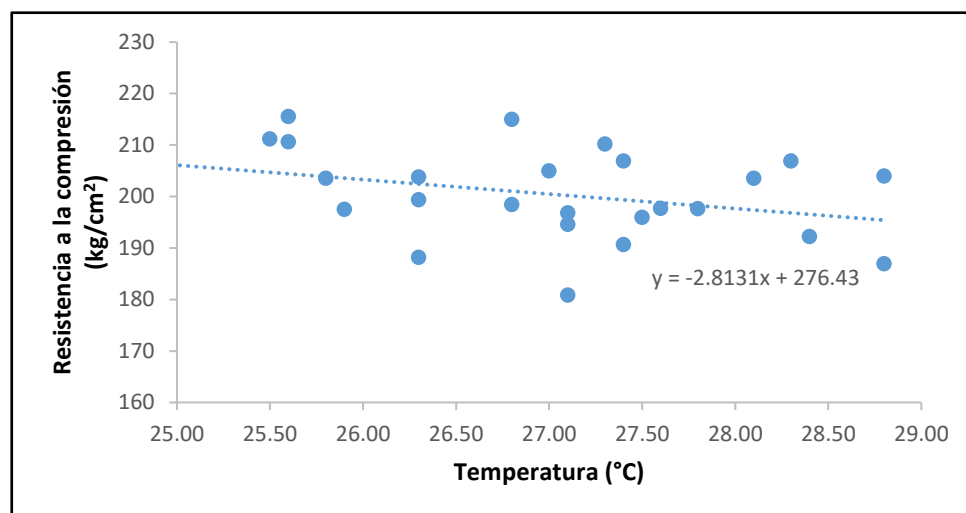


Figura 23 — Diagrama de dispersión (Temperatura vs Resistencia)

En la figura anterior se observa que existe una tendencia de relación lineal entre las variables de temperatura del concreto y resistencia a la compresión del concreto.

b) Coeficiente de correlación de Pearson

Correlaciones			
		Temperatura	Resistencia
Temperatura	Correlación de Pearson	1	-,461*
	Sig. (bilateral)		,010
	N	30	30
Resistencia	Correlación de Pearson	-,461*	1
	Sig. (bilateral)	,010	
	N	30	30

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Figura 24 — Correlación de Pearson Temperatura vs Resistencia

La figura anterior muestra los resultados de correlación entre las variables de temperatura y resistencia a la compresión del concreto mediante la prueba de



correlación de Pearson con el software IBM SPSS V25, donde el Nivel de Significación (Sig.) igual a 0,010 viene a ser el P valor y la correlación de Pearson es $-0,461$. Además, se tiene el Nivel de Significación menor a 0,05 esto indica que hay una relación significativa entre las variables.

5.1.5 Correlación entre asentamiento y resistencia a la compresión del concreto

a) Diagrama de dispersión

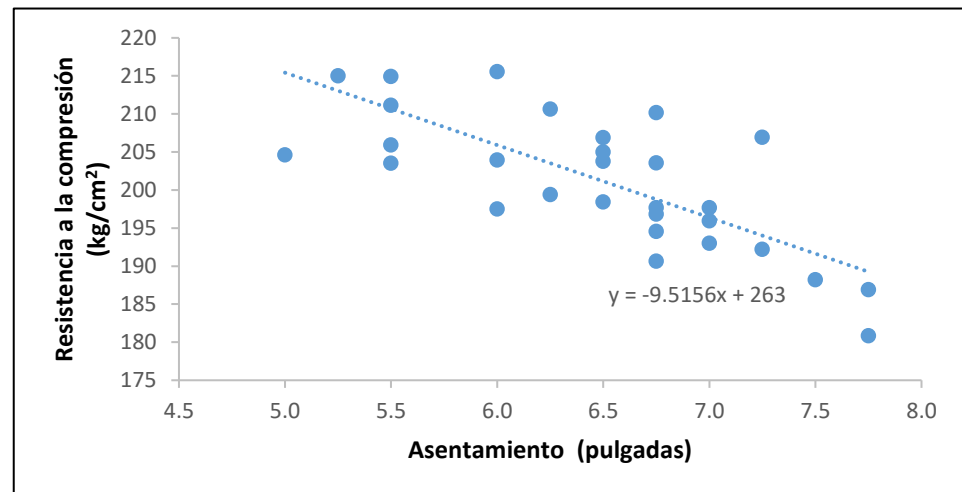


Figura 25 — Diagrama de dispersión (Asentamiento vs Resistencia)

En la figura anterior se observa que existe una tendencia de relación lineal entre los datos del asentamiento y resistencia en compresión del concreto. Sin embargo, se debe realizar una prueba mediante la correlación de Pearson para demostrar que existe una relación entre estas dos variables.

b) Coeficiente de correlación de Pearson

		Correlaciones	
		Asentamiento	Resistencia
Asentamiento	Correlación de Pearson	1	-,759**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	30	30
Resistencia	Correlación de Pearson	-,759**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	30	30

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Figura 26 — Correlación de Pearson Asentamiento vs Resistencia

La figura anterior muestra los resultados de correlación entre las variables de asentamiento y resistencia a la compresión del concreto mediante la prueba



de correlación de Pearson con el software IBM SPSS V25, donde el Nivel de Significación (Sig.) igual a 0,010 viene a ser el P valor y se tiene que la correlación de Pearson es $-0,759$.

El nivel de significancia es menor a 0,01 indica que hay una relación muy significativa entre las variables.

5.1.6 Correlación temperatura y asentamiento del concreto fresco

a) Diagrama de dispersión

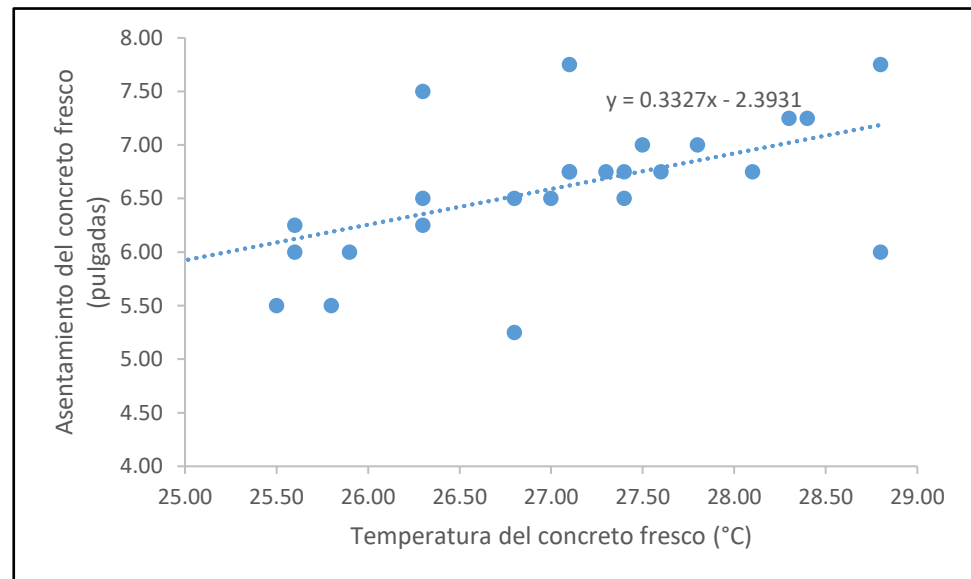


Figura 27 — Diagrama de dispersión (Temperatura vs Asentamiento)

En la figura anterior se observa que existe una tendencia de relación lineal directamente proporcional entre los datos de la temperatura y el asentamiento del concreto fresco.

b) Coeficiente de correlación de Pearson

Correlaciones			
		Temperatura	Asentamiento
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,683**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	30	30
Asentamiento	Correlación de Pearson	,683**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	30	30

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Figura 28 — Correlación de Pearson Temperatura vs Asentamiento

La figura anterior muestra los resultados de correlación entre las variables de asentamiento y resistencia a la compresión del concreto mediante la prueba



de correlación de Pearson con el software IBM SPSS V25, donde el Nivel de Significación (Sig.) igual a 0,010 viene a ser el P valor y se tiene que la correlación de Pearson es 0,683.

El nivel de significancia es menor a 0,01 indica que hay una relación muy significativa entre las variables.

