

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y LA  
TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO ELABORADO EN LOS VACIADOS DE  
TECHO DE AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN CAJAMARCA AL  
INCORPORAR ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE AL 1% REDUCIENDO EL  
AGUA DE MEZCLA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Bach. PERALTA QUIROZ, HANSEL LEONARDO

**ASESOR:**

Dr. Ing. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2023**

## **Agradecimientos**

*El autor de esta tesis expresa su cordial agradecimiento:*

*Al asesor, el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, por su profesionalismo, su preciado tiempo, apoyo y colaboración permanente durante la realización de esta presente investigación.*

*A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron con este trabajo: familiares, grandes amigos y compañeros de la universidad. A Leiner Guerrero Gonzales por su oportuna ayuda en cuanto a logística y desarrollo de los trabajos de esta investigación.*

*Así mismo a mis padres y hermanos por brindarme su respaldo incondicional, su confianza y comprensión durante este proceso de formación profesional y ser parte de la motivación para seguir adelante.*

*Y finalmente a la Universidad Nacional de Cajamarca y los docentes de la Facultad de Ingeniería por brindar la formación como ingeniero civil, los conocimientos y la guía para el desarrollo de esta tesis.*

## Dedicatoria

*Esta dedicatoria es con mucho cariño para mis padres Guzmán Peralta y Lucía Quiroz, por su abnegado esfuerzo, dedicación y apoyo incondicional. Por inculcarme valores y constantes enseñanzas, por prevalecer y mostrar la importancia de la unión familiar; a mi padre, por ser el paradigma de la dedicación y entrega de un gran profesional y persona, por su devoción como cristiano; a mi madre, por ser mi más importante soporte, entenderme y darme una lección a su manera en los momentos que más necesité a lo largo de mi vida. Agradezco a ambos por su invaluable sacrificio, cariño y amor, agradezco haber aprendido tantas cosas buenas de ustedes, y por ser tan buenos padres.*

*Para mis hermanos Rosario, Nicool y Gustavo por todo el tiempo, las experiencias, los malos y buenos momentos que compartimos, por su cariño infinito y todo el apoyo oportuno que me han brindado para la consecución exitosa de mi carrera profesional.*

*Para mis familiares y valiosos amigos que se hicieron presentes en los momentos más dificultosos del desarrollo de mi carrera universitaria, por creer siempre en mí, y darme la confianza para levantarme y seguir adelante a pesar de las circunstancias.*

## Tabla de Contenido

RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. Planteamiento del Problema.....	14
1.2. Formulación del Problema .....	15
1.3. Hipótesis de la Investigación.....	15
1.4. Justificación de la Investigación .....	15
1.5. Alcances o Delimitación de la Investigación .....	16
1.6. Limitaciones .....	16
1.7. Objetivos .....	17
1.7.1. Objetivo General.....	17
1.7.2. Objetivos Específicos .....	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	18
2.1. Antecedentes Teóricos de la Investigación .....	18
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	18
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	19
2.1.3. Antecedentes Locales .....	21
2.2. Bases Teóricas.....	23
2.2.1. Autoconstrucción: Definición y Problemática .....	23
2.2.2. Peligro Sísmico de la Ciudad de Cajamarca y Requerimientos Mínimos de Resistencia a Compresión del Concreto .....	24
2.2.3. Realidad del Concreto Elaborado en Viviendas Autoconstruidas.....	26
2.2.4. Concreto.....	31
2.3. Definición de Términos Básicos .....	45
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....	46
3.1. Ubicación Geográfica.....	46

3.1.1. Ubicación Geográfica de la Investigación.....	46
3.1.2. Ubicación Geográfica de las Viviendas Estudiadas .....	47
3.2. Tiempo de Realización de la Investigación.....	49
3.3. Metodología .....	49
3.3.1. Tipo, Nivel, Diseño y Método de Investigación.....	49
3.3.2. Población de Estudio, Muestra, Unidad de Observación y Procedimiento .....	50
3.3.3. Tratamiento, Análisis de Datos y Presentación de Resultados.....	57
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>71</b>
4.1. Análisis de los Resultados Obtenidos de las Propiedades de los Agregados.....	71
4.2. Análisis de los Resultados Obtenidos del Ensayo del Cono de Abrams.....	72
4.3. Análisis de los Resultados Obtenidos del Ensayo de Resistencia a Compresión a los 28 Días.....	72
4.4. Discusión de Resultados Contrastados con la Hipótesis.....	74
4.5. Discusión de Resultados Contrastados con los Antecedentes Teóricos.....	74
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>
5.1. Conclusiones .....	76
5.2. Recomendaciones.....	77
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>78</b>
<b>NORMAS.....</b>	<b>82</b>
<b>Apéndice A. Propiedades de los Agregados .....</b>	<b>84</b>
Agregado Global: Cantera “El Gavilán” .....	84
Agregado Global: Cantera “Juan Sinmiedo” .....	88
Agregado Fino: Cantera “Yanamango” .....	91
Agregado Grueso: Cantera “Yanamango” .....	94
Agregado Fino: Cantera “Huayrapongo” 1 .....	97
Agregado Grueso: Cantera “El Gavilán” .....	100
Agregado Fino: Cantera “Llacanora”.....	103

Agregado Fino: Cantera “El Gavilán” .....	106
Agregado Fino: Cantera “Huayrapongo” 2 .....	109
Agregado Grueso: Cantera “Huayrapongo” .....	112
Apéndice B. Estadística de la resistencia a compresión del concreto sin aditivo y con aditivo .....	115
Apéndice C. Registros de los Ensayos a Compresión .....	119
Apéndice D. Autorización del Uso de Laboratorio Externo .....	129
Apéndice E. Constancia del Uso de Laboratorio Externo .....	130
Apéndice F. Check List del Trabajo en Campo de la Investigación .....	131
Apéndice H. Autorizaciones de los Propietarios de las Viviendas Muestreadas .....	141
Apéndice H. Panel Fotográfico de las viviendas muestreadas .....	151
Apéndice I. Panel Fotográfico de los Asentamientos o Slump .....	156
Apéndice J. Panel Fotográfico de la etapa de trabajo en campo .....	161
Apéndice K. Panel Fotográfico de la Etapa de Trabajo en Laboratorio .....	167
Apéndice L. Hoja Técnica del Aditivo Superplastificante Sikament 290N .....	174

## Índice de Tablas

Tabla 1. Cantidad de sales y cloruros en el agua para el concreto .....	36
Tabla 2. Tipo de consistencias y asentamiento medido por el Cono de Abrams .....	42
Tabla 3. Ubicación, fecha de vaciado, nivel de techo y metrado de las viviendas muestreadas .....	47
Tabla 4. Tipo de investigación y criterios de la investigación .....	49
Tabla 5. Muestra total de la tesis.....	50
Tabla 6. Ensayos y normativa de la investigación para los agregados .....	56
Tabla 7. Ensayos y normativas de la investigación para el concreto .....	56
Tabla 8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	57
Tabla 9. Origen, cantera y cantidad de materiales para el total de m <sup>2</sup> de techo de cada vivienda .....	58
Tabla 10. Tiempo de almacenamiento, tiempo de curado y desencofrado y tipo de compactación .....	59
Tabla 11. Dosificación de materiales del concreto de cada vivienda muestreada .....	59
Tabla 12. Dosificación de materiales del concreto en volumen de obra y latas por bolsa de cemento .....	60
Tabla 13. Procedencia del agua de mezclado de concreto en cada vivienda .....	60
Tabla 14. Contenido de humedad y absorción del agregado fino, agregado grueso y agregado global para cada vivienda.....	61
Tabla 15. Módulo de finura del agregado fino, agregado grueso y agregado global para cada vivienda.....	62
Tabla 16. Peso específico de masa, SSS y aparente del agregado fino, agregado grueso y agregado global para cada vivienda.....	62
Tabla 17. Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso y agregado global.....	63
Tabla 18. Peso Unitario Suelto Seco y Peso Unitario Compactado Seco del agregado fino, agregado grueso y agregado global.....	63
Tabla 19. Porcentaje de partículas que pasan el tamiz N°200 de los agregados.....	64
Tabla 20. Slump o asentamiento y relación A/C del concreto sin aditivo y del concreto con aditivo .....	65
Tabla 21. Resistencia a la compresión del concreto sin aditivo y concreto con aditivo a los 28 días .....	67
Tabla B1. Resultados ensayo de resistencia a la compresión .....	115

Tabla C1. Vivienda N° 01: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión.....	119
Tabla C2. Vivienda N° 02: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión.....	120
Tabla C3. Vivienda N° 03: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión.....	121
Tabla C4. Vivienda N° 04: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión.....	122
Tabla C5. Vivienda N° 05: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión.....	123
Tabla C6. Vivienda N° 06: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión.....	124
Tabla C7. Vivienda N° 07: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión.....	125
Tabla C8. Vivienda N° 08: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión.....	126
Tabla C9. Vivienda N° 09: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión.....	127
Tabla C10. Vivienda N° 10: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión.....	128

## Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de zonas sísmicas para el territorio nacional peruano .....	25
Figura 2. Viviendas particulares según material predominante en las paredes exteriores, 1993, 2007 y 2017.....	27
Figura 3. Viviendas particulares según material predominante en los techos, 1993, 2007 y 2017 .....	28
Figura 4. Materiales predominantes en la pared, piso y techo.....	29
Figura 5. Situación actual de la construcción de viviendas en el Perú .....	30
Figura 6. Distribución aproximada de la producción anual de concreto en el Perú en 2009...31	31
Figura 7. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto .....	32
Figura 8. Esquema de los patrones de tipos de fracturas .....	44
Figura 9. Ubicación en Google Maps del laboratorio de materiales en el que se realizaron los ensayos requeridos para la tesis .....	46
Figura 10. Ubicación de las viviendas muestreadas en un mapa sectorizado de la ciudad de Cajamarca .....	48
Figura 11. Check List para la toma de datos en viviendas de autoconstrucción.....	53
Figura 12. Asentamiento o slump del concreto sin aditivo vs concreto con aditivo en pulgadas .....	66
Figura 13. Relación A/C del concreto patrón vs concreto con aditivo .....	66
Figura 14. Resistencias Características del concreto sin aditivo (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	68
Figura 15. Resistencias Características del concreto con aditivo (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	69
Figura 16. Resistencias del concreto a los 28 días sin aditivo y con aditivo .....	69
Figura A1. Curva de distribución granulométrica A. Global “El Gavilán” .....	85
Figura A2. Curva de distribución granulométrica A. Global “Juan Sinmiedo”.....	89
Figura A3. Curva de distribución granulométrica A. Fino “Yanamango” .....	91
Figura A4. Curva de distribución granulométrica A. Grueso “Yanamango”.....	95
Figura A5. Curva de distribución granulométrica A. Fino “Huayrapongo” 1 .....	97
Figura A6. Curva de distribución granulométrica A, Grueso “El Gavilán”.....	101
Figura A7. Curva de distribución granulométrica A. Fino “Llacanora” .....	103
Figura A8. Curva de distribución granulométrica A. Fino “El Gavilán”.....	106
Figura A9. Curva de distribución granulométrica A. Fino “Huayrapongo” 2 .....	109
Figura A10. Curva de distribución granulométrica A. Grueso “Huayrapongo” .....	113
Figura H1. Fotografía: Vivienda N° 01 ubicada en Camino Real S/N, Sector La Paccha ....	151

Figura H2. Fotografía: Vivienda N° 02 ubicada en Av. San Martín #1138, Sector San Martín. .....	151
Figura H3. Fotografía: Vivienda N° 03 ubicada en Jr. Huacariz S/N Cdra. 2, Sector La Paccha .....	152
Figura H4. Fotografía: Vivienda N° 04 ubicada en Jr. Julio C. Tello #226, Sector San Antonio .....	152
Figura H5. Fotografía: Vivienda N° 05 ubicada en Av. San Martín #390, Sector San Martín .....	153
Figura H6. Fotografía: Vivienda N° 06 ubicada en Av. Agua Marina S/N, Sector Huacariz	153
Figura H7. Fotografía: Vivienda N° 07 ubicada en Psje. San Mateo #130, Sector Mollepampa .....	154
Figura H8. Fotografía: Vivienda N° 08 ubicada en Av. Vía de Evitamiento Sur #2640, Sector Mollepampa .....	154
Figura H9. Fotografía: Vivienda N° 09 ubicada en Psje. Diego Ferré #261, Sector San Martín .....	155
Figura H10. Fotografía: Vivienda N° 10 ubicada en Av. Perú S/N Cdra. 1, Sector Urubamba .....	155
Figura I1. Fotografías: Vivienda N° 01, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo.....	156
Figura I2. Fotografías: Vivienda N° 02, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo.....	156
Figura I3. Fotografías: Vivienda N° 03, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo.....	157
Figura I4. Fotografías: Vivienda N° 04, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo.....	157
Figura I5. Fotografías: Vivienda N° 05, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo.....	158
Figura I6. Fotografías: Vivienda N° 06, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo.....	158
Figura I7. Fotografías: Vivienda N° 07, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo.....	159
Figura I8. Fotografías: Vivienda N° 08, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo.....	159
Figura I9. Fotografías: Vivienda N° 09, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo.....	160
Figura I10. Fotografías: Vivienda N° 10, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo.....	160
Figura J1. Fotografía: Instrumentos y herramientas para los trabajos de campo en pie de obra .....	161
Figura J2. Fotografía: Mezcladora y preparación del concreto a pie de obra.....	162
Figura J3. Fotografías: Realización de la Prueba de Cono de Abrams .....	162
Figura J4. Fotografías. Presencia de exudación y segregación en el concreto por el excesivo uso de agua.....	163

Figura J5. Fotografías: Elaboración de las 6 muestras de concreto patrón, y 6 muestras de concreto con aditivo superplastificante incorporado .....	164
Figura J6. Fotografía: Elaboración de las muestras de concreto en las construcciones con la supervisión del asesor de tesis Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno .....	165
Figura J7. Fotografía: Dosificación del aditivo superplastificante Sikament 290N .....	165
Figura J8. Fotografías: Aplicación del aditivo superplastificante al concreto en la mezcladora .....	166
Figura J9. Fotografías: Cementos empleados en las obras: Pacasmayo Extraforte ICo y Mochica GU.....	166
Figura K1. Fotografía: Codificado de los especímenes de concreto .....	167
Figura K2. Fotografía: Curado de los especímenes de concreto .....	167
Figura K3. Fotografía: Almacenamiento de los 120 especímenes de concreto muestreados en obra con la codificación correspondiente .....	168
Figura K4. Fotografía: Toma de medidas y peso de los especímenes de concreto para la prueba de resistencia a compresión a los 28 días.....	168
Figura K5. Fotografía: Ensayo a compresión de los especímenes de concreto muestreados con la supervisión del asesor de tesis Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno .....	169
Figura K6. Fotografía: Instrumento de recolección de datos: Hoja Técnica de Laboratorio de Guersan S.A. para el ensayo a resistencia a compresión de concreto y procesamiento de datos en Excel.....	169
Figura K7. Fotografías: Ensayos a compresión en el laboratorio GUERSAN SRL.....	171
Figura K8. Fotografías: Valores de carga de rotura registrados en la investigación.....	171
Figura K9. Fotografías: Tipos de Falla en la prueba de Resistencia a Compresión del concreto más comunes.....	172
Figura K10. Fotografías: Agregado Fino, Agregado Grueso y Hormigón en pie de obra.....	173
Figura K11. Fotografías: Ensayos de laboratorio para los agregados.....	173

## RESUMEN

El objetivo de esta tesis fue determinar cuánto es la variación de la resistencia a compresión y trabajabilidad del concreto elaborado en vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en la ciudad de Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante Sikament 290N, en 1% de peso del cemento (425g o 354 mL por bolsa de cemento); se tuvo como regla fundamental no modificar las dosificaciones originales de obra, reduciendo entre 15 a 20% el agua de mezcla al usar aditivo. Esta investigación es cuantitativa con un diseño cuasi experimental y se definió como población de estudio al concreto elaborado en los vaciados de losa aligerada de 10 viviendas seleccionadas aleatoriamente en la ciudad de Cajamarca y sus zonas de expansión urbana. Se obtuvieron 12 muestras por cada vivienda (6 sin aditivo y 6 con aditivo), un total de 120 especímenes cilíndricos de concreto de 6"x12" ensayados a compresión a los 28 días; además, se midió el asentamiento del concreto sin aditivo y con aditivo y se estudiaron las propiedades de los agregados empleados. Los resultados obtenidos determinaron que este concreto presenta un asentamiento sin aditivo entre 7.1" a 11.4" y con aditivo entre 8.3" a 9.8", variando entre 3.85% a 33.33%. El concreto sin aditivo presentó resistencias a compresión entre 86.45 a 139.53 Kg/cm<sup>2</sup> y con aditivo entre 137.23 y 286.38 Kg/cm<sup>2</sup>, una variación entre 3.68 a 163.93%. Concluyendo que la incorporación del aditivo incrementa la resistencia a compresión y mejora la trabajabilidad del concreto.

**Palabras clave:** autoconstrucción, concreto, aditivo superplastificante, resistencia a compresión, trabajabilidad

## ABSTRACT

The objective of this thesis was to determine the variation of the compressive strength and workability of the concrete produced in roof casts for self-construction of houses in the city of Cajamarca by incorporating the superplasticizer additive Sikament 290N, in 1% by weight of cement (425g or 354 mL per bag of cement); The fundamental rule was not to modify the original work dosages, reducing the mixing water by 15 to 20% when using an additive. This research is quantitative with a quasi-experimental design and the study population was defined as the concrete made in lightweight slab constructions of 10 randomly selected houses in the city of Cajamarca and its urban expansion areas. 12 samples were obtained for each dwelling (6 without additive and 6 with additive), a total of 120 6"x12" cylindrical concrete specimens compression tested at 28 days; In addition, the settlement of the concrete without additive and with additive was measured and the properties of the aggregates used were studied. The results obtained determined that this concrete presents a settlement without additive between 7.1" to 11.4" and with additive between 8.3" to 9.8", varying between 3.85% to 33.33%. The concrete without additive presented compressive strength between 86.45 to 139.53 Kg/cm<sup>2</sup> and with additive between 137.23 and 286.38 Kg/cm<sup>2</sup>, a variation between 3.68 to 163.93%. Concluding that the addition of the additive increases the compressive strength and improves the workability of the concrete.

**Key words:** self-construction, concrete, superplasticizer additive, compressive strength, workability

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

En el Perú, el sector construcción es uno de los principales propulsores de la economía, y esto, implica tanto la construcción formal como la denominada autoconstrucción o construcción informal. El concreto es uno de los materiales más utilizados en el sector construcción, y es de suma importancia que dicho material sea de calidad, cumpliendo al menos con los requerimientos mínimos de las normas técnicas.

En ese sentido, Garay y Quispe (2016) afirman que el 77% del concreto elaborado en el Perú lo constituye concreto informal o de autoconstrucción, ya que se elabora sin supervisión técnica, empleando materiales de mala calidad y sin cumplir con las normas vigentes del Perú, no se considera el uso de aditivos plastificantes provocando que se haga un excesivo uso de agua de mezcla, como consecuencia las resistencias del concreto estructural no alcanzan la resistencia mínima establecida por normas técnicas.

Según Pasquel (2010) el concreto informal por sus características es potencialmente muy susceptible de ocasionar fallas en las edificaciones ante eventos sísmicos. Además, que el concreto informal es más caro y de calidad muy inferior a la del concreto formal para las mismas exigencias técnicas. Esto, principalmente por el excesivo empleo de agua en la preparación de mezcla del concreto con el propósito de hacer trabajable el concreto para su transporte y colocación, lo cual perjudica en el desarrollo de la resistencia final del concreto, a pesar de que el consumo de cemento en este sea el requerido.

Ante esta problemática identificada en la autoconstrucción de viviendas en el Perú, se plantea investigar la resistencia a compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de viviendas de autoconstrucción para la ciudad de Cajamarca, específicamente en cuánto varían estas propiedades del concreto al incorporar el aditivo superplastificante Sikament 290N en 1% de proporción al peso del cemento.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuánto varía la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas de Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla?

## **1.3. Hipótesis de la Investigación**

La resistencia a la compresión varía en más del 1% y la trabajabilidad varía en más del 3%, del concreto elaborado en la autoconstrucción de vaciados de techos de viviendas de Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

## **1.4. Justificación de la Investigación**

La presente investigación se justifica a nivel científico porque profundiza conocimientos sobre el uso y la influencia de los aditivos superplastificantes en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

La investigación se justifica a nivel técnico-práctico porque presenta una alternativa de mejora en la autoconstrucción de viviendas en la ciudad de Cajamarca, en propiedades del concreto como la trabajabilidad y la resistencia a la compresión; la alternativa del aditivo superplastificante Sikament 290N es práctica y económica, sin la necesidad de modificar la dosificación de los concretos hechas por maestros de obra mostró una mejora considerable.

Los resultados de esta investigación sirven de información y referencia para los usuarios, estudiantes, trabajadores, técnicos, profesionales y demás involucrados en la industria de la construcción en la región de Cajamarca y el país.

Esta investigación se justifica institucionalmente porque la Universidad Nacional de Cajamarca, a través de esta tesis desarrollada, se proyecta hacia la comunidad y la sociedad, contribuyendo al desarrollo del área de construcción y la ingeniería en la localidad.

Y se justifica a nivel medio-ambiental, porque el empleo de este aditivo genera un menor consumo de agua y cemento, contribuyendo a la sostenibilidad ecológica.

### **1.5. Alcances o Delimitación de la Investigación**

Esta investigación es de tipo cuasi experimental con enfoque cuantitativo, en la cual se estudió propiedades como la trabajabilidad y la resistencia a la compresión a los 28 días del concreto elaborado en los vaciados de techos de viviendas que pertenecen a la autoconstrucción, ubicadas en la ciudad de Cajamarca y sus zonas de expansión urbana.

En este estudio se empleó el aditivo superplastificante de la marca Sika, el Sikament 290N. No se modificaron las proporciones de los materiales que utilizan los maestros de obra en la mezcla del concreto, pero sí se redujo el agua de mezcla del concreto en obra, entre el 15 al 20%; sin considerar la humedad de los agregados al carecer de esta información al momento del vaciado. La proporción de aditivo que se utilizó para el grupo experimental fue de 1% del peso del cemento, criterio basado en los antecedentes teóricos y la ficha técnica del aditivo. Se obtuvieron solo propiedades de los agregados necesarias para diseño de mezclas de concreto.

La trabajabilidad es una propiedad del concreto que no puede ser medida directamente, ya que esta se interpreta como la facilidad en que el concreto en estado fresco se puede mezclar, colocar y consolidar sin presentar pérdidas en su homogeneidad; sin embargo, se consideró la consistencia (medida por el asentamiento o slump) para determinar su variación.

Las muestras de concreto fueron curadas solo durante 7 días, esto acorde a los datos en la Tabla 10 obtenidos de las Check List visualizables en el Apéndice F; para luego retirarlas de los depósitos de curado y finalmente ensayarlas a los 28 días de edad del concreto.

### **1.6. Limitaciones**

Los resultados del presente estudio estuvieron sujetos a diversos factores que son comunes en estos tipos de obras o construcciones, tales como los procesos constructivos, la calidad y cantidad de materiales usados por tanda, su transporte y almacenamiento, eventuales precipitaciones, etc., lo cual hacen que las condiciones de vaciado sean disímiles en cada caso.

Como tal, se consideró un intervalo de los valores de las resistencias y un intervalo de los asentamientos del total de las viviendas muestreadas, tanto para el concreto sin aditivo como con aditivo; las diferentes condiciones de cada vaciado hacen que haya una mayor dispersión entre los promedios de resistencia de cada vivienda.

En el proceso del trabajo de campo se consideró que la consistencia del concreto con aditivo sea similar a la del concreto convencional que buscan los maestros de obra, además de que se buscó modificar lo mínimo posible la forma de trabajo de los operarios de la mezcladora de concreto; por lo que la reducción del agua fue aproximadamente entre el 15 al 20%.

## **1.7. Objetivos**

### ***1.7.1. Objetivo General***

Determinar la variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas de Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

### ***1.7.2. Objetivos Específicos***

Determinar las propiedades de los agregados utilizados en la elaboración del concreto hecho en obras de autoconstrucción.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto elaborado en las obras de autoconstrucción (sin emplear aditivo superplastificante).

Determinar la resistencia a la compresión del concreto elaborado en las obras de autoconstrucción, al incorporar aditivo superplastificante en proporción de 1% del peso del cemento reduciendo el agua de mezcla.

Determinar cuánto es la variación en la consistencia del concreto en obra al adicionar aditivo superplastificante en proporción de 1% de peso del cemento reduciendo el agua de mezcla.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes Teóricos de la Investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

González et. al (2023) en su tesis realizada en Bucaramanga, Colombia, titulada “*Modificación de las propiedades de un concreto convencional mediante la dosificación de un aditivo superplastificante para determinar la influencia en la resistencia a compresión, absorción y manejabilidad*”, tuvieron como objetivo determinar la influencia del aditivo superplastificante Sika ViscoCrete en las propiedades mecánicas de concreto de 21 MPa, empleando dosificaciones de aditivo de 0.3% y 0.7%. De las conclusiones de esta investigación se puede destacar que el empleo del aditivo superplastificante en el concreto convencional produjo una disminución en el porcentaje de vacíos y absorción, también una reducción en la relación agua/cemento, de 0.57 a 0.48 y 0.39 para 0.3% y 0.7% de dosificación de aditivo respectivamente. Esto permitió una reducción de agua del 16% y 68%, dando una mayor manejabilidad. La dosificación de 0.7% fue la más óptima sobre la resistencia del concreto a los 28 días, obteniendo un incremento del 98.62% respecto al concreto patrón sin aditivo, dando una resistencia de 43.1 MPa.

Herrera y Quintero (2021) en su trabajo de grado realizada en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, Colombia, titulada “*Aditivos reductores de agua de alto rango o superplastificantes y su efecto en las propiedades del concreto*”, donde buscó describir las generalidades de los aditivos superplastificantes en el concreto, entre estos, el Sikament 290N, así también identificar propiedades físicas y mecánicas como son la trabajabilidad, tiempo de fraguado, densidad, absorción y la resistencia a compresión y flexión del concreto, con y sin uso de diferentes aditivos superplastificantes y finalmente determinar las dosificaciones usadas de este aditivo en el concreto. En su estudio afirman que la incorporación de aditivos superplastificantes en el concreto sí produce influencia sobre las propiedades del concreto, y

que el empleo del aditivo superplastificante resultará beneficioso siempre y cuando se apliquen cantidades comprendidas entre los 600 y los 1200 mL por cada 100 Kg de cemento. También se afirma que el aditivo debe garantizar una reducción de mínimo el 12% del agua de mezcla del concreto. Además, cabe destacar que de los diferentes ensayos aplicados las dos propiedades identificadas como las más importantes y representativas para el concreto son la trabajabilidad y la resistencia a compresión, las cuales son influenciadas directamente por la incorporación de aditivo superplastificante.

Cucalón y Tomalá (2020) en su proyecto de investigación realizado en La Libertad, Ecuador, titulado “*Optimización de hormigón  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  aplicando diferentes aditivos superplastificantes*”, tuvo como objetivo principal optimizar el diseño de un concreto de resistencia  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  alrededor del costo por  $\text{m}^3$ , empleando dos aditivos superplastificantes, el Sikament N.100 y el Aditec SF-106. Como parte de los resultados se destacan que la alternativa del uso de superplastificantes es técnicamente viable y para la resistencia especificada se logra con un diseño de concreto de  $280 \text{ Kg/cm}^2$ , con la aplicación de ambos aditivos en proporción de 1 y 1.5% del peso del cemento y reduciendo 30% el agua de mezcla, el Sikament N.100 genera un incremento entre el 24 y 28% y el Aditec SF-106 un incremento entre el 41 y 48%, cabe destacar además que el costo del concreto de  $280 \text{ Kg/cm}^2$  con 1% del aditivo superplastificante Aditec SF-106 es menor en \$12.73 por cada  $\text{m}^3$  respecto a un concreto convencional, el uso de aditivos superplastificantes genera menores costos y mayor resistencia a la compresión.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Díaz y Espinoza (2021) en su tesis realizada en Trujillo, Perú, titulada “*Evaluación de la Adición del Aditivo Superplastificante en los Concretos de Resistencia  $f'c = 210$  Convencional en Jaén 2021*”, tuvieron como objetivo evaluar la adición del aditivo superplastificante SIKACEM en un concreto de resistencia convencional de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , evaluando proporciones

de 0.50, 1.00% y 1.50% del peso del cemento y en edades de 7, 14 y 28 días. Para la muestra de estudio se elaboraron 36 probetas estándar de concreto de 6” por 12”. Como parte de los resultados de esta investigación se destaca que a las 3 edades y las 3 dosificaciones se registró un incremento en la resistencia, además, a los 28 días el concreto con dosificación de 400 mL de aditivo o 1% del peso del cemento obtuvo un incremento en la resistencia de 34.8%, reduciendo la cantidad de agua entre un 15 a 20%.

Huamán y Llanos (2019) en su tesis realizada en Pimentel, Perú, titulada “*Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament® -290N y Chemament 400 en pavimentos rígidos, Lambayeque. 2018*”, tuvieron como objetivo evaluar las propiedades del concreto empleando aditivos superplastificantes en pavimentos rígidos, entre estos el Sikament 290N, para este propósito elaboraron diseño de mezclas para  $f'c$  de 210, 280 y 350 Kg/cm<sup>2</sup>, comparando las propiedades del concreto y haciendo un análisis económico. El diseño de investigación empleado es cuantitativa experimental, realizando un total de 357 probetas como muestra y dosificaciones de aditivo de 0.7, 1.05 y 1.4% para el Sikament 290N y 0.7, 1.35 y 2% para el Chemament 400. Como parte de los resultados de esta investigación se destacan para un concreto de  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> ambos aditivos mejoran la resistencia a compresión a los 28 días, y que el porcentaje de óptimo del aditivo para el Sikament 290N se encuentra entre el 0.7 y 1.05%, con una mejora hasta del 14%, mientras que la dosificación de 1.4% de peso del cemento produjo una reducción en la resistencia a la compresión del 5%.