Tabla 22 — Resultados obtenidos de la ficha de datos en campo

N°	Slump (in)	Temperatura (°C)	Método de mezclado	Tiempo de mezclado (s)	Cemento		Agregado grueso		Agua
					Tipo	Marca	Tamaño	Cantera	Procedencia
V1	7.75	27.10	H	85	I	Yura	3/4	Murillo	Potable
V2	6.50	26.30	M	50	I	Yura	1/2	Quispe	Potable
V3	5.25	23.80	M	92	I	Yura	1/2	Murillo	Potable
V4	6.50	27.40	M	77	I	Yura	3/4	Murillo	Potable
V5	6.25	25.60	M	114	I	Apu	3/4	Murillo	Potable
V6	7.75	28.80	M	59	I	Apu	1/2	Murillo	Potable
V7	6.25	26.30	M	60	I	Apu	3/4	Quispe	Potable
V8	6.00	28.80	M	52	I	Apu	1/2	Murillo	Potable
V9	6.50	27.00	M	73	I	Yura	3/4	Murillo	Potable
V10	6.75	27.30	M	83	I	Yura	1/2	Quispe	Potable
V11	7.25	28.40	M	57	I	Yura	1/2	Quispe	Potable
V12	7.00	27.50	M	64	I	Apu	3/4	Murillo	Potable
V13	5.00	23.00	M	66	I	Apu	3/4	Quispe	Potable
V14	6.00	25.90	M	66	I	Yura	1/2	Murillo	Potable
V15	5.25	26.80	M	103	I	Apu	3/4	Murillo	Potable
V16	5.50	25.50	M	81	I	Apu	1/2	Murillo	Potable
V17	6.75	28.10	M	105	I	Apu	3/4	Quispe	Potable
V18	7.50	26.30	M	78	I	Yura	3/4	Quispe	Potable
V19	6.50	26.80	M	53	I	Yura	1/2	Murillo	Potable
V20	6.75	27.10	M	62	I	Yura	1/2	Quispe	Potable
V21	7.00	27.80	M	56	I	Apu	1/2	Murillo	Potable
V22	7.25	28.30	M	42	I	Yura	3/4	Quispe	Potable
V23	6.75	27.40	M	65	I	Yura	3/4	Murillo	Potable
V24	7.00	24.90	M	44	I	Apu	3/4	Quispe	Potable
V25	5.50	25.80	M	113	I	Yura	1/2	Murillo	Potable
V26	5.50	22.80	M	70	I	Yura	3/4	Murillo	Potable
V27	6.00	25.60	M	93	I	Apu	1/2	Quispe	Potable
V28	6.75	27.60	M	107	I	Yura	1/2	Murillo	Potable
V29	6.75	27.10	M	72	I	Yura	3/4	Murillo	Potable
V30	5.50	24.90	M	84	I	Yura	3/4	Murillo	Potable

H: Método de mezclado usando herramientas manuales (lampas y picos)

M: Método de mezclado usando mezcladora tipo trompo.

De la tabla anterior se observa que el 100% de las construcciones de viviendas en la ciudad de Abancay usan cemento tipo I de los cuales el 40% usan cemento marca Apu y



el 60% usan cemento marca Yura. Además, se tiene que el 100% de las viviendas evaluadas usan agua potable para la elaboración del concreto y la procedencia de los agregados fueron con frecuencia de la cantera “Quispe” (37%) y “Murillo” (63%).

Tabla 23 — Dosificación del concreto en campo

VIVIENDA N°	INSUMOS			
	Cemento (Bolsas de 42.5 kg)	Agregado Fino (Baldes de 20L)	Agregado Grueso (Baldes de 20L)	Agua (Baldes de 20L)
V1	1	3.5	4	2
V2	1	3.5	2.5	1.25
V3	1	3	2.5	1.00
V4	1	3.5	2.5	1.50
V5	1	3	3	1.00
V6	1	3.5	4	2.00
V7	1	3.5	3	1.25
V8	1	3.5	2.5	1.25
V9	1	3.5	2.5	1.75
V10	1	3	3	1.50
V11	1	3.5	4	2.00
V12	1	3.5	3.5	1.75
V13	1	3.5	2.5	1.00
V14	1	3.5	3.5	1.75
V15	1	3	2.5	1.00
V16	1	3	3	1.20
V17	1	3.5	2.5	1.00
V18	1	3.5	4	2.00
V19	1	3.5	3.5	1.70
V20	1	3.5	3.5	1.50
V21	1	3.5	3.5	1.50
V22	1	3	3	1.50
V23	1	3.5	4	1.75
V24	1	3.5	4	1.50
V25	1	3	3	1.00
V26	1	3	2.5	1.00
V27	1	3	2.5	1.00
V28	1	3.5	3.5	1.75
V29	1	3.5	3.5	1.70
V30	1	3	3	1.00



5.2 Contrastación de hipótesis

A continuación, se presenta la prueba de hipótesis correspondiente.

5.2.1 Hipótesis general

El concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac no cumple con las exigencias de calidad de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

a) Hipótesis nula y alternativa

Hipótesis nula (H_0): El concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac cumple con las exigencias de calidad de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

Hipótesis alternativa (H_1): El concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac no cumple con las exigencias de calidad de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

b) Decisión sobre la hipótesis

Las hipótesis específicas indican que:

- La temperatura del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac no es mayor a 32 °C.
- La consistencia del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac, evaluada mediante la prueba del cono de Abrams, presenta un asentamiento superior a 4 pulgadas.
- La resistencia a la compresión del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac es menor a 210 kg/cm².

La evidencia proporcionada por la contrastación de las hipótesis específicas sugiere que hay aspectos del concreto, específicamente la consistencia y la resistencia en compresión, que no cumplen con los estándares establecidos por



la normativa. Por lo tanto, hay base para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, indicando que la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay no cumple con las exigencias de la Norma Técnica de Edificación E.060 concreto armado, Capítulo 5.

5.2.2 Hipótesis específica 1

La temperatura del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac es mayor a 32 °C.

a) Hipótesis nula y alternativa

Hipótesis nula (H_0): La temperatura del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac no es mayor a 32 °C.

Hipótesis alternativa (H_1): La temperatura del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac es mayor a 32 °C.

$$H_0 : \mu \leq 32^{\circ}C$$

$$H_1 : \mu > 32^{\circ}C$$

b) Región de rechazo

Siendo $t_c = 1.6991$ el valor crítico de una prueba de cola derecha, para un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y 29 grados de libertad.

La región de rechazo es: $R = \{t : t > 1.6991\}$

c) Estadísticas de prueba

Siendo los datos obtenidos de la temperatura del concreto evaluado los siguientes:

Promedio: $\bar{x} = 26.53$ °C

Parámetro: $\mu = 32$ °C

Desviación estándar: $s = 1.549$ °C

Número de datos: $n = 30$



Reemplazando estos valores en la fórmula t de Student se obtiene:

$$t = \frac{26.53 - 32.00}{\left(\frac{1.549}{\sqrt{30}}\right)} \rightarrow t = -19.341$$

d) Decisión sobre la hipótesis

Se observa que $t = -19.341$ es menor que 1.6991, es decir, que no se encuentra en la región de rechazo, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

5.2.3 Hipótesis específica 2

La consistencia del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac, evaluada mediante la prueba del cono de Abrams, presenta un asentamiento mayor a 4 pulgadas.

a) Hipótesis nula y alternativa

Hipótesis nula (H_0): La consistencia del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac, evaluada mediante la prueba del cono de Abrams, presenta un asentamiento no mayor a 4 pulgadas.

Hipótesis alternativa (H_1): La consistencia del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac, evaluada mediante la prueba del cono de Abrams, presenta un asentamiento mayor a 4 pulgadas.

$$H_0 : \mu \leq 4''$$

$$H_1 : \mu > 4''$$

b) Región de rechazo

Siendo $t_c = 1.6991$ el valor crítico de una prueba de cola derecha, para un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y 29 grados de libertad.

La región de rechazo es: $R = \{t : t > 1.6991\}$



c) Estadísticas de prueba

Siendo los datos obtenidos de la temperatura del concreto evaluado los siguientes:

Promedio: $\bar{x} = 6.43$ ”

Parámetro: $\mu = 4$ ”

Desviación estándar: $s = 0.754$ ”

Número de datos: $n = 30$

Reemplazando estos valores en la fórmula t de Student se obtiene:

$$t = \frac{6.43 - 4}{\left(\frac{0.754}{\sqrt{30}}\right)} \rightarrow t = 17.652$$

d) Decisión sobre la hipótesis

Se observa que $t = 17.652$ es mayor que 1.6991, es decir, que se encuentra en la región de rechazo, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

5.2.4 Hipótesis específica 3

La resistencia a la compresión del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac es menor a 210 kg/cm^2 .

a) Hipótesis nula y alternativa

Hipótesis nula (H_0): La resistencia a la compresión del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac no es menor a 210 kg/cm^2 .

Hipótesis alternativa (H_1): La resistencia a la compresión del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac es menor a 210 kg/cm^2 .

$$H_0 : \mu \geq 210$$

$$H_1 : \mu < 210$$



b) Región de rechazo

Siendo $t_c = 1.6991$ el valor crítico de una prueba de cola izquierda, para un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y 29 grados de libertad.

La región de rechazo es: $R = \{t : t < 1.6991\}$

c) Estadísticas de prueba

Siendo los datos obtenidos de la temperatura del concreto evaluado los siguientes:

Promedio: $\bar{x} = 201.79 \text{ kg/cm}^2$

Parámetro: $\mu = 210 \text{ kg/cm}^2$

Desviación estándar: $s = 9.454 \text{ kg/cm}^2$

Número de datos: $n = 30$

Reemplazando estos valores en la fórmula t de Student se obtiene:

$$t = \frac{201.79 - 210}{\left(\frac{9.454}{\sqrt{30}}\right)} \rightarrow t = -4.756$$

d) Decisión sobre la hipótesis

Se observa que $t = -4.756$ es menor que 1.6991, es decir, que se encuentra en la región de rechazo, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

5.3 Discusión

La tesis de (ESTELA URIARTE, 2020) destaca la preocupante situación de la resistencia a compresión axial del concreto en viviendas autoconstruidas. Los resultados revelan que la temperatura del concreto, según los datos obtenidos del instrumento, varía alrededor de la temperatura máxima. Estas cifras indican una variabilidad significativa y, en todos los casos, una resistencia por debajo de los estándares deseados. Esta variabilidad y baja resistencia plantean inquietudes sustanciales en términos de seguridad estructural, especialmente ante eventos de desastres naturales como sismos o terremotos. La investigadora señala con acierto la amenaza que representa la construcción de edificaciones con resistencia insuficiente, ya que podrían ser afectadas fácilmente en situaciones de emergencia. En comparación con los resultados obtenidos, que también revelan una resistencia promedio inferior al mínimo requerido de 201.79 kg/cm^2 en lugar



de 210 kg/cm^2 , se observa una problemática común en construcciones autoconstruidas en diferentes ubicaciones geográficas.

Con respecto a los resultados en la tesis de (ADRIANZÉN Y CRUZ, 2020) se destaca la discrepancia entre la resistencia promedio medida 99.72 kg/cm^2 y la resistencia de diseño 210 kg/cm^2 para estructuras aporricadas. Esta brecha del 47.48% subraya la falta de cumplimiento de las normativas técnicas y resalta la baja calidad del concreto en estas edificaciones. Además, los resultados sugieren que la falta de supervisión y la carencia de capacidad técnica afectan negativamente la resistencia del concreto. Contrastando con esta situación a pesar de condiciones favorables de temperatura y consistencia fluida, la resistencia promedio obtenida de 201.79 kg/cm^2 fue inferior al mínimo requerido.

La tesis de (FERNÁNDEZ Y TELLO, 2019) evalúa losas aligeradas en Jaén, observando la falta de asesoramiento técnico en la elaboración del concreto. Los resultados revelan dosificaciones inadecuadas, con una consistencia fluida y un bajo rendimiento en resistencia a la compresión de 106.67 kg/cm^2 , incumpliendo las normativas establecidas. Además, proponen recomendaciones técnicas para mejorar la calidad del concreto. En comparativa a estas investigaciones resaltan la ausencia de supervisión técnica en construcciones informales. La tesis, centrada en elementos estructurales de viviendas autoconstruidas, muestra que, a pesar de condiciones ambientales favorables y una consistencia fluida, la resistencia promedio de 201.79 kg/cm^2 no alcanza el estándar mínimo de 210 kg/cm^2 .

Las tesis de (CUYATE ATENCIO, 2019) revelan problemáticas similares relacionadas con la calidad del concreto en construcciones informales. Ambas investigaciones se centran en diferentes ubicaciones, Monsefú y Abancay respectivamente, pero comparten hallazgos preocupantes. La tesis de Cuyate Atencio examina construcciones informales en Monsefú y revela una resistencia promedio del concreto de 139.09 kg/cm^2 , significativamente por debajo de la resistencia mínima establecida en la norma técnica. Ambas tesis destacan la necesidad de intervenciones y regulaciones para mejorar la calidad del concreto en construcciones informales. La falta de supervisión técnica y la aplicación inadecuada de dosificaciones son factores comunes en ambas investigaciones, subrayando la urgencia de acciones correctivas.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- El concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac, no cumple con las exigencias de calidad de la Norma Técnica de Edificación E.060 concreto armado, Capítulo 5.
- La temperatura del concreto se mantiene dentro de un rango óptimo, ya que no alcanza niveles críticos, lo cual es positivo para la calidad de las estructuras. A pesar de la falta de asesoramiento técnico profesional en la construcción, la temperatura del concreto se mantiene en un rango seguro para garantizar el rendimiento adecuado y la resistencia de las edificaciones en esta zona.
- El asentamiento promedio de 6.43 pulgadas, con un rango entre 5.00 pulgadas y 7.75 pulgadas, indica que el concreto presenta una consistencia fluida que supera el nivel óptimo para elementos estructurales como vigas y columnas, donde generalmente se recomienda un asentamiento de 3 a 4 pulgadas para diseños de mezcla sin aditivos plastificantes. Este nivel de fluidez mayor puede ser beneficioso para mejorar la trabajabilidad del concreto durante la colocación, pero también plantea ciertas preocupaciones en términos de la resistencia.
- En cuanto a la resistencia a la compresión del concreto ensayados a los 28 días, se tiene una resistencia máxima de 221.80 kg/cm^2 , mientras que la resistencia mínima fue de 180.87 kg/cm^2 . En promedio, se obtuvo una resistencia a la compresión de 201.79 kg/cm^2 con una desviación estándar de 9.45 kg/cm^2 , sólo el 23% de las construcciones evaluadas tienen una resistencia a la compresión mayor a 210 kg/cm^2 calificada como bueno, el 77% de las construcciones tienen resistencias menores a 210 kg/cm^2 y mayores a 175 kg/cm^2 calificada como una resistencia regular para el tipo de estructura.