Garay y Quispe (2016) en su investigación realizada en la ciudad de Lima, Perú, titulada “*Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)*“, estudian la situación de las viviendas autoconstruidas, sus principales defectos en el concreto, propiedades de los agregados, propiedades del concreto fresco y endurecido con

y sin aditivo superplastificante, aplicando normas de la American Society for Testing and Materials [ASTM] y la identificación de los principales factores que afectan al concreto producido por maestros de obra en edificaciones de autoconstrucción. En este estudio se aplica como alternativa de mejora de la resistencia a la compresión el uso de aditivo superplastificante. Se desarrolló una metodología para obtener las propiedades de los agregados y del concreto elaborado en autoconstrucción, haciendo uso de un Check List para cada obra muestreada. Se tomaron 144 probetas cilíndricas estándar de concreto de 12 viviendas identificadas aleatoriamente, 12 en cada vivienda, de estas 6 de concreto convencional y 6 del concreto con el aditivo aplicado. Las autoras afirman que, al incorporar aditivo en la mezcla de concreto, su resistencia característica se incrementó notablemente, ésta aumentó en un 25% en comparación al concreto sin aditivo. El promedio de los valores de resistencias obtenido sin aditivo es de 138 Kg/cm<sup>2</sup>, valor que no supera la resistencia mínima requerida por la Norma E 0.60, mientras que el promedio de los valores de resistencias obtenido con aditivo es de 184 Kg/cm<sup>2</sup>, superando la resistencia mínima recomendada por la norma. Concluyen en que el uso de los aditivos no soluciona el problema de la autoconstrucción; sin embargo, estos ayudan a mitigar y mejorar las propiedades del concreto.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

Sanchez (2020) en su tesis realizada en Cajamarca, Perú, titulada “*Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando los aditivos Sika superplastificante Viscoflow 50 y Chema Plast con canteras de cerro y río - Cajamarca 2020*”. Planteó como objetivo determinar la variación de la resistencia a la compresión con agregados de río y cerro al adicionar aditivos superplastificantes, Chema Plast y el Sika Viscoflow 50 al 1% a edades de 7, 14 y 28 días de curado. Esta investigación fue de tipo experimental y elaboraron un total de 108 probetas como muestra. Como parte de los resultados a destacar se tiene que el concreto patrón con agregado de río alcanzó una resistencia a los 28 días de 289.24 Kg/cm<sup>2</sup> y con

agregado de cerro  $268.53 \text{ Kg/cm}^2$ , y al emplear los aditivos se registraron  $274.40$  y  $297.96 \text{ Kg/cm}^2$  en el agregado de cerro y  $305.29$  y  $391.27 \text{ Kg/cm}^2$  en el agregado de río, siendo un aumento en la resistencia en todos los casos, registrando mayores promedios en la resistencia del concreto patrón y con aditivos elaborados con agregado de río a diferencia del agregado de cerro, la diferencia de la mejora mayor registrada es en el agregado de río,  $26.08\%$  y la menor  $2.28\%$  para el agregado de cerro.

Cotrina (2018) en su tesis realizada en Cajamarca, Perú, titulada "*Comportamiento mecánico del concreto de alta resistencia de  $f'c=450 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante Sikament®-290n y adición mineral Sika® Fume*". Tuvo como objetivo determinar el comportamiento mecánico del concreto de alta resistencia empleando aditivo Sikament 290N y adición mineral Sika Fume. Esta investigación fue descriptiva, explicativa y finalmente comparativa, con un diseño experimental, se elaboraron un total de 96 especímenes de concreto para compresión y 20 para flexión y tracción. Como parte de los resultados de esta tesis a destacar se tiene que a los 28 días el mayor porcentaje de resistencia obtenido fue de la combinación del Sikament 290N al  $0.9\%$  con  $10\%$  de Sikafume. Y para el diseño con únicamente la dosificación del  $0.9\%$  de Sikament 290N se obtuvo una mejora de  $14.4\%$ .

Bernal (2017) en su tesis de maestría realizada en la ciudad de Cajamarca, Perú, titulada "*Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes*". Estudia la optimización de aditivos superplastificantes sobre la resistencia a compresión de concreto de resistencia característica de diseño de  $280 \text{ Kg/cm}^2$ , en el que compara grupos de control de concreto patrón y concreto con estos aditivos superplastificantes en proporción de  $1.00\%$  del cemento para edades de 7, 14 y 28 días del concreto y concluye que la resistencia a compresión de los grupos de control como experimentales alcanzaron valores de resistencia a compresión mayores que la resistencia a compresión especificada, Esta investigación presenta un diseño experimental con posprueba

únicamente y grupo de control y como resultados de la investigación se concluye que, la mayor resistencia a compresión se logró combinando aditivo superplastificante Sika Plast 1000 en proporción de 1.00% de peso del cemento con Cemento Pacasmayo tipo I, mayor en 11.00% que su respectivo grupo de control y mayor en 24.80 % respecto a la resistencia a la compresión especificada, el costo de la mezcla de los grupos experimentales con aditivo, fue menor en 14.03% que el costo de la mezcla del grupo de control, sin aditivo; además que con la utilización de los aditivos superplastificantes se logró una disminución en el agua de mezcla y en la cantidad de cemento, aunado a esto se observó un incremento o mejora en la trabajabilidad y la resistencia, y una disminución en los costos.

## **2.2. Bases Teóricas**

### ***2.2.1. Autoconstrucción: Definición y Problemática***

De acuerdo a Hiernaux (1991), la autoconstrucción en su sentido más aceptado por los diversos sectores de la sociedad, es un proceso en el cual el consumidor o usuario final de la vivienda, participa en forma directa en la producción de la misma. Es decir, el propietario es el que se encarga del diseño, planificación y ejecución de la construcción de su vivienda. Varios conceptos se relacionan con esta definición general: normalmente se concibe la participación directa del usuario a través del aporte de su fuerza de trabajo, ya sea individual o familiar a la edificación.

De acuerdo a Castro y Yucra (2018), es la práctica de construir una vivienda que se origina por el comportamiento de los propietarios que construyen sus propias casas sin consultar a un profesional de la construcción porque su economía no es suficientemente buena o porque tienen la necesidad de ahorrar dinero. Los propietarios por lo general optan para que su familia los ayude para edificar sus casas, por otra parte, se tiene a los que cuenta con recursos económicos quienes realizan la contratación de constructores (maestros de obra) y personal para respaldar su trabajo que en su mayor parte lo efectúan por conocimiento empírico.

Es así que en esta investigación se hace uso de esta postura y estos conceptos aplicados a la construcción informal o autoconstrucción de viviendas con el fin de suplir una necesidad básica en un contexto de informalidad, independientemente de otras perspectivas como podrían ser el tema ideológico, ambiental, tecnológico, antropológico, etc.

A partir de estos conceptos se puede definir a la autoconstrucción de viviendas en Cajamarca, como una construcción informal con el fin de satisfacer la necesidad básica de vivienda, a base de uso de conocimiento empírico teniendo como mano de obra no calificada a los propietarios, propios familiares, peones y maestro de obra; empleando materiales carentes de control de calidad y sin presencia de profesionales en la planificación, diseño, ejecución y supervisión que garanticen la construcción de una vivienda segura y durable, esto con el fin de abaratar costos, perjudicando finalmente la calidad de esta.

Para la autoconstrucción o construcción informal de viviendas se emplean diferentes materiales, siendo principalmente el concreto el material más usado como parte de las estructuras que forman parte de la vivienda; como tal, el Perú es un país expuesto a eventuales movimientos telúricos que representan un peligro sísmico.

### ***2.2.2. Peligro Sísmico de la Ciudad de Cajamarca y Requerimientos Mínimos de Resistencia a Compresión del Concreto***

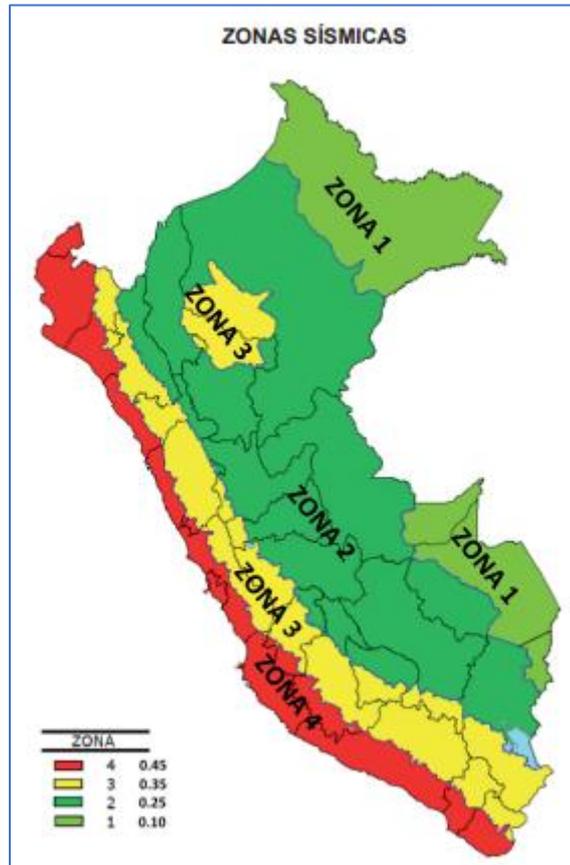
El Peligro Sísmico se define como “la probabilidad de que en un lugar determinado ocurra un sismo de una determinada magnitud igual o mayor que un valor fijado a priori” (Tavera, 2011).

En cuanto al peligro sísmico a la que la ciudad de Cajamarca está expuesta, se representa en la zonificación del territorio nacional, donde el distrito de Cajamarca se encuentra ubicada en la Zona 3, de acuerdo al cuadro de la Norma Técnica E.030 (2020) clasificada como zona de alto riesgo sísmico, lo que se visualiza en la Figura 1. Esto motiva a tener un mayor

enfoque en uno de sus componentes más importantes, como lo es el concreto estructural y su principal característica física como lo es la resistencia a la compresión.

### Figura 1

*Mapa de zonas sísmicas para el territorio nacional peruano*



*Nota:* Adaptada de *Zonas Sísmicas*, por SENCICO, 2020.

De acuerdo a la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2020), el concreto estructural deberá cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado (2020), donde indica que, para el concreto en elementos resistentes a fuerzas inducidas por sismo, la resistencia especificada a la compresión mínima,  $f'_c$ , no debe ser inferior a 21 MPa o 214,14 Kg/cm<sup>2</sup>. Las viviendas usualmente tienen un sistema estructural de tipo albañilería y acorde a la Norma Técnica E.070 Albañilería (2020) la resistencia a compresión del concreto estructural construido debe ser mayor o igual a 17.15 MPa o 175

Kg/cm<sup>2</sup> y según el Capítulo 5 de la Norma Técnica E.060 (2020) la resistencia mínima del concreto estructural debe ser mayor a 17 MPa o 173.35 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **2.2.3. Realidad del Concreto Elaborado en Viviendas Autoconstruidas**

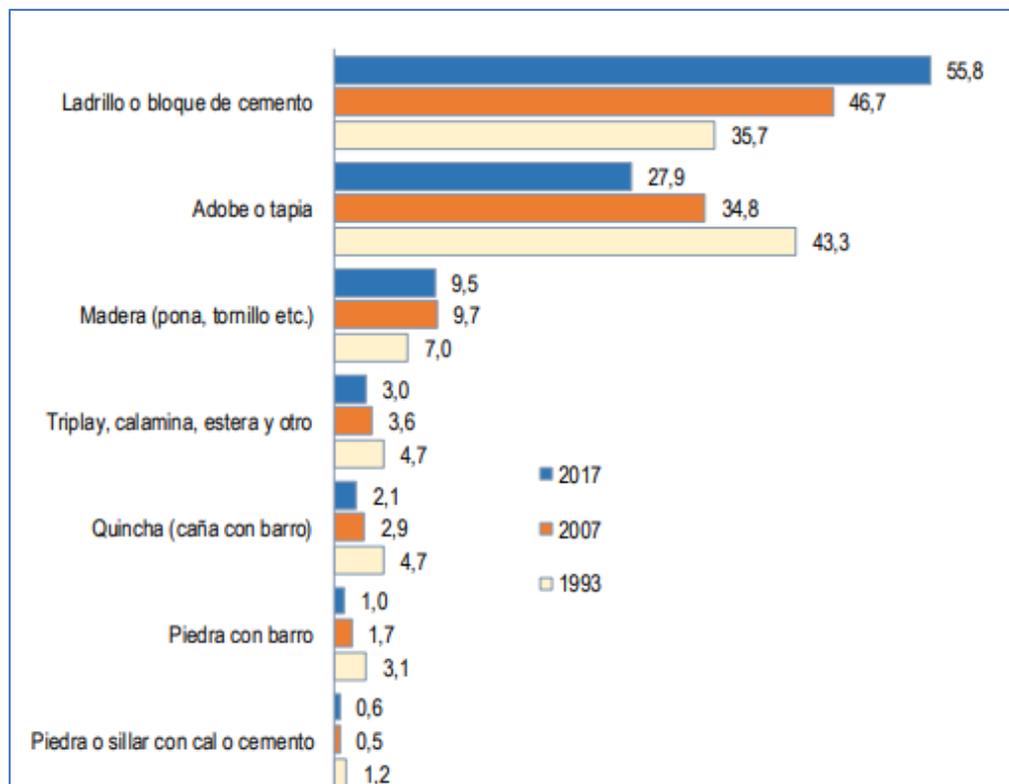
El ingeniero Enrique Pasquel (2010) en su conferencia: *Mitos y realidades del concreto informal en el Perú*, afirma en su estudio hecho en viviendas de autoconstrucción en Lima, que la resistencia promedio del concreto es de 138 kg/cm<sup>2</sup>, la cual es inferior a la mínima señalada en las Normas Técnicas, a pesar de su elevado empleo de cemento, lo cual no garantiza una buena resistencia debido a su excesivo uso de agua en la mezcla, y por consiguiente alta relación agua-cemento, fuera de los límites recomendados. El concreto informal es más caro y de calidad muy inferior al concreto formal para las mismas exigencias.

Garay y Quispe (2016), en su tesis titulada concluye que la resistencia a la compresión para viviendas de autoconstrucción en Lima también fue de 138 Kg/cm<sup>2</sup>. Con dichos valores coincidentes se puede inferir que 15 años después estos valores no han cambiado y se sigue produciendo concretos de mala calidad, a pesar de la tecnología del concreto se ha desarrollado notablemente.

De acuerdo a estadísticas de los censos nacionales de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2018), en la Figura 2 observamos la tendencia a que cada vez haya más viviendas construidas con materiales como el ladrillo o bloques de cemento, tendencia que se mantendrá al menos a lo largo de la siguiente década.

**Figura 2**

*Viviendas particulares según material predominante en las paredes exteriores, 1993, 2007 y 2017*

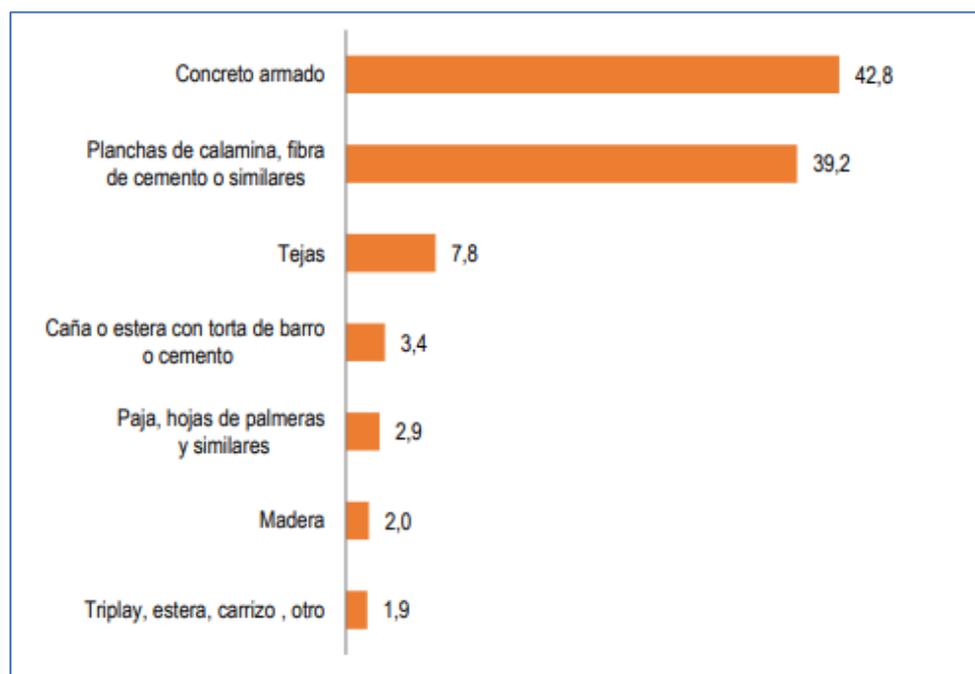


*Nota:* Adaptada de *Perú: Viviendas Particulares Según Material Predominante en las Paredes Exteriores, 1993, 2007 y 2017*, por INEI, Perú, 2018.

Así también el INEI (2018) muestra que 3 millones 298 mil 280 viviendas particulares tienen en sus techos concreto armado como material predominante, lo que representa el 42,8% del total de viviendas. Esto implica casi la mitad de las viviendas en el Perú. En Cajamarca esta cifra solo representa alrededor del 15% en cuanto a la provincia, pero es una cifra que sigue en aumento a través de los últimos años.

### Figura 3

*Viviendas particulares según material predominante en los techos, 1993, 2007 y 2017*



*Nota:* Adaptada de *Perú: Viviendas Particulares Según Material Predominante en los Techos, 1993, 2007 y 2017*, por INEI, Perú, 2018.

“La expansión informal de las ciudades y la autoconstrucción de la vivienda son temas muchas veces poco visibles y que este estudio explora en mayor profundidad” (Espinoza y Fort, 2019).

En el Perú “se construyen más de 127 mil viviendas nuevas al año, de las cuales alrededor de 84 mil son informales, y solo 43 mil son formales (Grupo de Análisis para el Desarrollo [GRADE], como se citó en Guzmán, 2021)

Según el Instituto Cuánto (2018) y la estadística mostrada en la Figura 4, en la ciudad de Cajamarca, zona urbana y su expansión, el material predominante de las paredes, pisos y techos de la vivienda, en paredes predomina el ladrillo en un 71.1%, en pisos predomina el cemento en 73.4% y en techos predomina el concreto armado un 61.7%.

**Figura 4***Materiales predominantes en la pared, piso y techo*

	Total	NSE B	NSE C	NSE D
<b>Total</b>	<b>9,063</b>	<b>1,681</b>	<b>2,546</b>	<b>4,836</b>
<b>Paredes (%)</b>				
Ladrillo o bloque de cemento	71.1	69.0	70.7	72.0
Adobe	20.7	11.0	22.0	23.3
Tapia	7.0	18.0	6.7	3.3
Quincha (caña con barro)	0.4	--	--	0.7
Madera	0.9	2.0	0.7	0.7
<b>Pisos (%)</b>				
Cemento	73.4	72.0	69.3	76.0
Losetas, terrazos o similares	15.9	22.0	18.0	12.7
Tierra	8.2	4.0	8.7	9.3
Parquet o madera pulida	1.3	2.0	2.0	0.7
Madera (entablados)	1.1	--	1.3	1.3
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	0.2	--	0.7	--
<b>Techo (%)</b>				
Concreto armado (loza aligerada o maciza)	61.7	54.0	60.0	65.3
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	21.7	17.0	26.7	20.7
Tejas	15.3	28.0	13.3	12.0
Madera	1.3	1.0	--	2.0

*Nota:* Adaptada de *Materiales Predominantes en la Pared, Piso y Techo*, por Instituto Cuánto, 2018.

“Estimaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS] indican que alrededor del 70 % de la edificación de viviendas en el Perú se realiza de manera informal” (CTIV, 2022), situación que se visualiza también en la Figura 5. También se afirma que en el Perú el 80% de viviendas son construcciones informales y de ese porcentaje, la mitad son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad. En las zonas periféricas de las ciudades esta cifra llega al 90% (Cámara Peruana de la Construcción [CAPECO], como se citó en Redacción Gestión, 2021).

**Figura 5**

*Situación actual de la construcción de viviendas en el Perú*



*Nota:* Basada en *Situación Actual de la Autoconstrucción en el Perú*, por Redacción Gestión, 2011.

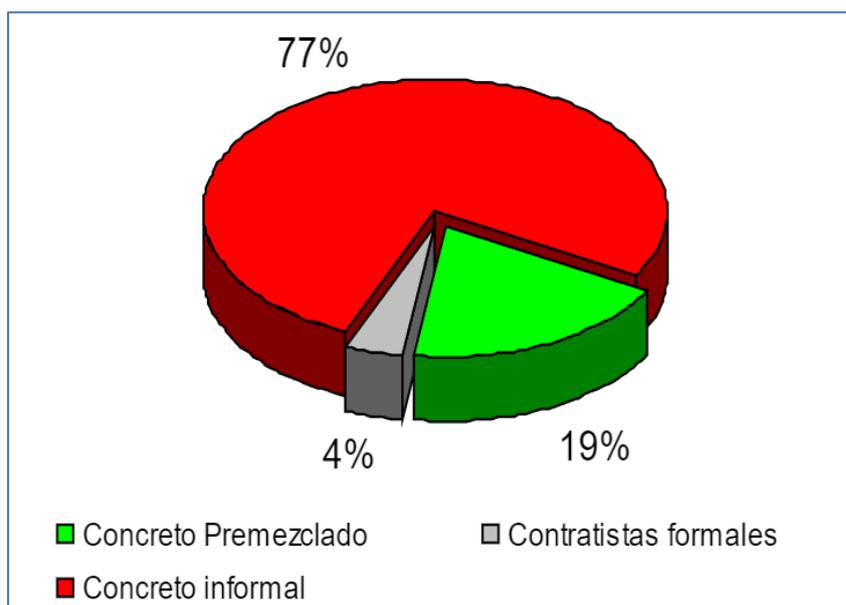
Estas estadísticas reflejan lo preocupante que es la situación actual de la autoconstrucción en Cajamarca y el Perú.

El concreto como tal es uno de los componentes principales en la construcción de una vivienda, y garantizar que este sea un material de calidad, cumpliendo requisitos mínimos de acuerdo a normas técnicas, y características como son la resistencia y durabilidad: será clave para tener viviendas seguras y durables.

En el Perú, el material más utilizado en el sector construcción es el concreto. Sin embargo, solo el 23% del concreto producido es premezclado o producido por contratistas formales y el 77% se realiza en obra como concreto informal (Pasquel, 2010).

**Figura 6**

*Distribución aproximada de la producción anual de concreto en el Perú en 2009*



*Nota:* Adaptada de *Distribución Aproximada de la Producción Anual del Concreto en el Perú en Porcentaje - 2009* por Enrique Pasquel, 2010.

En el mercado actual de la construcción, existen alternativas para mejorar ciertas propiedades del concreto, como son los aditivos químicos, actualmente estos son de alcance al público en general y distribuidos en ciudades. El aditivo superplastificante, es uno de los aditivos de más fácil uso y que mayores beneficios traen en la elaboración del concreto a pie de obra.

#### **2.2.4. Concreto**

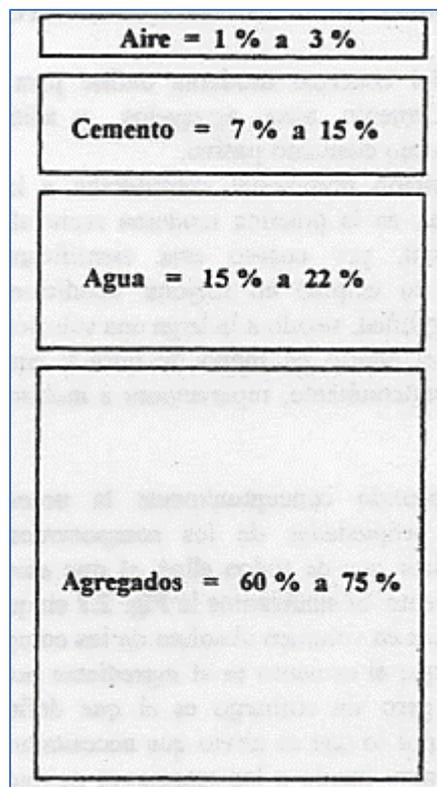
**2.2.4.1. Definición e Importancia del Concreto.** De acuerdo a Brooks y Neville (2010), el concreto es un producto o masa hecho a base de un material o medio cementante. Generalmente, este medio es producto de la reacción entre cemento hidráulico y agua. Pero, en estos días, incluso esta definición cubre un amplio rango de productos: el concreto está hecho con muchos tipos de cemento y también contiene puzolanas, cenizas volátiles, escorias de alto horno, micro sílice, aditivos, agregados reciclados, adiciones, etc.

Según Rivva (2014) el concreto es “un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado”.

“La tecnología del concreto moderna define al concreto en cuatro componentes: cemento: agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo” (Pasquel, 1998). Estos componentes se visualizan en la Figura 7.

### Figura 7

*Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto*



*Nota:* Adaptada de *Proporciones Típicas de Concreto en Volumen Absoluto*, por Enrique Pasquel, 1998.

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país. Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general, desconocido en muchos de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las

proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales (Rivva, 2014).

A estos grandes aspectos podemos adicionar la importancia e impacto que tiene el uso de aditivos y adiciones en el concreto como parte de nuevas tecnologías en el diseño del concreto, alternativas disponibles en el mercado para el empleo en el concreto con el fin de mejorar determinadas propiedades que este presenta.

**2.2.4.2. Requisitos de las Mezclas de Concreto.** De acuerdo a Rivva (2014), Las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes requisitos básicos, con el fin de asegurar su calidad:

- La mezcla del concreto en estado fresco deberá tener la trabajabilidad, consistencia y cohesividad que permitan su adecuada colocación en los encofrados. Esta mezcla estará libre de segregación y tener una exudación mínima.
- La mezcla deberá ser lo más homogénea posible, la proporción de sus materiales la apropiada y el tiempo y calidad del mezclado deberán ser buenos.
- La mezcla endurecida deberá tener las propiedades especificadas en los requerimientos técnicos para el proyecto en cuestión.
- El costo del metro cúbico de concreto endurecido deberá ser el mínimo acorde a la calidad deseada.

**2.2.4.3. Componentes del Concreto.** El concreto endurecido se compone de pasta y agregado.

De acuerdo a Pasquel (1998) la pasta es la combinación del cemento y el agua, esta tiene propiedades que dependen del cemento, tanto físicas como químicas, esta también dependerá de la proporción relativa del cemento y el agua de mezcla. El grado de hidratación del cemento será otro factor a considerar, dado por el grado de efectividad de la combinación química entre este y el agua.

El agregado es un conjunto de partículas inorgánicas, ya sea de origen natural o artificial, estos son combinados junto a la pasta y en conjunto forman la mezcla del concreto.

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, está científicamente comprobada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento (Pasquel, 1998).

**2.2.4.3.1. Cemento.** La Norma E.060 (2020) define al cemento como un material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

La mayoría de los cementos empleados en el Perú son cementos portland que cumplen con los requisitos que especifica la Norma Técnica Peruana [NTP] 334.009 2020 o su equivalente, la norma ASTM C150 - 07. También se emplean cementos combinados, de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM C595 – 08.

El cemento Portland es el nombre que se le da al cemento obtenido mezclando íntimamente rocas calcáreas y arcillas, sílice, aluminos y materiales que contienen óxido de hierro, quemándolos a una temperatura de Clinker y finalmente moliendo este Clinker resultante. (Brooks y Neville, 2010)

Pasquel (1998) define al cemento Portland como un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

**2.2.4.3.2. Clasificación del Cemento.** La totalidad de los cementos empleados en el Perú son cementos Portland tal como lo especifica la Norma ASTM C150 - 07; o cementos combinados, de acuerdo a la Norma ASTM C595 – 08; o las correspondientes a Normas NTP.

De acuerdo a la Norma ASTM C150 - 07, se tiene cinco tipos de cementos, cemento de Tipo I, II, III, IV, V; de los cuales en el Perú solo se fabrican los Tipos I, II y V (Rivva, 2014).

El cemento Tipo I, es de uso general, donde no hay condiciones que demanden propiedades especiales. Mientras que el Tipo II es para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación Especialmente para ser empleados en estructuras en ambientes agresivos. Y el Tipo V se utiliza en concretos expuestos a la acción severa de sulfatos.

Según la NTP 334.090 2013, que clasifica los cementos Portland adicionados, los cuales define como cementos adicionados hidráulicos que consisten en cemento Portland con cemento de escoria, o con una puzolana o dos puzolanas diferentes, o cemento Portland con cemento de escoria y una puzolana, una puzolana y una caliza, o cemento de escoria y una caliza. Estos se clasifican en cementos Tipo IS: cemento Portland con escoria de alto horno, Tipo IP: cemento Portland puzolánico, Tipo IL: cemento Portland-caliza, Tipo I(PM): cemento Portland puzolánico modificado, Tipo IT: cemento adicionado ternario, Tipo ICo: cemento Portland compuesto,

Según la NTP 334.082 2000, que clasifica los cementos Portland por tipos basado en sus requerimientos específicos o características especiales indicadas por tipo. Estos se clasifican en cementos Tipo GU: cemento Portland para construcciones generales, se usa cuando no se requiere de propiedades especiales, Tipo HE: de alta resistencia inicial, Tipo MS: de moderada resistencia a los sulfatos, Tipo HS: de alta resistencia a los sulfatos, Tipo MH: de moderado calor de hidratación, Tipo LH: de bajo calor de hidratación, además de que pueda

usarse una opción adicional, de acuerdo a lo indicado en la Norma, designando una respectiva letra y el título del tipo principal.

En el mercado de la región de Cajamarca y el norte del Perú se identifican a disposición del consumidor en general de acuerdo a las Normas mencionadas principalmente los cementos Tipo I, II, V, el tipo GU, el Tipo MS, el Tipo HS, el Tipo MH, y el tipo ICO.

**2.2.4.3.3. Agua para el concreto.** “Las aguas potables y aquellas que no tengan sabores u olores pueden ser utilizadas para preparar concreto, sin embargo, algunas aguas no potables también pueden ser usadas si cumplen con algunos requisitos, en nuestro país es frecuente trabajar con aguas no potables sobre todo cuando se tratan de obras en las afueras de las ciudades” (Rivva, 2014).

Sin embargo, el agua a ser empleada en la mezcla del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 2018 y puede ser de preferencia potable. En la Tabla 1 se muestran los límites permisibles en partes por millón, en cuanto a sales y cloruros presentes en el agua.