6.2 Recomendaciones

- Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Abancay implementar programas de sensibilización dirigidos a todos los constructores involucrados en la elaboración del concreto, con el propósito de fomentar una cultura que valore la calidad del concreto. Este enfoque busca que cada trabajador se sienta responsable y comprometido con la entrega de estructuras seguras. Además, estos programas deben abordar técnicas específicas de dosificación, mezclado, colocación y curado del concreto, con el objetivo de garantizar una alta calidad del concreto utilizado en los elementos estructurales de las viviendas en la ciudad de Abancay.
- Se recomienda a los responsables de la elaboración del concreto en la construcción de edificaciones, seguir prácticas estandarizadas para controlar la temperatura del concreto durante el mezclado y colocación, especialmente si la temperatura ambiente es alta y puede aumentar significativamente la temperatura del concreto durante el proceso de elaboración del concreto.
- Se recomienda a los responsables de la elaboración del concreto en la construcción de edificaciones mejorar la dosificación en base a un buen diseño de mezcla. Además, se recomienda incorporar un aditivo plastificante en el diseño de mezcla para mejorar la trabajabilidad sin comprometer la resistencia, lo cual asegura una mejor colocación y reduce la cantidad de agua requerida en la mezcla.
- Se recomienda considerar el uso de concreto premezclado como una alternativa viable cuando no se cuenta con la experiencia necesaria para garantizar la calidad del concreto en las construcciones. El concreto premezclado ofrece estándares de calidad consistentes y controlados, reduciendo la dependencia de habilidades específicas en el sitio de trabajo. Además, el uso de concreto premezclado puede mejorar la eficiencia y la seguridad en el proceso de construcción al minimizar la variabilidad en la calidad del concreto.
- Implementar el uso de aditivos curador de concreto tipo membrana durante el curado del concreto para mejorar la protección y durabilidad de las estructuras. Estos aditivos forman una capa impermeable sobre la superficie del concreto, ayudando a retener la humedad necesaria para un curado adecuado y reduciendo la pérdida de agua por evaporación. Esto asegura un curado efectivo y una mayor resistencia del concreto, especialmente en condiciones climáticas adversas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO, Flavio. (2009).** *Tecnología del Concreto* [en línea]. 2da ed. Lima: Editorial San Marcos, 2009. [consulta: 4 noviembre 2022]. ISBN 978-612-302-060-6. Disponible en: <https://biblioteca.iestppampastayacaja.edu.pe/items/show/44>.
- ESTADÍSTICA P.Y. (2022).** *Distribución normal. Probabilidad y Estadística* [en línea]. [consulta: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.probabilidadyestadistica.net/distribucion-normal/>.
- ACI 214R-11. (2011).** *Guía para la evaluación de resultados de la prueba de resistencia del concreto. American Concrete Institute* [en línea]. [consulta: 9 diciembre 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/649956698/ACI-214R11-Guide-to-Evaluation-of-Stren-Espano>.
- ADRIANZÉN, Walter y CRUZ, José. (2020).** *Calidad del concreto en edificaciones autoconstruidas en el casco urbano del distrito de Callería en los años 2018 y 2019* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali. [consulta: 5 diciembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4569>.
- ALFARO, Sergio. (2006).** *Análisis del proceso de autoconstrucción de la vivienda en Chile, bases para la ayuda informática para los procesos comunicativos de soporte*. Tesis doctoral. Barcelona: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
- ANDINA. (2023).** *Vivienda: 3 de cada 4 casas que se construyen en Perú son informales*. *Agencia Peruana de Noticias* [en línea]. [consulta: 29 abril 2024]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-vivienda-3-cada-4-casas-se-construyen-peru-son-informales-733681.aspx>.
- ASOCEM. (2022).** *Más de 1 millón de viviendas son altamente vulnerables frente a sismos en Perú*. *Asociación de Productores de Cemento* [en línea]. [consulta: 29 abril 2024]. Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/noticias-nacionales/mas-de-un-millon-de-viviendas-son-altamente-vulnerables>.
- BENITO, Francisco, PARRA, Camilo, VALCUENDE, Manuel, MIÑANO, Isabel y RODRÍGUEZ, C. (2015).** *Método para cuantificar la segregación en hormigones autocompactantes*. *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo* [en línea], 2015. vol. Vol. 6, [consulta: 25 noviembre 2023]. ISSN 2007-3011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361235333003>.



CARRILLO, Eugenia. (2011). *Evaluación del efecto de la temperatura y del tiempo de fraguado en la resistencia estimada del hormigón mediante madurez* [en línea]. Tesis (Magíster en Ciencias de la Ingeniería). Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. [consulta: 4 diciembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.7764/tesisUC/ING/1875>.

CHOY, Giancarlos. (2021). Medida de la Consistencia del Concreto con el Cono de Abrams. [en línea], 2021. [consulta: 8 enero 2023]. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/medida-de-la-consistencia-del-concreto-con-el-cono-abrams-choy>.

COMITÉ 214 ACI, ACI 214R-11. (2011). Guía para la Evaluación de Resultados de la Prueba de Resistencia del Concreto. [en línea], 2011. [consulta: 3 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-continental/tecnologia-del-concreto/aci-214r-11-traducidopdf-espanol/33983204>.

COMITÉ 318 ACI, REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S-14) Y COMENTARIO (ACI 318SR-14). (2015) [en línea]. [consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf.

CUELLAR, Julio y SEQUEIROS, Walker. (2017). *Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP en la ciudad de Abancay – Apurímac* [en línea]. Tesis de grado. Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes. [consulta: 18 septiembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/106>.

CUYATE, Christian. (2019). *Evaluación de la resistencia en compresión del concreto usado en construcciones informales en la ciudad de Monsefú, Chiclayo* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo. [consulta: 3 noviembre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35729>.

ESTELA, Analí. (2020). *Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción, Pomalca-Chiclayo* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Señor de Sipán. [consulta: 13 enero 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7498>.

FERNÁNDEZ, Jonathan y TELLO, Orlando. (2019). *Resistencia en compresión del concreto utilizado en losas aligeradas de las construcciones informales en la ciudad de Jaén*



[en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén. [consulta: 4 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/256>.

GÁLVEZ, Edita. (2019). *Influencia de la temperatura en la resistencia del concreto a la compresión*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo: s.n.

GENATIOS, Carlos. (2016). *¿Qué tan vulnerables son las ciudades latinoamericanas ante los terremotos? Blog ICES Banco Interamericano de Desarrollo BID* [en línea]. [consulta: 29 abril 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22504.72969>.

HERNÁNDEZ, Roberto. (2017). *Metodología de la investigación*. 6ta. ed. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0.

HUASHUA, Máximo y SÁNCHEZ, Alex. (2017). *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Autoconstruidas de la Urbanización Bella Vista de la ciudad de Abancay Apurímac* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes. [consulta: 1 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/51>.

INEI. (2018). Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos. *Perú: Perfil Sociodemográfico* [en línea]. [consulta: 28 noviembre 2023]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digiales/Est/Lib1539/cap04.pdf.

LOZANO, Margarita. (2011). *Gestión de Viviendas Autoconstruidas en Asentamientos Humanos de Lima* [en línea]. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. [consulta: 21 abril 2024]. Disponible en: https://oa.upm.es/9319/2/TESIS_MASTER_MARGARITA_LOZANO_R.pdf.

MATALLANA, Ricardo. (2019). *El concreto fundamentos y nuevas tecnologías* [en línea]. S.l.: Corona, 2019. [consulta: 2 septiembre 2023]. ISBN 978-958-57497-4-0. Disponible en: <https://conconcreto.com/wp-content/uploads/2023/02/EL-CONCRETO-Fundamentos-y-nuevas-tecnologias.pdf>.

MEJÍA, Elías. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima: Centro de producción editorial e imprenta de la universidad nacional mayor de San Marcos, 2005. ISBN 9972-46-285-4.



NEVILLE, Adam. (2013). *Tecnología del concreto*. México: Instituto mexicano del cemento y del concreto, 2013. ISBN 968-464-092-7.

NORMA E.060. (2019). *Norma Técnica de Edificaciones E.060 Concreto Armado* [en línea]. Lima, Perú: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2019. [consulta: 6 enero 2023]. Disponible en:
<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>.

NTP 339.033. (2009). *Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo* [en línea]. agosto 2009. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI. [consulta: 10 septiembre 2023]. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/MayraAndreaRaveloArc/ntp-339034>.

NTP 339.034. (2008). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas* [en línea]. 2008. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI. [consulta: 10 octubre 2023]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ERICKSA2/ntp-339034-2008>.

OROZCO, Mario, AVILA, Yoleimy, RESTREPO, Steven y PARODY, Alexander. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea]. vol. 33, [consulta: 16 noviembre 2023]. ISSN 0718-5073. Disponible en:
https://www.scielo.cl/pdf/ric/v33n2/en_0718-5073-ric-33-02-00161.pdf.

ORTIZ, José. (2005). *Estudio experimental sobre la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del hormigón preparado* [en línea]. Tesis (grado de Doctor). Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya. [consulta: 3 enero 2023]. Disponible en:
<http://hdl.handle.net/10803/6163>.

PALELLA, Santa y MARTINS, Filiberto. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa*. 2da. ed. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL), 2006. ISBN 980-273-445-4.

PASQUEL, Enrique. (2020). Entendiendo el concreto. [en línea]. [consulta: 8 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.controlmixexpress.com/docs/EntendiendoElConcreto.pdf>.

PASTRANA, Jessica. (2019). *Control de calidad de concreto en elementos estructurales para resistir sismos en la Colonia Roma, CDMX* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Arquitecto). México: Instituto Politécnico Nacional. [consulta: 4 enero 2023]. Disponible en:
<http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/26535>.