**Tabla 1**

*Cantidad de sales y cloruros en el agua para el concreto*

<b>Descripción</b>	<b>Límite Permissible</b>
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	500 ppm
Ph	Mayor a 7
Solidos de suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

*Nota:* Tabla adaptada de *Cantidad de Sales y Cloruros en el Agua para el Concreto*, por Rivva, 2014.

El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados. Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio. Si se utiliza aguas no potables, la calidad de agua, determina por análisis de laboratorio, deberá ser aprobada por la supervisión (Rivva, 2014).

**2.2.4.3.4. Agregados.** Rivva (2014), define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011 2008. Los agregados son la fase discontinua del concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cubica de concreto.

Podemos clasificar a los agregados de la siguiente manera:

El Agregado Fino, se define a todo agregado menor a 4.75 mm es un agregado fino o llamado también como arena, es decir, como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, de acuerdo a su granulometría.

El Agregado Grueso, de acuerdo a su granulometría, es aquel que queda retenido en su 100% en el tamiz N°4 o superior, se obtiene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

El Agregado denominado "Hormigón" en el Perú, este es un material mixto que "se encuentra generalmente en los conos de deyección de los ríos y se utiliza en algunos casos en concretos no estructurales" (Rivva, 2014); sin embargo, este "Hormigón" no es solo obtenido de esta manera, también de material mezclado de cerro, mezcla natural de grava y arena, ya sea chancada y/o tamizada, como indica también el acápite 3.310 de la Norma RNE E.060 (2020). Este hormigón debe usarse solo en concretos pobres o de resistencia a compresión no mayor de 10 MPa a los 28 días, pero en el contexto de la realidad de la autoconstrucción en el Perú, es muy común observar que este hormigón se usa para la elaboración de concreto estructural que demandan mayores resistencias, lo cual traen resultados desfavorables en las propiedades del concreto.

Los agregados finos, gruesos o ya sea hormigón deberán estar libres de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica y otras sustancias nocivas para el concreto, además de cumplir con requerimientos de

propiedades físicas y mecánicas como: el perfil y textura superficial, el análisis granulométrico, peso específico de masa, peso unitario suelto y compactado, porcentaje de absorción y contenido de humedad, pérdida por abrasión y presencia de materia orgánica, como indican las Normas Técnicas

Como componente del concreto, los agregados cumplen estas tres principales funciones:

- Crear un esqueleto rígido y estable lo que se logra al unir con la pasta (cemento y agua).
- Proporciona una masa de partículas a la pasta, que la hace consistente capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.
- Disminuir la modificación de cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta.

**2.2.4.3.5. Aditivos para Concreto.** Según el Comité American Concrete Institute [ACI] (2011) o la Norma ASTM C125 - 12 los aditivos son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes entre 0.1% y 5% (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada.

La Norma NTP 339.086 define a los aditivos como “sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades”. Los aditivos se añaden a las mezclas de concreto generalmente durante el proceso de mezclado con el propósito de:

- Modificar una o algunas de sus propiedades, a fin de permitir que sean más adecuados para el trabajo solicitado.
- Mejorar su trabajabilidad facilitando su proceso de colocación.
- Posibilitar el rendimiento en la elaboración, transporte, y puesta en obra del concreto.
- Lograr mayor economía y mejores resultados, por cambios en la composición o proporciones de la mezcla.

Los aditivos se pueden clasificar según sus funciones, de acuerdo a la norma ASTM C494 – 11 se tiene los siguientes:

- Tipo A: Aditivos reductores de agua.
- Tipo B: Aditivos retardadores (retardantes).
- Tipo C: Aditivos aceleradores (acelerantes).
- Tipo D: Aditivos reductores de agua y retardantes.
- Tipo E: Aditivos reductores de agua y acelerantes.
- Tipo F: Aditivos reductores de agua de alto rango.
- Tipo G: Aditivos reductores de agua de alto rango y retardantes.

Para esta tesis se empleó un aditivo superplastificante de la marca Sika, la más accesible en el mercado local y regional:

**2.2.4.3.6. Sikament®-290N.** Es un aditivo polifuncional plastificante o superplastificante e impermeabilizante. No contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras, clasificado como un aditivo Tipo G según la ASTM C494 – 11, el cual muestra como principales características o ventajas a destacar, de acuerdo al fabricante, el aumento de las resistencias mecánicas, permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura, permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla y que proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejas.

**2.2.4.3.7. Hidratación y Curado del Concreto.** Lama (2019) afirma que la hidratación del concreto es el proceso de reacción química del cemento en presencia del agua. La hidratación requiere de presencia de humedad condiciones de curado favorables y tiempo. Mientras que el curado del concreto es el periodo durante el cual el concreto es mantenido en condiciones de humedad y temperatura tales como para lograr la hidratación del cemento en la magnitud que se desea para alcanzar la resistencia seleccionada.

De acuerdo a la norma E.060 (2020) el concreto el concreto debe curarse o mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y permanentemente húmedo por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación, excepto para concreto de alta resistencia inicial.

**2.2.4.3.8. Trabajabilidad y Consistencia del Concreto.** Estas son de las propiedades más importantes y representativas del concreto en estado fresco, la trabajabilidad “determina la facilidad y homogeneidad con la que se puede mezclar, colocar, consolidar y terminar el concreto fresco” (Carhuavilca, et al., 2020). La trabajabilidad del concreto varía de acuerdo con la relación agua/cemento, de acuerdo al ACI 211.1 (2002) esta relación va desde 0.40 hasta 0.82 acorde a la resistencia a la compresión esperada a los 28 días y la trabajabilidad o consistencia buscada. Como tal, la trabajabilidad “es una propiedad que no es mensurable dado que está referida a las características y perfil del encofrado, a la cantidad y distribución del acero de refuerzo y elementos embebidos, y al procedimiento empleado para compactar el concreto” (Rivva, 2014).

En este caso, tratándose de concreto de estructuras de viviendas, podemos evaluar a la trabajabilidad del concreto mediante la facilidad para trabajar con la mezcla y la consistencia del concreto, cuanto mayor sea la relación agua/cemento, mayor será la consistencia o fluidez del concreto, esto dependerá del requerimiento técnico del concreto para determinada estructura, mayor consistencia no siempre significará mejor trabajabilidad.

La consistencia puede medirse a través del asentamiento del concreto fresco y de acuerdo a Rivva (2014) los norteamericanos clasifican el concreto por el asentamiento de la mezcla fresca, este método de determinación es el Método del Cono de Abrams o Método de Slump, y este define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido ya sea en pulgadas o centímetros. En la actualidad se acepta una correlación entre la Norma Alemana y los criterios norteamericanos estableciéndose las consistencias en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Tipo de consistencias y asentamiento medido por el Cono de Abrams*

<b>Tipo de Consistencia</b>	<b>Asentamiento (Slump)</b>
Seca	1"-2" ó 25mm-50mm
Plástica	3"-4" ó 75mm-100mm
Fluida	6"-7" ó 150mm-175mm

*Nota:* Tabla adaptada de *Tipo de Consistencias y Asentamiento*, por Rivva, 2014.

Para evitar el asentamiento, segregación y exudación del concreto que se origina por exceso de fluidez en las mezclas, se debe buscar emplear mezclas de concreto con la consistencia menos fluida posible que pueda colocarse satisfactoriamente en la estructura, que esta posea el menor contenido unitario de agua posible, empleando aditivos reductores de agua de ser necesario. Además, los agregados deben tener buena forma y textura superficial, una adecuada granulometría, libre de purezas y que la cantidad de finos en la arena cumpla con los requerimientos de acuerdo a normas técnicas (Rivva, 2014).

La segregación se define como la separación de los componentes de una mezcla heterogénea de manera que su distribución deja de ser uniforme, y la exudación o sangrado del concreto se define como una forma de segregación, en la que parte del agua de la mezcla tiende a subir a la superficie del concreto recién colocado (Brooks y Neville, 2010)

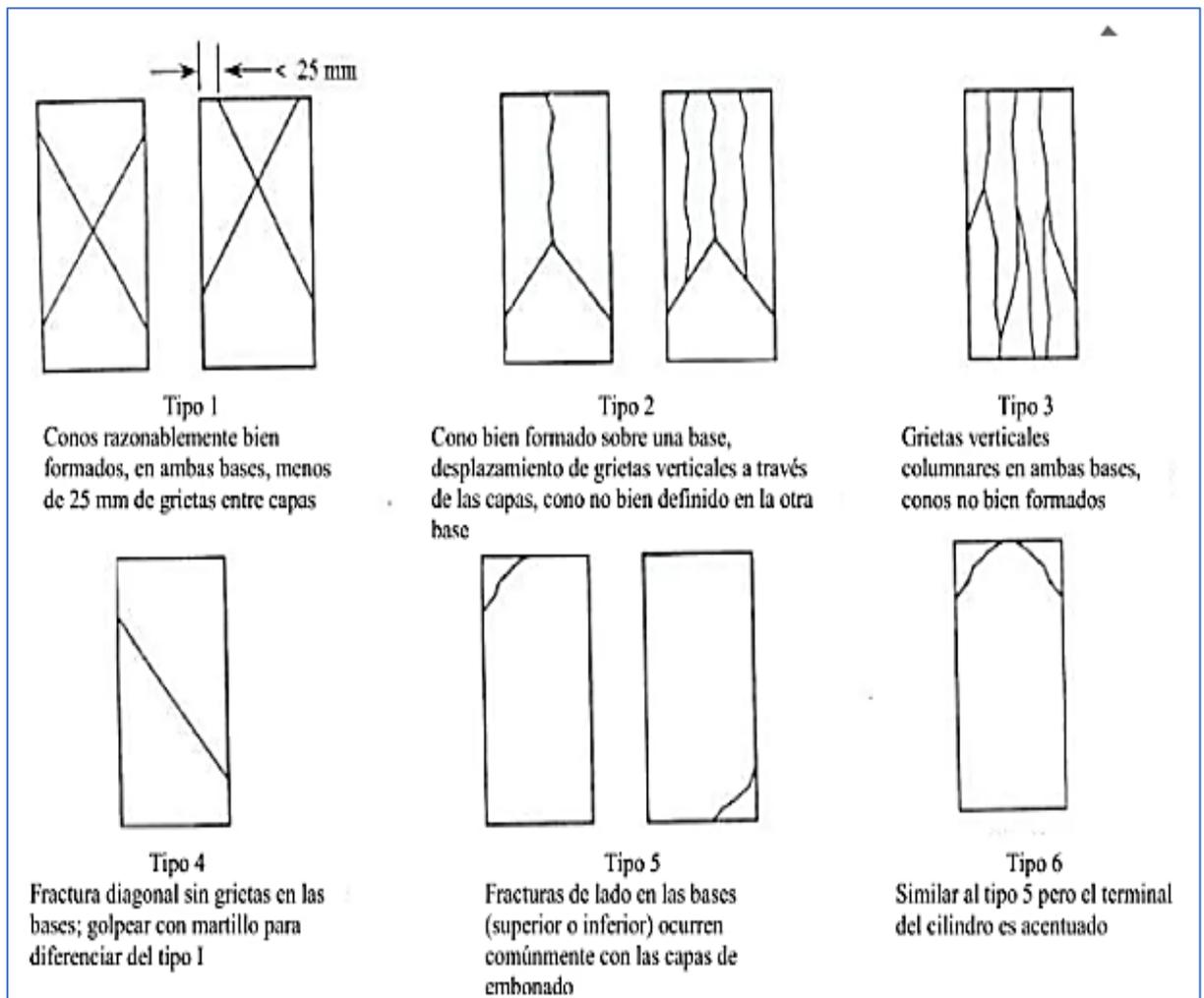
**2.2.4.3.9. Resistencia a Compresión del Concreto.** Esta es la propiedad más importante y representativa del concreto en estado endurecido, esta se define como la capacidad de carga del concreto a una edad determinada, usualmente representada a los 28 días de edad del concreto, y se representa con unidades de  $\text{Kg/cm}^2$ , según Bernal (2017) esta “se determina a partir de ensayos de laboratorio en probetas estándar cargadas axialmente, este ensayo se utiliza para monitorear la resistencia del concreto tanto para el control de la calidad como para la aceptación del concreto elaborado de los diversos proyectos que incluyan concreto”.

La elaboración de las probetas y los ensayos están regulados por la Norma NTP 339.034 2015. La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de rotura de la probeta o testigo dividida entre el área de la sección que resiste a la carga. Los cilindros estándar para pruebas de aceptación en este caso deben de tener un tamaño de 6" x 12" o 150 x 300 mm, usualmente con el fin de generar una distribución uniforme de la carga en la máquina uniaxial se usan almohadillas de neopreno (ASTM C1231 – 00).

Las probetas ensayadas bajo la norma ASTM C39 – 01 y NTP 339.034 2015 en la Máquina Universal de ensayo a compresión axial, producen un fallo o rotura en las probetas cilíndricas, con lo cual se puede identificar el fallo de acuerdo a la Figura 8.

## Figura 8

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



*Nota:* Las imágenes son referenciales para las probetas cilíndricas estándar, adaptadas de la norma NTP 339.034, 2015.

### 2.3. Definición de Términos Básicos

**Aditivo Superplastificante:** Compuesto orgánico e inorgánico que permite emplear menos agua de la que se usaría en condiciones normales del concreto, mejorando la trabajabilidad y también la resistencia a compresión al reducir la relación agua/cemento (Pasquel, 1998).

**Agregados:** Material granular cuyas dimensiones están fijados por normativa, pueden ser de origen natural o artificial y que junto a un material cementante sirven para formar concreto hidráulico o mortero (NTP 339.047 2019).

**Asentamiento o Slump:** Medida para calcular la consistencia del concreto en estado fresco, para este propósito se emplea el Ensayo de Cono de Abrams (ASTM C143 – 10a)

**Cemento Portland:** Cemento hidráulico producido por la pulverización de clinker Portland compuesto de silicatos de calcio hidráulico y sulfatos de calcio. (NTP 339.047 2019)

**Concreto:** Producto de mezclar cemento, agregados y agua, además en algunos casos se utiliza aditivos (ACI 116R – 00)

**Durabilidad:** Capacidad de la estructura para comportarse satisfactoriamente ante acciones físicas y químicas agresivas, a lo largo de la vida útil (Bernal, 2017).

**Exudación:** Forma de segregación, en la que parte del agua de la mezcla tiende a subir a la superficie del concreto recién colocado (Brooks y Neville, 2010).

**Resistencia a la compresión:** Máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial o ruptura inducida por cargas externas (ACI 116R – 00).

**Segregación:** Separación de los componentes de una mezcla heterogénea de manera que su distribución deja de ser uniforme (Brooks y Neville, 2010)

**Trabajabilidad:** Propiedad del concreto en estado fresco, que determina la facilidad con la cual este puede ser manejado y producir una compactación completa (Brooks y Neville, 2010).

## CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Ubicación Geográfica

#### 3.1.1. Ubicación Geográfica de la Investigación

La investigación se realizó en la ciudad de Cajamarca, los estudios de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados muestreados en campo y el curado, almacenamiento y ensayos del concreto muestreado, se realizaron en las instalaciones especializadas de la empresa “GUERSAN INGENIEROS SRL” con oficinas a la fecha en el Jr. Diego Ferre N° 321 cuyas coordenadas UTM son 775852 E, 9206953 N zona 17 de acuerdo al DATUM WGS84.

#### Figura 9

*Ubicación en Google Maps del laboratorio de materiales en el que se realizaron los ensayos requeridos para la tesis*



*Nota:* Imagen obtenida de Google Maps el 12 de febrero del 2023, Perú.

### 3.1.2. Ubicación Geográfica de las Viviendas Estudiadas

Las 10 viviendas que formaron parte del muestreo para esta tesis, se encuentran ubicadas geográficamente dentro de los límites de la ciudad de Cajamarca y alrededores, consideradas como zonas de expansión urbana, en la Tabla 3, se enumeran cronológicamente las viviendas, además de identificar el nivel de piso y el metrado en el que se realizó el vaciado de techo.

**Tabla 3**

*Ubicación, fecha de vaciado, nivel de techo y metrado de las viviendas muestreadas*

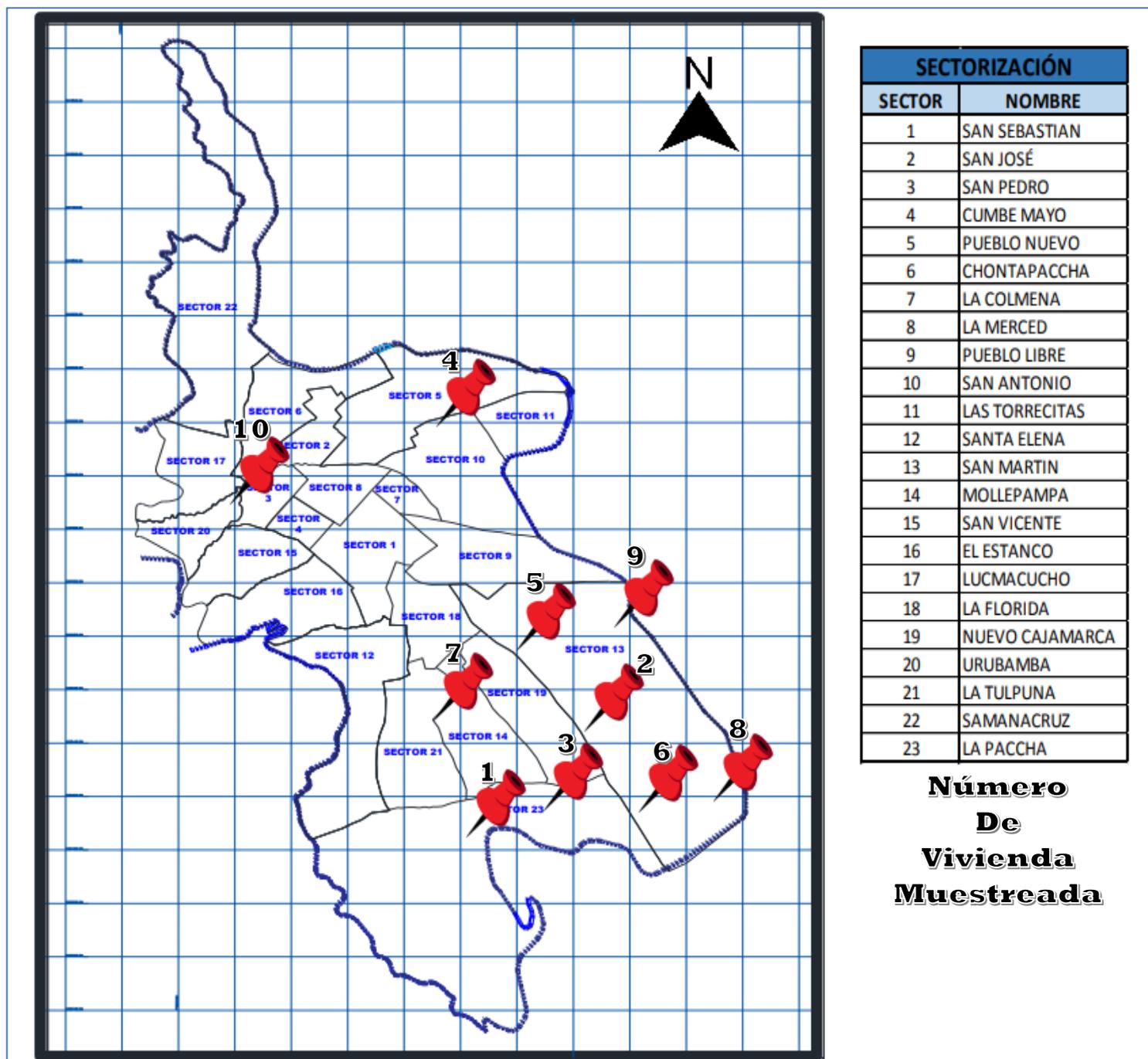
Nº Obra	Ubicación	Sector/Barrio	Fecha de Vaciado	Nivel de Techo	Metrado (m <sup>2</sup> )
1	Camino Real S/N	La Paccha	19/11/2022	1er piso	96
2	Av. San Martín #1138	San Martín	20/11/2022	2do piso	100
3	Jr. Huacariz S/N Cdra.2	La Paccha	21/11/2022	2do piso	90
4	Jr. Julio C. Tello #226	San Antonio	02/12/2022	3er piso	80
5	Av. San Martín #390	San Martín	10/12/2022	2do piso	127
6	Av. Agua Marina S/N	Huacariz	12/12/2022	1er piso	180
7	Psje. San Mateo #130	Mollepampa	13/12/2022	1er piso	100
8	Av. Vía de Evitamiento Sur #2640	Mollepampa	19/12/2022	1er piso	200
9	Psje. Diego Ferré #261	San Martín	23/12/2022	3er piso	90
10	Av. Perú S/N Cdra 1	Urubamba	24/12/2022	2do piso	120

*Nota:* Esta información ha sido obtenida de los Check List en el Apéndice F, con los datos recopilados de las viviendas muestreadas

A continuación, se mostrará en la Figura 10 una distribución aproximada de las viviendas muestreadas en un mapa de la ciudad de Cajamarca.

Figura 10

Ubicación de las viviendas muestreadas en un mapa sectorizado de la ciudad de Cajamarca



Nota: Adaptada de *Sectorización de la Ciudad de Cajamarca PDU 2006-2010*, por Municipalidad Provincial de Cajamarca, 2016.

### 3.2. Tiempo de Realización de la Investigación

La investigación se realizó en el periodo comprendido entre los meses de julio y diciembre del 2022 en cuanto al trabajo en campo, y el análisis y procesamiento de datos en los meses de diciembre a marzo del 2023.

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Tipo, Nivel, Diseño y Método de Investigación

**3.3.1.1. Tipo de Investigación.** La investigación es de tipo aplicada, ya que, según el propósito de la investigación, se realiza la aplicación de los conocimientos ya existentes (Charaja, 2009); es decir el conocimiento básico es llevado a la práctica con ensayos de normas técnicas.

**Tabla 4**

*Tipo de investigación y criterios de la investigación*

<b>Criterio</b>	<b>Tipo de Investigación</b>
Finalidad	Aplicada
Estrategia o enfoque teórico metodológico	Cuantitativa
Nivel	Descriptivo
Fuente de datos	Primaria
Diseño	Cuasi experimental
Temporalidad	Transversal

**3.3.1.2. Nivel de Investigación.** La investigación es de nivel descriptiva (según Ríos, 2005, como se citó en Charaja, 2009), ya que se cuantificó la influencia de la variable independiente, la ausencia y dosificación del aditivo superplastificante, sobre las variables dependientes, la resistencia a compresión a los 28 días y la trabajabilidad, esta última medida con el asentamiento.

**3.3.1.3. Diseño de Investigación.** El diseño de la investigación es cuasi experimental, ya que la variable independiente cuenta con dos subniveles: la intervención realizada en un

grupo experimental y un grupo experimental sin intervención, y la variable dependiente debe ser valorada de forma igualitaria en ambos grupos (Ramos, 2021).

**3.3.1.4. Método de Investigación.** El método de investigación es cuantitativo.

### 3.3.2. Población de Estudio, Muestra, Unidad de Observación y Procedimiento

**3.3.2.1. Población de Estudio.** La población de estudio fue el concreto elaborado en vaciados de losa aligerada de autoconstrucción de 10 viviendas seleccionadas aleatoriamente en la ciudad de Cajamarca y sus zonas de expansión urbana.

**3.3.2.2. Muestra.** Se tomaron 120 especímenes cilíndricos estándar de concreto de dimensiones de 6"x12" de las viviendas seleccionadas, se detalla la cantidad de muestreo en la Tabla 5. Además de que en cada vivienda se tomó como muestra 1 ensayo de asentamiento para el concreto sin aditivo y 1 ensayo de asentamiento para el concreto con aditivo.

**Tabla 5**

*Muestra total de la tesis*

Viviendas	Muestra en obra	
	Sin aditivo (sin modificar mezcla original)	Con aditivo (disminuyendo agua de mezcla)
Vivienda N°01	6	6
Vivienda N°02	6	6
Vivienda N°03	6	6
Vivienda N°04	6	6
Vivienda N°05	6	6
Vivienda N°06	6	6
Vivienda N°07	6	6
Vivienda N°08	6	6
Vivienda N°09	6	6
Vivienda N°10	6	6
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
	<b>120</b>	

*Nota:* La cantidad de especímenes cilíndricos para cada vivienda se basa en criterio no probabilístico, acorde a la NTP 339.034 2015.

**3.3.2.3. Unidad de Observación.** Es el concreto elaborado en viviendas en condición de autoconstrucción en la ciudad de Cajamarca, al cual se le adicionará el aditivo en su elaboración a pie de obra; del cual, posteriormente se obtendrán muestras de concreto sin aditivo que servirán como grupo de control o muestra patrón, y muestras de concreto con la dosificación de aditivo como grupo experimental.

**3.3.2.4. Procedimiento.** El trabajo consistió de dos etapas, el trabajo de campo y de laboratorio, el trabajo de campo se realizó en 10 viviendas en autoconstrucción, en la ciudad de Cajamarca, entre los meses de noviembre y diciembre del 2022, como materia de estudio se eligió el concreto elaborado para los vaciados de techo o losas aligeradas, del cual se obtuvo muestras como concreto patrón y en algunas tandas de concreto al que se adicionó aditivo Sikament 290N, fueron elaborados y ensayados a resistencia a compresión a los 28 días un total de 120 especímenes cilíndricos estándar de concreto; y se realizó la prueba de Cono de Abrams para el concreto sin y con aditivo, observando la presencia de exudación y/o segregación en la mezcla del concreto. Así mismo se recogieron muestras de los agregados para los ensayos pertinentes. Se detallan las dos etapas mencionadas a continuación.

#### ***3.3.2.4.1. Etapa de Trabajo En Campo***

Se visitaron diversas viviendas en condición de autoconstrucción en zonas de expansión urbana en Cajamarca, comunicando el valor de la investigación y sus implicancias con el fin de obtener la autorización y aprobación de parte de los propietarios y maestros de obra responsables, permitiendo la intervención oportuna del tesista y las facilidades que puedan brindarle. Se tuvo negativa por parte de algunos propietarios, dada la desconfianza y desconocimiento sobre la trascendencia que pueda tener la toma de muestra y la intervención del tesista en las ejecuciones de los trabajos, o en otros casos al generar la idea de que el tesista es algún funcionario público que busca intervenir la obra. Sin embargo, se pudieron obtener exitosamente las autorizaciones para las 10 viviendas contempladas para este estudio.

Las viviendas para este estudio fueron elegidas al azar alrededor de toda la ciudad de Cajamarca, estas cumplen con las características de la autoconstrucción. El total de viviendas muestreadas se pueden visualizar en el Apéndice H.

Previa coordinación, el día del vaciado de techo en las viviendas muestreadas, se procedió a realizar el registro de las 10 viviendas en los Check List mostrado en la Figura 11, este Check List ha sido adaptado de la tesis realizada por Garay y Quispe (2016) en la ciudad de Lima. Los datos de las viviendas muestreadas han sido registrados en los Check List completados, visualizables en el Apéndice F.

El recojo de datos en los Check List se realizó el día del vaciado de techo, junto al maestro de obra responsable de la construcción.

Figura 11

Check List para la toma de datos en viviendas de autoconstrucción

		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:		Forma de mezclado:	
Localización:		En qué piso se vaciará:	
N° Vivienda:		Área techada:	
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )		
2	Cantidad total de agregado fino		
3	Cantidad total de agregado grueso		
4	Cantidad bolsas de cemento a usar		
5	Tipo de cemento/Marca		
6	Procedencia del agregado fino		
7	Procedencia del agregado grueso		
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado		
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla		
10	Aspecto físico del agregado fino		
11	Aspecto físico del agregado grueso		
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)		
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)		
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)		
15	Cantidad de agua (por tanda)		
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)		
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)		
18	Capacidad Mezcladora (opcional)		
19	N° revoluciones por minuto (opcional)		
20	Tiempo de mezclado por tanda		
21	¿Presenta exudación?		
22	Slump del concreto sin aditivo		
23	Slump del concreto con aditivo		
24	Tipo de compactación		
25	Tiempo de Curado		
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo		
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?		
28	¿El aditivo fue fácil de usar?		
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?		

Nota: Adaptada de *Check List*, por Garay y Quispe, 2016.

Previa coordinación, el día del vaciado de techo, se llegaba a la obra con todas las herramientas apropiadas para realizar los ensayos de campo, estos en calidad de préstamo, la lista de herramientas e instrumentos empleados se visualiza en la Figura J1 del Apéndice J, y se enumeran a continuación:

- Equipos de Protección Personal (EPP)
- Moldes metálicos
- Varilla lisa de 5/8"
- Plancha metálica
- Cono de Abrams
- Martillo de goma
- Wincha
- Balanza electrónica con precisión 0.1g
- Herramientas complementarias

Se procedió a tomar las muestras del concreto patrón de tandas consistentes en la mezcladora de concreto visualizado en la Figura J2, empezando por la prueba del Cono de Abrams para medir el asentamiento de la mezcla como propiedad del concreto en estado fresco y determinar la consistencia como podemos ver en la Figura J3.

En la totalidad de obras muestreadas, se visualizó un excesivo uso de agua en la mezcla de concreto, evidenciando exudación y segregación en la mezcla, visualizable en la Figura J4.

Se realizó la prueba del Cono de Abrams tanto como para el concreto patrón como para el concreto con el aditivo superplastificante incorporado. Se visualiza el total de pruebas en el Apéndice H.

Luego se procedió a tomar las 6 muestras patrón en los moldes cilíndricos, procedimiento de acuerdo a normas técnicas, visualizado en la Figura J5 y J6; posteriormente, se repitió el mismo procedimiento para las 6 muestras con aditivo, con la diferencia de que se

aplicó el aditivo a algunas tandas de la mezcladora, estas en coordinación con el maestro de obra y los operarios, en el que se adicionó el aditivo al agua de mezclado, 425 g de aditivo por cada bolsa de cemento, esto se visualiza en la Figura J7 y J8. Los procedimientos se realizaron estrictamente a lo indicado en las normas técnicas y con la consigna de no modificar las proporciones de materiales empleadas en cada obra de acuerdo al maestro de obra ni tampoco intervenir o modificar los procesos constructivos.

En todas las viviendas se empleó 1 bolsa de cemento de 42.5 Kg por tanda de mezclado, corresponde 425 g de aditivo para esta tanda. El aditivo se mezcló previamente con el agua de mezcla a adicionar a la mezcladora, el tiempo de mezclado fue el mismo que del concreto convencional.