- PATIÑO, Oscar y MÉNDEZ, Roselín. (2005).** Control de calidad del concreto (Normas, pruebas y cartas de Control). [en línea]. Panamá: Revista I+D Tecnológico, [consulta: 9 diciembre 2022]. vol. Vol. 4. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/134>.
- PERÚ21. (2023).** ¿Cuáles son los riesgos de la autoconstrucción? *Diario Perú21* [en línea]. [consulta: 17 abril 2024]. Disponible en: PERÚ, R. ¿Cuáles son los riesgos de la autoconstrucción? Peru21 [en línea]. 12 February 2023. Disponible en: <https://peru21.pe/economia/vivienda-cuales-son-los-riesgos-de-la-autoconstruccion-construccion-finanzas-personales-noticia/>.
- RIVVA, Enrique. (2000).** *Naturaleza y materiales del concreto* [en línea]. Lima: ACI Perú, 2000. [consulta: 8 mayo 2023]. Disponible en: https://www.academia.edu/43750881/Naturaleza_y_materiales_del_concreto_Enrique_Rivva_Lopez.
- RUIZ, German. (2023).** *Evaluación de la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en centro poblado Las Américas – Abancay, 2022* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes. [consulta: 18 septiembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/563>.
- SÁNCHEZ, Diego. (2001).** *Tecnología del concreto y del mortero*. 5ta. ed. Colombia: Bhandar Editores Ltda, 2001. ISBN 958-9247-04-0.
- VICENTE, Carmela. (2023).** *El problema de la autoconstrucción en Latinoamérica: estudio del PREVI en Lima* [en línea]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. [consulta: 29 marzo 2024]. Disponible en: <https://oa.upm.es/73055/>.
- VIDAUD, Ingrid, FRÓMETA, Zenaida y VIDAUD, Eduardo. (2019).** Control de calidad en estructuras de hormigón para la construcción en zonas de elevado peligro sísmico. *Ciencia en su PC* [en línea]. vol. Vol. 1, no. 4, [consulta: 24 abril 2023]. ISSN 1027-2887. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738016>.
- VISCONDE, Heberth. (2017).** *Diseño de mezclas concreto metodo aci* [en línea]. 24 abril 2017. S.l.: s.n. [consulta: 11 septiembre 2023]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/edwinticonaquispe3/diseo-de-mezclas-concreto-metodo-aci>.



ANEXOS



ANEXO 1

Tabla 24 — Matriz de consistencia

Título de la tesis: Evaluación de la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la Ciudad de Abancay - Apurímac 2023.					
PROBLEMA DE ESTUDIO	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	MÉTODOLOGÍA
<p>Problema general ¿Cuál es la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, en la ciudad de Abancay, Apurímac?</p> <p>Problema específico 1: ¿Cuál es la temperatura del concreto fresco en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, en la ciudad de Abancay, Apurímac?</p> <p>Problema específico 2: ¿Cuál es la consistencia del concreto fresco en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, en la ciudad de Abancay, Apurímac?</p> <p>Problema específico 3: ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, en la ciudad de Abancay, Apurímac?</p>	<p>Objetivo general Evaluar la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, en la ciudad de Abancay, Apurímac.</p> <p>Objetivo específico 1: Determinar la temperatura del concreto fresco en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, mediante la Norma Técnica Peruana NTP 339.184 en la ciudad de Abancay, Apurímac.</p> <p>Objetivo específico 2: Determinar la consistencia del concreto fresco en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, mediante la Norma Técnica Peruana NTP 339.035 en la ciudad de Abancay, Apurímac.</p> <p>Objetivo específico 3: Determinar la resistencia a la compresión del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional, mediante la Norma Técnica Peruana NTP 339.034 en la ciudad de Abancay, Apurímac.</p>	<p>Hipótesis general El concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac no cumple con las exigencias de calidad de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto armado.</p> <p>Hipótesis específica 1: La temperatura del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac es mayor a 32 °C.</p> <p>Hipótesis específica 2: La consistencia del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac, evaluada mediante la prueba del cono de Abrams, presenta un asentamiento superior a 4 pulgadas.</p> <p>Hipótesis específica 3: La resistencia a la compresión del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la ciudad de Abancay, Apurímac es menor a 210 kg/cm².</p>	<p>Calidad del concreto de elementos estructurales</p> <p>Construcción sin asesoramiento técnico (autoconstrucción)</p>	<p>Resistencia a la compresión del concreto</p> <p>Consistencia del concreto</p> <p>Temperatura del concreto</p> <p>Dosificación del concreto</p> <p>Homogeneidad del concreto</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Descriptiva</p> <p>Diseño de la investigación: No experimental</p> <p>Técnica: La observación Fotografía</p> <p>Instrumentos: Ficha de observación</p>

ANEXO 2



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

SECTOR: ABANCAY
 DISTRITO: ABANCAY
 PROVINCIA: ABANCAY
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC
 SOLICITADO POR: Bach. YOBERTH JOEL ISLACHIN AVENDAÑO
 PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCHIPA E.I.R.L.

 Mtro. Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL CIP. 193001

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ÁREA (cm2)	RESIS. ALCANZADA (kg/cm2)	RESIS. DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN %	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA						(%)	
1	CONCRETO DE VIVIENDA N°01 - 1	20.00	10.00	04/06/2023	02/07/2023	28	13996	78.54	178.20	210	84.86	CORTE
2	CONCRETO DE VIVIENDA N°01 - 2	20.00	10.00	04/06/2023	02/07/2023	28	13894	78.54	176.90	210	84.24	CONO
3	CONCRETO DE VIVIENDA N°01 - 3	20.00	10.00	04/06/2023	02/07/2023	28	14726	78.54	187.50	210	89.29	CORTE
4	CONCRETO DE VIVIENDA N°02 - 1	20.00	10.00	06/06/2023	04/07/2023	28	15653	78.54	199.30	210	94.90	CONO
5	CONCRETO DE VIVIENDA N°02 - 2	20.00	10.00	06/06/2023	04/07/2023	28	16022	78.54	204.00	210	97.14	CORTE
6	CONCRETO DE VIVIENDA N°02 - 3	20.00	10.00	06/06/2023	04/07/2023	28	16344	78.54	208.10	210	99.10	CORTE
7	CONCRETO DE VIVIENDA N°03 - 1	20.00	10.00	16/06/2023	14/07/2023	28	16658	78.54	212.10	210	101.00	CORTE
8	CONCRETO DE VIVIENDA N°03 - 2	20.00	10.00	16/06/2023	14/07/2023	28	17349	78.54	220.90	210	105.19	CORTE
9	CONCRETO DE VIVIENDA N°03 - 3	20.00	10.00	16/06/2023	14/07/2023	28	18253	78.54	232.40	210	110.67	CORTE

Laboratorio de Suelos y Concreto “CONCHIPA E.I.R.L.” // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

Figura 29 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 01, 02 y 03



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

SECTOR: ABANCAY
 DISTRITO: ABANCAY
 PROVINCIA: ABANCAY
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC
 SOLICITADO POR: Bach. YOBERTH JOEL ISLACHIN AVENDAÑO
 PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCHIPA E.I.R.L.

 Mtro. Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL CIP. 193001

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ÁREA (cm2)	RESIS. ALCANZADA (kg/cm2)	RESIS. DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN % (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
10	CONCRETO DE VIVIENDA N°04 - 1	20.00	10.00	09/07/2023	06/08/2023	28	15842	78.54	201.70	210	96.05	CORTE
11	CONCRETO DE VIVIENDA N°04 - 2	20.00	10.00	15/07/2023	12/08/2023	28	16297	78.54	207.50	210	98.81	CONO
12	CONCRETO DE VIVIENDA N°04 - 3	20.00	10.00	22/07/2023	19/08/2023	28	16611	78.54	211.50	210	100.71	CORTE
13	CONCRETO DE VIVIENDA N°05 - 1	20.00	10.00	16/09/2023	14/10/2023	28	16988	78.54	216.30	210	103.00	CONO
14	CONCRETO DE VIVIENDA N°05 - 2	20.00	10.00	24/09/2023	22/10/2023	28	16643	78.54	211.90	210	100.90	CORTE
15	CONCRETO DE VIVIENDA N°05 - 3	20.00	10.00	30/09/2023	28/10/2023	28	15999	78.54	203.70	210	97.00	CORTE
16	CONCRETO DE VIVIENDA N°06 - 1	20.00	10.00	05/11/2023	03/12/2023	28	15017	78.54	191.20	210	91.05	CORTE
17	CONCRETO DE VIVIENDA N°06 - 2	20.00	10.00	05/11/2023	03/12/2023	28	14192	78.54	180.70	210	86.05	CORTE
18	CONCRETO DE VIVIENDA N°06 - 3	20.00	10.00	05/11/2023	03/12/2023	28	14836	78.54	188.90	210	89.95	CORTE

Laboratorio de Suelos y Concreto “CONCHIPA E.I.R.L.” // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

Figura 30 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 04, 05 y 06



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

SECTOR: ABANCAY
 DISTRITO: ABANCAY
 PROVINCIA: ABANCAY
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC
 SOLICITADO POR: Bach. YOBERTH JOEL ISLACHIN AVENDAÑO
 PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCHIPA E.I.R.L.