#### ***3.3.2.4.2. Etapa de Trabajo En Laboratorio***

Las muestras cilíndricas permanecieron en el lugar de muestreo entre 20 a 24 horas, para luego ser transportadas al laboratorio, donde fueron desmoldadas y colocadas en depósitos adecuados para el codificado y curado de los especímenes como se muestra en la Figura K1 y K2 del Apéndice K. Los especímenes fueron curados solo por 7 días continuos, tal como según la información recolectada, se hace en obra y luego almacenados como se visualiza en la Figura K3.

Los especímenes de concreto fueron medidos y pesados de acuerdo a los datos requeridos de la hoja técnica de laboratorio como se observa en la Figura K4, luego ensayados para obtener la resistencia a compresión a los 28 días, como se observa en las Figuras K5, K6, K7, K8 y K9.

Se recogieron cantidades suficientes de agregado fino, agregado grueso y hormigón de cada obra para los ensayos de laboratorio pertinentes, como parte de los procedimientos se observa en la Figura K10 y K11.

Asimismo, como guía de los procedimientos en laboratorio y campo se emplearon las siguientes normativas:

**Tabla 6**

*Ensayos y normativa de la investigación para los agregados*

<b>Ensayo</b>	<b>Normativa</b>
Método de ensayo para el análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.	ASTM C136 – 01 y NTP 400.012 2018
Método de ensayo para peso específico y absorción de agregado fino.	ASTM C128 – 07 y NTP 400.022 2013
Método de ensayo para peso específico y absorción del agregado grueso.	ASTM C127 – 07 y NTP 400.021 2018
Método de prueba estándar para materiales más de 75 mm (N° 200) por lavado de agregados.	ASTM C117 – 13 y NTP 400.018 2013
Método de ensayo para pesos unitarios y vacíos en agregados.	ASTM C29 – 97 y NTP 400.017 2011

**Tabla 7**

*Ensayos y normativas de la investigación para el concreto*

<b>Ensayo</b>	<b>Normativa</b>
Método de ensayo de medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams	ASTM C143 – 10a y NTP 339.035 2009
Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto en obra	ASTM C31 – 08a y NTP 339.033 2015
Ensayo de esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto	ASTM C39 – 01 y NTP 339.034 2015

**3.3.2.5. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.** Para la obtención de los datos se empleó la observación directa de los ensayos de campo y laboratorio para cada muestra.

**Tabla 8**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Ensayos	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
Método de ensayo de medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams	Primaria	Observación directa	Ficha Técnica de Laboratorio
Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto en obra	Primaria	Observación directa	Ficha Técnica de Laboratorio
Ensayo de esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto	Primaria	Observación directa	Ficha Técnica de Laboratorio

### **3.3.3. Tratamiento, Análisis de Datos y Presentación de Resultados**

**3.3.3.1. Tratamiento y Análisis de Datos.** El tratamiento y análisis de datos de la información recopilada de los Check List del Apéndice F para cada vivienda, se muestran en las Tablas 9, 10, 11 y 12.

El tratamiento y análisis de estos datos de las propiedades de los agregados de las viviendas en estudio, se realizó mediante las Tablas 13, 14, 15, 16, 17 y 18 y gráficos correspondientes. Los datos de laboratorio y cálculos se muestran en el Apéndice A.

El tratamiento y análisis de datos del asentamiento o slump en el concreto fresco mediante la prueba del Cono de Abrams se realizaron mediante Tabla 19 y los gráficos de las

Figuras 12 y 13. Las fotografías de los asentamientos del concreto sin aditivo y con aditivo para cada vivienda se muestran en el Apéndice H.

El tratamiento y análisis de datos para los resultados del ensayo para la resistencia a la compresión se realizaron mediante Tabla 20 y los gráficos correspondientes. Los registros del ensayo a compresión se visualizan en el Apéndice B y C.

**Tabla 9**

*Origen, cantera y cantidad de materiales para el total de m<sup>2</sup> de techo de cada vivienda*

N° Obra	Origen A.F./A.G.	Cantera A.F./A.G.	Cemento Tipo	N° Bolsas	A. Fino (m <sup>3</sup> )	A. Grueso (m <sup>3</sup> )
1	Hormigón de Cerro	El Gavilán	Pacasmayo Extraforte Tipo ICo	110	17	17
2	Río/Río	Yanamango	Pacasmayo Extraforte Tipo ICo	120	8	7
3	Río/Cerro	Huayrapongo/ El Gavilán	Pacasmayo Extraforte Tipo ICo	83	10	10
4	Hormigón de Cerro	El Gavilán	Mochica Tipo GU	98	15	15
5	Hormigón de Cerro	El Gavilán	Pacasmayo Extraforte Tipo ICo	120	17	17
6	Río/Cerro	Llacanora/ El Gavilán	Pacasmayo Extraforte Tipo ICo	200	15	15
7	Cerro/Cerro	El Gavilán	Pacasmayo Extraforte Tipo ICo	100	8	5
8	Río/Río	Huayrapongo	Pacasmayo Extraforte Tipo ICo	200	18	17
9	Hormigón de Cerro	El Gavilán	Pacasmayo Extraforte Tipo ICo	70	10	10
10	Hormigón de Cerro	Juan Sinmiedo	Mochica Tipo GU	100	20	20

*Nota:* La información mostrada en esta tabla es recopilada según la respuesta del maestro de obra encargado.

**Tabla 10**

*Tiempo de almacenamiento, tiempo de curado y desencofrado y tipo de compactación*

N° Obra	Tiempo de almacenamiento de los materiales	Tipo de Compactación	Tiempo de Curado	Tiempo de Desencofrado
1	1 día	Vibrador eléctrico	7 días	24 días
2	4 horas	Varilla corrugada	7 días	28 días
3	4 horas	Vibrador eléctrico	4 días	21 días
4	14 días	Varilla corrugada	8 días	28 días
5	1 día	Vibrador eléctrico	10 días	21 días
6	2 días	Varilla corrugada	5 días	28 días
7	4 horas	Varilla corrugada	8 días	23 días
8	2 días	Vibrador eléctrico	8 días	30 días
9	4 horas	Varilla corrugada	7 días	20 días
10	4 horas	Varilla corrugada	7 días	28 días

*Nota:* La información mostrada es recopilada según las respuestas del maestro de obra

**Tabla 11**

*Dosificación de materiales del concreto de cada vivienda muestreada*

N° obra	Ubicación	Para 1 Tanda			
		Bolsas de Cemento	A. Fino N° baldes (20L)	A. Grueso/ Hormigón N° baldes (20L)	Agua N° baldes (20L o 0.7 pie <sup>3</sup> )
1	Camino Real S/N	1	-	8	2.5
2	Av. San Martín #1138	1	4	4	1.3
3	Jr. Huacariz S/N Cdra.2	1	4	4	2.3
4	Jr. Julio C. Tello #226	1	-	8	2
5	Av. San Martín #390	1	-	8	2
6	Av. Agua Marina S/N	1	4	4	2
7	Psje. San Mateo #130	1	5	4	2
8	Av. Vía de Evitamiento Sur #2640	1	4	3	1.5
9	Psje. Diego Ferré #261	1	-	8	2
10	Av. Perú S/N Cdra 1	1	-	8	2

**Tabla 12***Dosificación de materiales del concreto en volumen de obra y latas por bolsa de cemento*

N° obra	En volumen de obra (1 pie <sup>3</sup> )				En latas (0.5 pie <sup>3</sup> ) por bolsa de cemento			
	Cemento	A. Fino	A. Grueso/ Hormigón	Agua (L/bolsa)	Cemento (bolsa)	A. Fino	A. Grueso/ Hormigón	Agua (L/bolsa)
1	1	-	5.65	50	1	-	11.30	50
2	1	2.83	2.83	26	1	5.70	5.70	26
3	1	2.83	2.83	46	1	5.70	5.70	46
4	1	-	5.65	40	1	-	11.30	40
5	1	-	5.65	40	1	-	11.30	40
6	1	2.83	2.83	40	1	5.70	5.70	40
7	1	3.53	2.83	40	1	7.00	5.70	40
8	1	2.83	2.12	30	1	5.70	4.20	30
9	1	-	5.65	40	1	-	11.30	40
10	1	-	5.65	40	1	-	11.30	40

**Tabla 13***Procedencia del agua de mezclado de concreto en cada vivienda*

N° Obra	Ubicación	Procedencia del agua de mezclado
1	Camino Real S/N	Subsuelo
2	Av. San Martín #1138	Subsuelo
3	Jr. Huacariz S/N Cdra.2	Subsuelo
4	Jr. Julio C. Tello #226	Subsuelo
5	Av. San Martín #390	Subsuelo
6	Av. Agua Marina S/N	Subsuelo
7	Psje. San Mateo #130	Río
8	Av. Vía de Evitamiento Sur #2640	Subsuelo
9	Psje. Diego Ferré #261	Potable
10	Av. Perú S/N Cdra 1	Río

### 3.3.3.2. Presentación de Resultados.

**3.3.3.2.1. Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados.** A continuación, se presentan los resultados de los ensayos de acuerdo a norma técnica para las propiedades de los agregados para diseños de mezcla. Los datos registrados en laboratorio y cálculos se muestran en el Apéndice A.

**Tabla 14**

*Contenido de humedad y absorción del agregado fino, agregado grueso y agregado global para cada vivienda*

N° Obra	Humedad A. Fino (%)	Humedad A. Grueso (%)	Humedad A. Global (%)	Absorción A. Fino (%)	Absorción A. Grueso (%)	Absorción A. Global (%)
1	-	-	2.46	-	-	1.28
2	4.80	1.68	-	1.41	1.09	-
3	4.81	3.59	-	1.18	1.28	-
4	-	-	1.59	-	-	1.28
5	-	-	2.80	-	-	1.28
6	4.07	3.59	-	1.17	1.28	-
7	4.36	3.59	-	2.40	1.28	-
8	5.59	0.41	-	1.30	1.17	-
9	-	-	4.19	-	-	1.29
10	-	-		-	-	1.31

**Tabla 15**

*Módulo de finura del agregado fino, agregado grueso y agregado global para cada vivienda*

N° Obra	Módulo de Finura A. Fino	Módulo de Finura A. Grueso	Módulo de Finura A. Global
1	-	-	5.651
2	2.95	6.733	-
3	3.089	7.022	-
4	-	-	5.651
5	-	-	5.651
6	3.045	7.022	-
7	2.626	7.022	-
8	3.42	6.85	-
9	-	-	5.651
10	-	-	5.821

**Tabla 16**

*Peso específico de masa, SSS y aparente del agregado fino, agregado grueso y agregado global para cada vivienda*

N° Obra	P.e. A. F. (g/cm <sup>3</sup> )	P.e. A. G. (g/cm <sup>3</sup> )	P.e. A. Global (g/cm <sup>3</sup> )	P.e.s.s.s. A. F. (g/cm <sup>3</sup> )	P.e.s.s.s. A. G. (g/cm <sup>3</sup> )	P.e.s.s.s. A. Global (g/cm <sup>3</sup> )	P.e.ap. A. F. (g/cm <sup>3</sup> )	P.e.ap. A. G. (g/cm <sup>3</sup> )	P.e.ap. A. Global (g/cm <sup>3</sup> )
1	-	-	2.61	-	-	2.65	-	-	2.70
2	2.61	2.62	-	2.65	2.65	-	2.71	2.70	-
3	2.62	2.59	-	2.65	2.63	-	2.71	2.68	-
4	-	-	2.61	-	-	2.65	-	-	2.70
5	-	-	2.61	-	-	2.65	-	-	2.70
6	2.62	2.59	-	2.65	2.62	-	2.71	2.69	-
7	2.58	2.59	-	2.64	2.64	-	2.75	2.67	-
8	2.62	2.61	-	2.65	2.64	-	2.71	2.70	-
9	-	-	2.61	-	-	2.65	-	-	2.70
10	-	-	2.60	-	-	2.63	-	-	2.69

**Tabla 17***Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso y agregado global*

N° Obra	TMN
1	1"
2	3/4"
3	3/4"
4	1"
5	1"
6	3/4"
7	3/4"
8	1/2"
9	1"
10	1/2"

**Tabla 18***Peso Unitario Suelto Seco y Peso Unitario Compactado Seco del agregado fino, agregado grueso y agregado global*

N° Obra	P.U.S.S. A. Fino (Kg/m <sup>3</sup> )	P.U.S.S. A. Grueso (Kg/m <sup>3</sup> )	P.U.S.S. A. Global (Kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.S. A. Fino (Kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.S. A. Grueso (Kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.S. A. Global (Kg/m <sup>3</sup> )
1	-	-	1781	-	-	1892
2	1601	1458	-	1722	1631	-
3	1606	1347	-	1736	1502	-
4	-	-	1781	-	-	1892
5	-	-	1781	-	-	1892
6	1616	1347	-	1731	1502	-
7	1579	1347	-	1727	1502	-
8	1620	1410	-	1740	1543	-
9	-	-	1781	-	-	1892
10	-	-	1519	-	-	1631

**Tabla 19**

*Porcentaje de partículas que pasan el tamiz N°200 de los agregados*

<b>N° Obra</b>	<b>A. Fino % pasa malla N° 200</b>	<b>A. Grueso % pasa malla N° 200.</b>	<b>A. Global % pasa malla N° 200.</b>
1	-	-.	0.93
2	1.91	0.21	-
3	1.97	0.86	-
4	-	-	0.93
5	-	-	0.93
6	2.45	0.86	-
7	4.41	0.86	-
8	3.11	0.41	-
9	-	-	0.93
10	-	-	1.53

Análisis Granulométrico de los Agregados. El análisis granulométrico de los agregados y la curva de distribución granulométrica se muestran con detalle en las Tablas y Gráficos del Apéndice 1.

**3.3.3.2.2. Resultados del Ensayo de Asentamiento del Concreto.** Los resultados para determinar la consistencia y trabajabilidad del concreto, patrón y con aditivo, fueron determinados a través del Ensayo de Cono de Abrams acorde a la ASTM C 143 – 10a, se determinó la relación Agua/Cemento de los datos recogidos del trabajo en campo y a través de los Check List para cada vivienda muestreada. Las proporciones de la mezcla original de concreto no fueron modificadas, solo se disminuyó entre el 15 al 20% el agua de mezcla para cada tanda en el concreto con el aditivo superplastificante Sikament 290N adicionado. Estos resultados se muestran en la Tabla 20 y las Figuras 12 y 13.