 Mtro. Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 (ING. CIVIL CIP. 193001)

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ÁREA (cm2)	RESIS. ALCANZADA (kg/cm2)	RESIS. DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN %	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA						(%)	
19	CONCRETO DE VIVIENDA N°07 - 1	20.00	10.00	05/11/2023	03/12/2023	28	15559	78.54	198.10	210	94.33	CORTE
20	CONCRETO DE VIVIENDA N°07 - 2	20.00	10.00	05/11/2023	03/12/2023	28	16109	78.54	205.10	210	97.67	CONO
21	CONCRETO DE VIVIENDA N°07 - 3	20.00	10.00	05/11/2023	03/12/2023	28	15315	78.54	195.00	210	92.86	COLUMNAR
22	CONCRETO DE VIVIENDA N°08 - 1	20.00	10.00	07/11/2023	05/12/2023	28	15700	78.54	199.90	210	95.19	CONO
23	CONCRETO DE VIVIENDA N°08 - 2	20.00	10.00	07/11/2023	05/12/2023	28	16046	78.54	204.30	210	97.29	CORTE
24	CONCRETO DE VIVIENDA N°08 - 3	20.00	10.00	07/11/2023	05/12/2023	28	16313	78.54	207.70	210	98.90	CORTE
25	CONCRETO DE VIVIENDA N°09 - 1	20.00	10.00	08/11/2023	06/12/2023	28	15834	78.54	201.60	210	96.00	CONO
26	CONCRETO DE VIVIENDA N°09 - 2	20.00	10.00	08/11/2023	06/12/2023	28	16289	78.54	207.40	210	98.76	CORTE
27	CONCRETO DE VIVIENDA N°09 - 3	20.00	10.00	08/11/2023	06/12/2023	28	16179	78.54	206.00	210	98.10	CONO

Laboratorio de Suelos y Concreto “CONCHIPA E.I.R.L.” // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

Figura 31 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 07, 08 y 09



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

SECTOR: ABANCAY
 DISTRITO: ABANCAY
 PROVINCIA: ABANCAY
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC
 SOLICITADO POR: Bach. YOBERTH JOEL ISLACHIN AVENDAÑO
 PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCHIPA E.I.R.L.

 Mtro. Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL CIP. 193001

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ÁREA (cm2)	RESIS. ALCANZADA (kg/cm2)	RESIS. DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN %	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA						(%)	
28	CONCRETO DE VIVIENDA N°10 - 1	20.00	10.00	08/11/2023	06/12/2023	28	16313	78.54	207.70	210	98.90	CORTE
29	CONCRETO DE VIVIENDA N°10 - 2	20.00	10.00	08/11/2023	06/12/2023	28	17145	78.54	218.30	210	103.95	CORTE
30	CONCRETO DE VIVIENDA N°10 - 3	20.00	10.00	08/11/2023	06/12/2023	28	16069	78.54	204.60	210	97.43	CORTE
31	CONCRETO DE VIVIENDA N°11 - 1	20.00	10.00	09/11/2023	07/12/2023	28	14883	78.54	189.50	210	90.24	CONO
32	CONCRETO DE VIVIENDA N°11 - 2	20.00	10.00	09/11/2023	07/12/2023	28	15300	78.54	194.80	210	92.76	CORTE
33	CONCRETO DE VIVIENDA N°11 - 3	20.00	10.00	09/11/2023	07/12/2023	28	15111	78.54	192.40	210	91.62	CORTE
34	CONCRETO DE VIVIENDA N°12 - 1	20.00	10.00	09/11/2023	07/12/2023	28	15040	78.54	191.50	210	91.19	CORTE
35	CONCRETO DE VIVIENDA N°12 - 2	20.00	10.00	09/11/2023	07/12/2023	28	16454	78.54	209.50	210	99.76	CORTE
36	CONCRETO DE VIVIENDA N°12 - 3	20.00	10.00	09/11/2023	07/12/2023	28	14679	78.54	186.90	210	89.00	COLUMNAR

Laboratorio de Suelos y Concreto “CONCHIPA E.I.R.L.” // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

Figura 32 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 10, 11 y 12



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

SECTOR: ABANCAY
 DISTRITO: ABANCAY
 PROVINCIA: ABANCAY
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC
 SOLICITADO POR: Bach. YOBERTH JOEL ISLACHIN AVENDAÑO
 PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCHIPA E.I.R.L.

 Mtro. Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 (ING. CIVIL CIP. 193001)

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ÁREA (cm2)	RESIS. ALCANZADA (kg/cm2)	RESIS. DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN %	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA						(%)	
37	CONCRETO DE VIVIENDA N°13 - 1	20.00	10.00	10/11/2023	08/12/2023	28	16321	78.54	207.80	210	98.95	CONO
38	CONCRETO DE VIVIENDA N°13 - 2	20.00	10.00	10/11/2023	08/12/2023	28	15865	78.54	202.00	210	96.19	COLUMNAR
39	CONCRETO DE VIVIENDA N°13 - 3	20.00	10.00	10/11/2023	08/12/2023	28	16030	78.54	204.10	210	97.19	CORTE
40	CONCRETO DE VIVIENDA N°14 - 1	20.00	10.00	10/11/2023	08/12/2023	28	15260	78.54	194.30	210	92.52	CONO
41	CONCRETO DE VIVIENDA N°14 - 2	20.00	10.00	10/11/2023	08/12/2023	28	15794	78.54	201.10	210	95.76	CORTE
42	CONCRETO DE VIVIENDA N°14 - 3	20.00	10.00	10/11/2023	08/12/2023	28	15480	78.54	197.10	210	93.86	CORTE
43	CONCRETO DE VIVIENDA N°15 - 1	20.00	10.00	12/11/2023	10/12/2023	28	16855	78.54	214.60	210	102.19	CORTE
44	CONCRETO DE VIVIENDA N°15 - 2	20.00	10.00	12/11/2023	10/12/2023	28	17546	78.54	223.40	210	106.38	CORTE
45	CONCRETO DE VIVIENDA N°15 - 3	20.00	10.00	12/11/2023	10/12/2023	28	16258	78.54	207.00	210	98.57	CORTE

Laboratorio de Suelos y Concreto “CONCHIPA E.I.R.L.” // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

Figura 33 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 13, 14 y 15



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

SECTOR: ABANCAY
 DISTRITO: ABANCAY
 PROVINCIA: ABANCAY
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC
 SOLICITADO POR: Bach. YOBERTH JOEL ISLACHIN AVENDAÑO
 PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCHIPA E.I.R.L.

 Mtro. Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL CIP. 193001

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ÁREA (cm2)	RESIS. ALCANZADA (kg/cm2)	RESIS. DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN % (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
46	CONCRETO DE VIVIENDA N°16 - 1	20.00	10.00	12/11/2023	10/12/2023	28	16815	78.54	214.10	210	101.95	CORTE
47	CONCRETO DE VIVIENDA N°16 - 2	20.00	10.00	12/11/2023	10/12/2023	28	15614	78.54	198.80	210	94.67	CORTE
48	CONCRETO DE VIVIENDA N°16 - 3	20.00	10.00	12/11/2023	10/12/2023	28	17326	78.54	220.60	210	105.05	CORTE
49	CONCRETO DE VIVIENDA N°17 - 1	20.00	10.00	12/11/2023	10/12/2023	28	15889	78.54	202.30	210	96.33	CORTE
50	CONCRETO DE VIVIENDA N°17 - 2	20.00	10.00	12/11/2023	10/12/2023	28	15637	78.54	199.10	210	94.81	CORTE
51	CONCRETO DE VIVIENDA N°17 - 3	20.00	10.00	12/11/2023	10/12/2023	28	16438	78.54	209.30	210	99.67	CORTE
52	CONCRETO DE VIVIENDA N°18 - 1	20.00	10.00	16/11/2023	14/12/2023	28	14208	78.54	180.90	210	86.14	CORTE
53	CONCRETO DE VIVIENDA N°18 - 2	20.00	10.00	16/11/2023	14/12/2023	28	15229	78.54	193.90	210	92.33	CORTE
54	CONCRETO DE VIVIENDA N°18 - 3	20.00	10.00	16/11/2023	14/12/2023	28	14907	78.54	189.80	210	90.38	CORTE

Laboratorio de Suelos y Concreto “CONCHIPA E.I.R.L.” // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

Figura 34 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 16, 17 y 18



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

SECTOR: ABANCAY
 DISTRITO: ABANCAY
 PROVINCIA: ABANCAY
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC
 SOLICITADO POR: Bach. YOBERTH JOEL ISLACHIN AVENDAÑO
 PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCHIPA E.I.R.L.

 Mtro. Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 (ING. CIVIL CIP 193001)

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ÁREA (cm2)	RESIS. ALCANZADA (kg/cm2)	RESIS. DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN % (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
55	CONCRETO DE VIVIENDA N°19 - 1	20.00	10.00	16/11/2023	14/12/2023	28	15237	78.54	194.00	210	92.38	CORTE
56	CONCRETO DE VIVIENDA N°19 - 2	20.00	10.00	16/11/2023	14/12/2023	28	15849	78.54	201.80	210	96.10	CONO
57	CONCRETO DE VIVIENDA N°19 - 3	20.00	10.00	16/11/2023	14/12/2023	28	15669	78.54	199.50	210	95.00	CORTE
58	CONCRETO DE VIVIENDA N°20 - 1	20.00	10.00	16/11/2023	14/12/2023	28	15127	78.54	192.60	210	91.71	CORTE
59	CONCRETO DE VIVIENDA N°20 - 2	20.00	10.00	16/11/2023	14/12/2023	28	16556	78.54	210.80	210	100.38	CORTE
60	CONCRETO DE VIVIENDA N°20 - 3	20.00	10.00	16/11/2023	14/12/2023	28	14161	78.54	180.30	210	85.86	CORTE
61	CONCRETO DE VIVIENDA N°21 - 1	20.00	10.00	17/11/2023	15/12/2023	28	15025	78.54	191.30	210	91.10	CORTE
62	CONCRETO DE VIVIENDA N°21 - 2	20.00	10.00	17/11/2023	15/12/2023	28	15677	78.54	199.60	210	95.05	CORTE
63	CONCRETO DE VIVIENDA N°21 - 3	20.00	10.00	17/11/2023	15/12/2023	28	15873	78.54	202.10	210	96.24	CORTE

Laboratorio de Suelos y Concreto “CONCHIPA E.I.R.L.” // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

Figura 35 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 19, 20 y 21



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

SECTOR: ABANCAY
 DISTRITO: ABANCAY
 PROVINCIA: ABANCAY
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC
 SOLICITADO POR: Bach. YOBERTH JOEL ISLACHIN AVENDAÑO
 PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCHIPA E.I.R.L.

Mtro. Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL CIP. 193001

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ÁREA (cm2)	RESIS. ALCANZADA (kg/cm2)	RESIS. DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN % (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
64	CONCRETO DE VIVIENDA N°22 - 1	20.00	10.00	17/11/2023	15/12/2023	28	16242	78.54	206.80	210	98.48	CORTE
65	CONCRETO DE VIVIENDA N°22 - 2	20.00	10.00	17/11/2023	15/12/2023	28	15818	78.54	201.40	210	95.90	CONO
66	CONCRETO DE VIVIENDA N°22 - 3	20.00	10.00	17/11/2023	15/12/2023	28	16698	78.54	212.60	210	101.24	CORTE
67	CONCRETO DE VIVIENDA N°23 - 1	20.00	10.00	17/11/2023	15/12/2023	28	15402	78.54	196.10	210	93.38	CORTE
68	CONCRETO DE VIVIENDA N°23 - 2	20.00	10.00	17/11/2023	15/12/2023	28	14648	78.54	186.50	210	88.81	CORTE
69	CONCRETO DE VIVIENDA N°23 - 3	20.00	10.00	17/11/2023	15/12/2023	28	14875	78.54	189.40	210	90.19	CORTE
70	CONCRETO DE VIVIENDA N°24 - 1	20.00	10.00	18/11/2023	16/12/2023	28	14907	78.54	189.80	210	90.38	CORTE
71	CONCRETO DE VIVIENDA N°24 - 2	20.00	10.00	18/11/2023	16/12/2023	28	14970	78.54	190.60	210	90.76	CORTE
72	CONCRETO DE VIVIENDA N°24 - 3	20.00	10.00	18/11/2023	16/12/2023	28	15606	78.54	198.70	210	94.62	CORTE

Laboratorio de Suelos y Concreto “CONCHIPA E.I.R.L.” // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

Figura 36 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 22, 23 y 24



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

SECTOR: ABANCAY
 DISTRITO: ABANCAY
 PROVINCIA: ABANCAY
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC
 SOLICITADO POR: Bach. YOBERTH JOEL ISLACHIN AVENDAÑO
 PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCHIPA E.I.R.L.

 Mtro. Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 (ING. CIVIL CIP. 193001)

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ÁREA (cm2)	RESIS. ALCANZADA (kg/cm2)	RESIS. DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN % (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
73	CONCRETO DE VIVIENDA N°25 - 1	20.00	10.00	19/11/2023	17/12/2023	28	16006	78.54	203.80	210	97.05	CONO
74	CONCRETO DE VIVIENDA N°25 - 2	20.00	10.00	19/11/2023	17/12/2023	28	16069	78.54	204.60	210	97.43	CONO
75	CONCRETO DE VIVIENDA N°25 - 3	20.00	10.00	19/11/2023	17/12/2023	28	15881	78.54	202.20	210	96.29	CORTE
76	CONCRETO DE VIVIENDA N°26 - 1	20.00	10.00	25/11/2023	23/12/2023	28	16580	78.54	211.10	210	100.52	CONO
77	CONCRETO DE VIVIENDA N°26 - 2	20.00	10.00	25/11/2023	23/12/2023	28	16643	78.54	211.90	210	100.90	CORTE
78	CONCRETO DE VIVIENDA N°26 - 3	20.00	10.00	25/11/2023	23/12/2023	28	17420	78.54	221.80	210	105.62	CONO
79	CONCRETO DE VIVIENDA N°27 - 1	20.00	10.00	26/11/2023	24/12/2023	28	16776	78.54	213.60	210	101.71	CORTE
80	CONCRETO DE VIVIENDA N°27 - 2	20.00	10.00	26/11/2023	24/12/2023	28	17522	78.54	223.10	210	106.24	CORTE
81	CONCRETO DE VIVIENDA N°27 - 3	20.00	10.00	26/11/2023	24/12/2023	28	16493	78.54	210.00	210	100.00	CORTE

Laboratorio de Suelos y Concreto “CONCHIPA E.I.R.L.” // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

Figura 37 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 25, 26 y 27



“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL EN LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC 2023”

SECTOR: ABANCAY
 DISTRITO: ABANCAY
 PROVINCIA: ABANCAY
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC
 SOLICITADO POR: Bach. YOBERTH JOEL ISLACHIN AVENDAÑO
 PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCHIPA E.I.R.L.

 Mtro. Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL CIP. 193001

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	ÁREA (cm2)	RESIS. ALCANZADA (kg/cm2)	RESIS. DE DISEÑO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN % (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
82	CONCRETO DE VIVIENDA N°28 - 1	20.00	10.00	26/11/2023	24/12/2023	28	15700	78.54	199.90	210	95.19	CORTE
83	CONCRETO DE VIVIENDA N°28 - 2	20.00	10.00	26/11/2023	24/12/2023	28	15323	78.54	195.10	210	92.90	CONO
84	CONCRETO DE VIVIENDA N°28 - 3	20.00	10.00	26/11/2023	24/12/2023	28	15559	78.54	198.10	210	94.33	CORTE
85	CONCRETO DE VIVIENDA N°29 - 1	20.00	10.00	29/11/2023	27/12/2023	28	15472	78.54	197.00	210	93.81	CONO
86	CONCRETO DE VIVIENDA N°29 - 2	20.00	10.00	29/11/2023	27/12/2023	28	14844	78.54	189.00	210	90.00	CORTE
87	CONCRETO DE VIVIENDA N°29 - 3	20.00	10.00	29/11/2023	27/12/2023	28	16061	78.54	204.50	210	97.38	CORTE
88	CONCRETO DE VIVIENDA N°30 - 1	20.00	10.00	30/11/2023	28/12/2023	28	15520	78.54	197.60	210	94.10	CORTE
89	CONCRETO DE VIVIENDA N°30 - 2	20.00	10.00	30/11/2023	28/12/2023	28	16399	78.54	208.80	210	99.43	CORTE
90	CONCRETO DE VIVIENDA N°30 - 3	20.00	10.00	30/11/2023	28/12/2023	28	16603	78.54	211.40	210	100.67	CORTE

Laboratorio de Suelos y Concreto “CONCHIPA E.I.R.L.” // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921

Figura 38 — Resistencia a la compresión de probetas de concreto de viviendas 28, 29 y 30

ANEXO 3



SERVIMETROL

SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 009 - 2022

Página 1 de 3

Expediente	22-0015	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
1. Solicitante	CONCHIPA E.I.R.L.	
2. Dirección	Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC	
3. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	1200 kN	
Marca	PINZUAR	
Modelo	PC-42	
Número de Serie	449	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	COLOMBIA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	PINZUAR	
Modelo	PC-42	
Número de Serie	449	
Resolución	0,01 kN	
4. Fecha de Calibración	2022-05-11	
5. Fecha de Emisión	2022-05-16	

Sello



Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
Fecha: 2022.05.16 13:43:05 -05'00'

✉ ventasservimetrol@gmail.com
✉ aservimetrol@gmail.com
✉ cservimetrol@gmail.com

☎ 938102709
☎ 938327400

📍 Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb. Cultura Peruana Moderna Lima- Lima- Santa Anita

Extraído de: Laboratorio de suelos y concreto “CONCHIPA E.I.R.L.”

Figura 39 — Certificado de calibración de equipos de laboratorio





SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 009 - 2022

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,8 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	45 % HR	45 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2021-195857	Celda de carga calibrado a 150 tn con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-028-22B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

✉ ventasservimetrol@gmail.com
✉ aservimetrol@gmail.com
✉ cservimetrol@gmail.com

☎ 938102709
938327400

📍 Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
Cultura Peruana Moderna
Lima- Lima- Santa Anita

Extraído de: Laboratorio de suelos y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."

Figura 40 — Certificado de calibración de equipos de laboratorio





SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 009 - 2022

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_1 (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,00	100,41	99,99	100,05	100,15
20	200,00	200,26	199,75	199,73	199,91
30	300,00	299,93	299,65	299,67	299,75
40	400,00	399,70	399,35	399,21	399,42
50	500,00	499,44	498,97	499,03	499,15
60	600,00	599,00	598,80	598,78	598,86
70	700,00	698,84	699,15	699,09	699,03
80	800,00	799,76	799,64	799,56	799,66
90	900,00	900,48	900,18	900,16	900,27
100	1000,00	1001,18	1000,71	1000,75	1000,88
Retorno a Cero		0,00	0,00	0,00	

Indicación del Equipo	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
F (kN)					
100,00	-0,15	0,41	---	0,01	0,35
200,00	0,04	0,26	---	0,01	0,35
300,00	0,08	0,09	---	0,00	0,35
400,00	0,15	0,12	---	0,00	0,35
500,00	0,17	0,09	---	0,00	0,35
600,00	0,19	0,04	---	0,00	0,35
700,00	0,14	0,04	---	0,00	0,35
800,00	0,04	0,02	---	0,00	0,35
900,00	-0,03	0,03	---	0,00	0,35
1000,00	-0,09	0,05	---	0,00	0,35

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

✉ ventasservimetrol@gmail.com
aservimetrol@gmail.com
cservimetrol@gmail.com

☎ 938102709
938327400

📍 Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
Cultura Peruana Moderna
Lima- Lima- Santa Anita

Extraído de: Laboratorio de suelos y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."

Figura 41 — Certificado de calibración de equipos de laboratorio



ANEXO 4

Elitech



TERMÓMETRO DIGITAL WT-1 ELITECH
Control y registro fiable de su cadena de frío

DESCRIPCIÓN

Termómetro digital con sensor de acero inoxidable para cocina, laboratorios, etc.

Este Termómetro Digital Con Sonda de Acero Inoxidable Puede Utilizarse También para todo tipo de medición de temperatura Industrial, Procesamiento de Alimentos, Agricultura, Automóvil, Fotografía, Almacenamiento de Alimentos, Refrigeración, Farmacéuticos, Administración de Energía, entre otros. Es un equipo que mide la temperatura y la humedad relativa del aire y de ambientes o espacios que requieran control de temperatura.

CARACTERÍSTICAS

- Pantalla LCD Digital para fácil lectura.
- Posee dos botones: Botón: ON/OFF; Botón: °C / °F.
- Posee protector de plástico con clip para la sonda.
- Se apaga después de 15 minutos de inactividad por sí solo.



ESPECIFICACIONES BÁSICAS

Rango de Temperatura	-50 °C a 300 °C y -58 °F a 572 °F
Precisión	± 1°C o ± 2°F (de 0 a 80 °C)
Resolución de Temperatura	0.1 °C / 0.1 °F
Fuente de alimentación	Batería de poder 1x1.5V LR-44 (incluido)
Tamaño	20.5 cm (largo) x 2.0 cm (diámetro)
Longitud de la sonda	10.5 cm
Peso	20 g (con batería)



Av. Santiago Antúnez de Mayolo N° 238
 Villa María del Triunfo - Lima - Perú
 Teléf.: (+ 51 1) 692 4618
www.gruposumipack.com

FT-027 v.01

Extraído de: Grupo Sumipack

Figura 42 — Ficha técnica del termómetro digital WT-1 ELITECH



ANEXO 5



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - SUB SEDE ABANCAY</p>		
<p>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL INFORME FINAL DE LA TESIS TITULADO: “Evaluación de la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la Ciudad de Abancay - Apurímac 2023”</p>			
1. Ubicación del proyecto			
1.1. Distrito:	Abancay		
1.2. Provincia:	Abancay		
1.3. Región:	Apurímac		
2. Datos de la construcción de vivienda evaluada			
2.1. Dirección:			
2.2. Propietario:			
2.3. Sistema estructural de construcción:			
2.4. Elemento estructural evaluado:			
3. Datos de los materiales e insumos			
3.1 Cemento			
Tipo de cemento: <input type="checkbox"/> Tipo I <input type="checkbox"/> Tipo II <input type="checkbox"/> Tipo III <input type="checkbox"/> Tipo IV <input type="checkbox"/> Otro: _____	Marca comercial del cemento: <input type="checkbox"/> Yura <input type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Apu <input type="checkbox"/> otro: _____		
3.2 Agregados			
Tamaño de agregado grueso: <input type="checkbox"/> 1/2 <input type="checkbox"/> 3/4 <input type="checkbox"/> Otro: _____ Procedencia de los agregados (Cantera): <input type="checkbox"/> Quispe <input type="checkbox"/> Murillo <input type="checkbox"/> Otro: _____	3.3 Agua		
Procedencia del agua:			
<input type="checkbox"/> Potable <input type="checkbox"/> Río <input type="checkbox"/> Otro: _____			
4. Dosificación del concreto:			
N°	Insumos	Unidad	Cantidad
1	Cemento	bolsas	
2	Agregado fino (arena)	baldes	
3	Agregado Grueso (piedra chancada)	baldes	
4	Agua	baldes	
5. Mezclado del concreto (Homogeneidad):			
Herramienta usado para mezclar el concreto (Método)		<input type="checkbox"/> Mezcladora tipo trompo <input type="checkbox"/> Otro: _____	
Tiempo de mezclado (segundos)			
6. Datos de ensayo del concreto en estado fresco:			
Temperatura (°C)	Asentamiento (in)	Consistencia	

Figura 43 — Ficha de recolección de datos





UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL -
SUB SEDE ABANCAY



VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DE
JUICIO DE EXPERTOS

TESIS:

“Evaluación de la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la Ciudad de Abancay - Apurímac 2023”

NOMBRE DEL INSTRUMENTO A VALIDAR: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL INFORME FINAL DE TESIS TITULADO: “Evaluación de la calidad del concreto en los principales elementos estructurales de edificaciones construidas sin asesoramiento técnico profesional en la Ciudad de Abancay - Apurímac 2023”

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR: Islachín Avendaño Yoberth Joel

CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy Bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				X
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				X
Viabilidad	Es viable su aplicación			X	

Valoración

Puntaje: (de 0 a 20) *15*

Calificación: (de deficiente a muy bueno) *Bueno*

.....
 Firma del experto

Dr. Edwin Ibarra B.

Figura 44 — Validez del instrumento de evaluación a través de juicio de expertos



ANEXO 6



Figura 45 —Ensayo a la compresión del concreto con verificación del asesor de tesis



Figura 46 — Elaboración de briquetas de concreto



Figura 47 — Elaboración del concreto y vaciado de losa aligerada



Figura 48 — Ensayo de asentamiento del concreto



Figura 49 — Elaboración de probetas de concreto



Figura 50 — Ensayo del asentamiento del concreto



Figura 51 — Elaboración de probetas de concreto



Figura 52 — Ensayo del asentamiento del concreto



Figura 53 — Elaboración de probetas de concreto



Figura 54 — Ensayo del asentamiento del concreto