**Tabla 20**

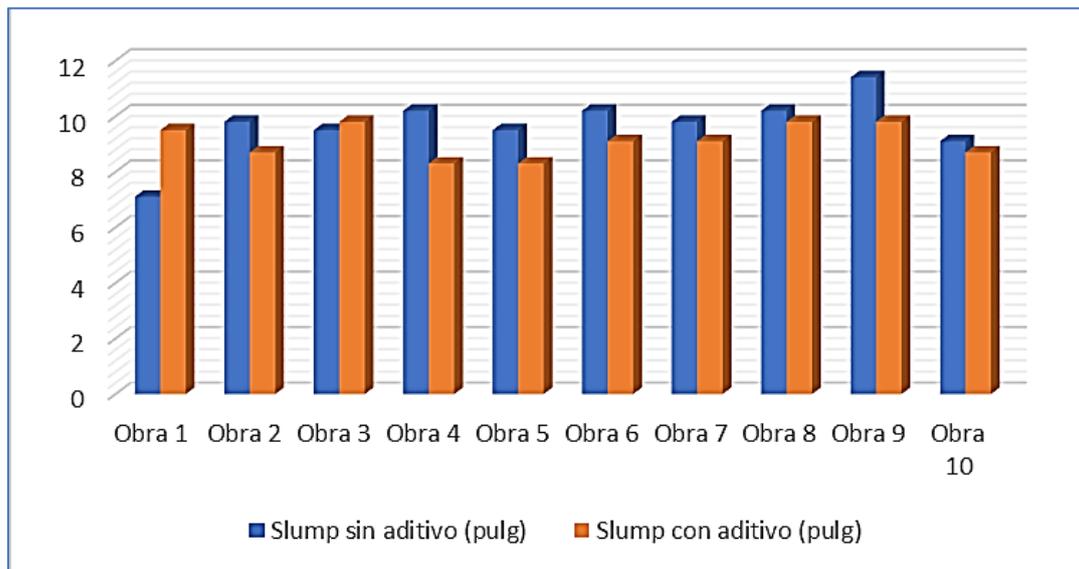
*Slump o asentamiento y relación A/C del concreto sin aditivo y del concreto con aditivo*

N° de Obra [Origen de A. Fino/A. Grueso u Hormigón]	Slump (cm – pulgada)	Slump con aditivo (cm – pulgada)	Variación al adicionar aditivo	Relación A/C	Relación A/C con aditivo
1 [C]	<b>18 – 7.1</b>	24 – 9.5	<b>+33.33%</b>	1.18	0.94
2 [R/R]	25 – 9.8	22 – 8.7	-12.00%	0.58	0.47
3 [R/C]	24 – 9.5	25 – 9.8	+4.17%	1.08	0.94
4 [C]	26 – 10.2	<b>21 – 8.3</b>	-19.23%	0.94	0.73
5 [C]	24 – 9.5	21 – 8.3	-12.50%	0.94	0.73
6 [R/C]	26 – 10.2	23 – 9.1	-11.54%	0.94	0.73
7 [C/C]	25 – 9.8	23 – 9.1	-8.00%	0.94	0.73
8 [R/R]	26 – 10.2	<b>25 – 9.8</b>	<b>-3.85%</b>	0.71	0.54
9 [C]	<b>29 – 11.4</b>	25 – 9.8	-13.79%	0.94	0.73
10 [C]	23 – 9.1	22 – 8.7	-4.35%	0.94	0.73
<b>Intervalo</b> Unidad	<b>[7.1 – 11.4]</b> pulgadas	<b>[8.3 – 9.8]</b> pulgadas	<b>[3.85 – 33.33]</b> %	0.92 promedio	0.73 promedio

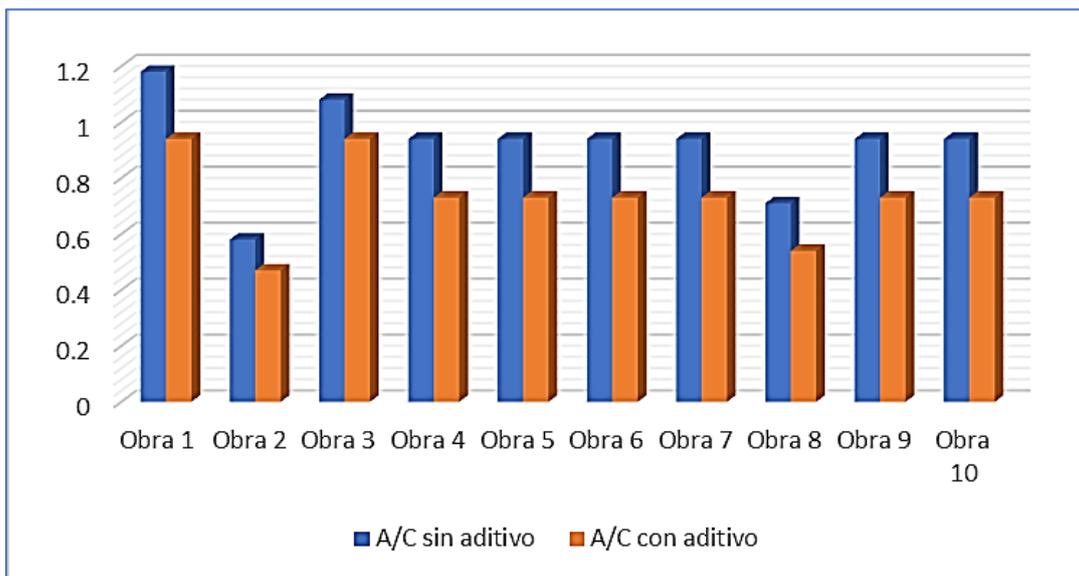
*Nota:* Los resultados de los Ensayos de Asentamiento pueden verificarse en el panel fotográfico del Apéndice I.

**Figura 12**

*Asentamiento o slump del concreto sin aditivo vs concreto con aditivo en pulgadas*

**Figura 13**

*Relación A/C del concreto patrón vs concreto con aditivo*



En cuanto al concreto elaborado sin aditivo, se observa una elevada relación A/C en casi todos los casos, esto genera efectos negativos en la mezcla de concreto en estado fresco, como la exudación y segregación excesiva del concreto; esta elevada relación A/C también afecta las propiedades del concreto en estado endurecido, tales como la resistencia a compresión, produce agrietamiento, cangrejeras, además de una menor durabilidad.

**3.3.3.2.3. Resultados de los ensayos de resistencia a compresión del concreto.** Los especímenes cilíndricos estándar elaborados de acuerdo a la ASTM C31 – 08a y sometidos a ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo a la ASTM C39 – 01, los resultados se muestran en la Tabla 21 y las Figuras 14 y 15. El registro total de los ensayos para la determinación de la resistencia a la compresión se visualizan en el Apéndice B y C.

**Tabla 21**

*Resistencia a la compresión del concreto sin aditivo y concreto con aditivo a los 28 días*

N° de Obra	Concreto sin aditivo a los 28 días		Concreto con aditivo a los 28 días		Variación al adicionar aditivo
	Resistencia Promedio Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Obtenido de 175 Kg/cm <sup>2</sup> (%)	Resistencia Promedio Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Obtenido de 175 Kg/cm <sup>2</sup> (%)	
1 [C]	<b>139.53</b>	79.73	147.76	84.44	+5.90 %
2 [R/R]	131.35	75.06	270.94	154.82	+106.26 %
3 [R/C]	<b>86.45</b>	49.40	167.44	95.68	+93.68 %
4 [C]	114.62	65.50	215.71	123.26	+88.19 %
5 [C]	111.99	63.99	226.52	129.44	+102.26 %
6 [R/C]	91.90	52.51	214.33	122.48	+133.23 %
7 [C/C]	132.36	75.63	<b>137.23</b>	78.42	<b>+3.68 %</b>
8 [R/R]	108.51	62.01	<b>286.38</b>	163.65	<b>+163.93%</b>
9 [C]	127.12	72.64	164.95	94.25	+29.75%
10 [C]	99.40	56.80	173.06	98.89	+74.10%
<b>Intervalo</b>	<b>[86.45 – 139.53]</b>		<b>[137.23 – 286.38]</b>		<b>[3.68 – 163.93]</b>
Unidad	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg/cm <sup>2</sup>		%

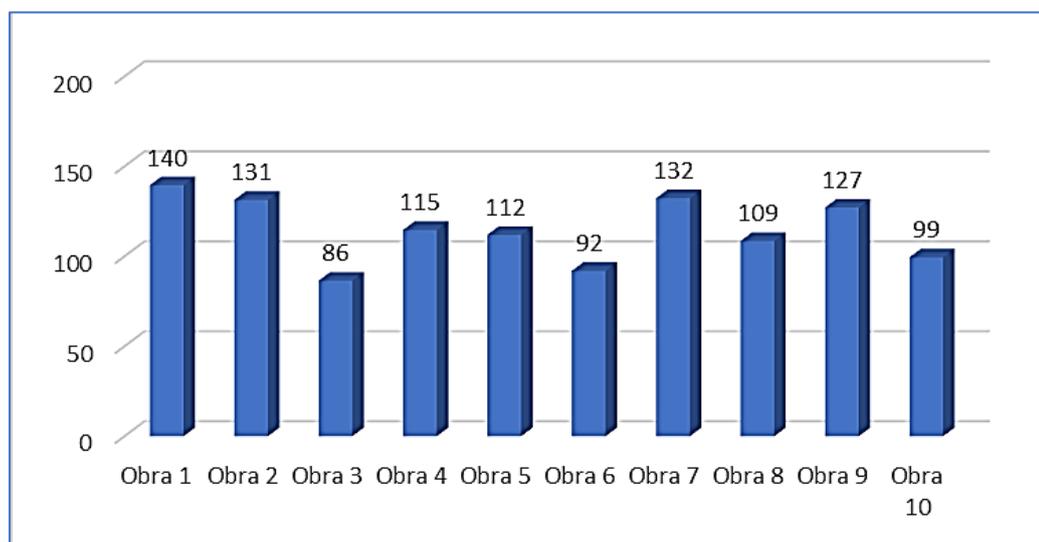
*Nota:* El tratamiento y resultados de estos datos, de los ensayos de laboratorio se realizaron a través del software de Microsoft Excel 2019. Se consideró calcular el % para la resistencia mínima de acuerdo a la NTE 0.60 (2020), de  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ .

La resistencia a compresión de las 60 muestras obtenidas sin aditivo de las 10 viviendas se determinó el intervalo de resistencias de 86.45 a 139.53 Kg/cm<sup>2</sup>. Estos valores se reflejan en la Figura 14.

La estadística analizada de la resistencia a la compresión se puede observar en el Apéndice B.

### Figura 14

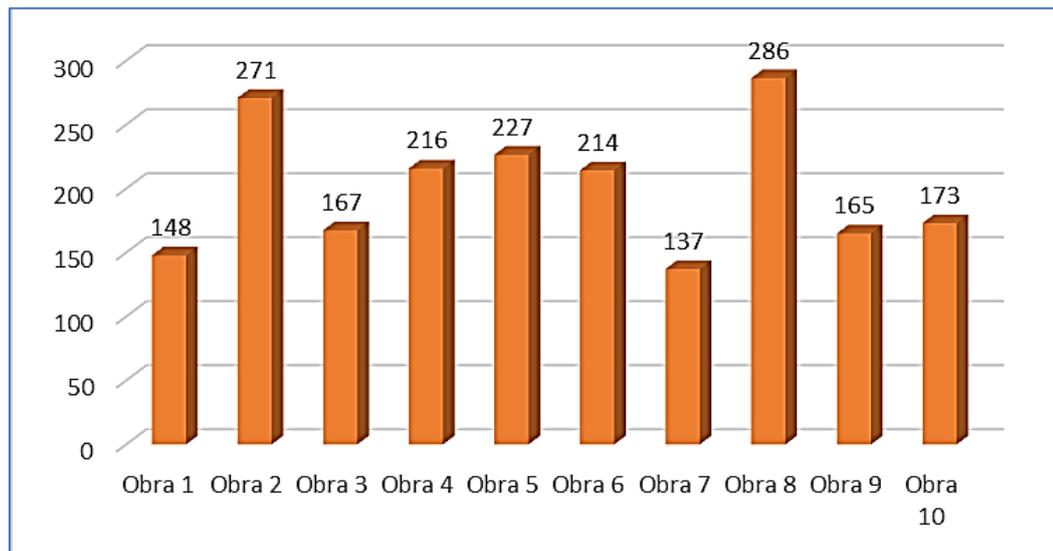
*Resistencias Características del concreto sin aditivo (Kg/cm<sup>2</sup>)*



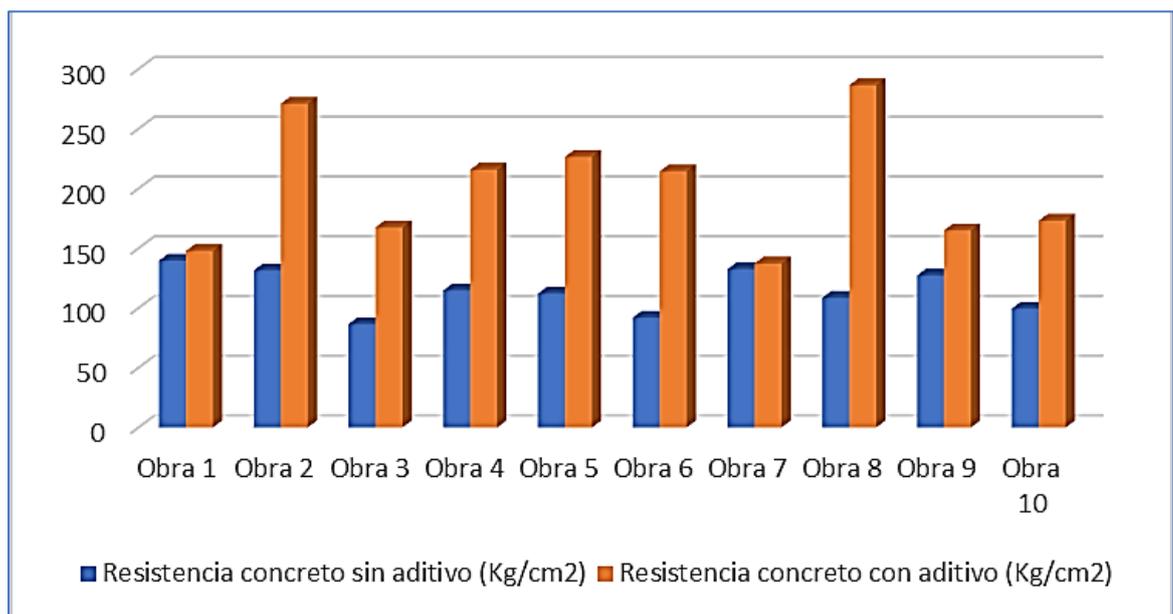
La resistencia a compresión de las 60 muestras obtenidas con aditivo de las 10 viviendas se determinó el intervalo de resistencias de 137.23 a 286.38 Kg/cm<sup>2</sup>. Estos valores se reflejan en la Figura 15.

**Figura 15**

*Resistencias Características del concreto con aditivo (Kg/cm<sup>2</sup>)*

**Figura 16**

*Resistencias del concreto a los 28 días sin aditivo y con aditivo*



**3.3.3.2.4. Rentabilidad del Uso del Aditivo Superplastificante.** En este estudio, se compraron botellas de 4 L del aditivo Sikament 290N, el cual fue dosificado en 425 g o 354 mL por tanda o por saco de cemento, esto da un rendimiento de 11.3 dosificaciones por cada botella de 4 L de aditivo; en otras palabras, cada una de estas botellas rinde 11 bolsas de cemento, según Rivva (2014) las dosificaciones de concreto para resistencias especificadas de 175 y 210 Kg/cm<sup>2</sup> usualmente demandan entre 7 a 10 bolsas de cemento por m<sup>3</sup>.

La botella de 4 L de Sikament 290N en la ciudad de Cajamarca tiene el costo en venta al por menor de S/55.00, por lo que, solo se está agregando una inversión de S/5.00 por cada bolsa de cemento usada en una construcción de vivienda. De los datos obtenidos de los Check List, se observa que aproximadamente se compra 1 bolsa de cemento por 1 m<sup>2</sup> de vaciado de techo, por tanto, el costo adicional para un vaciado de techo en autoconstrucción para la ciudad de Cajamarca será de S/5.00/m<sup>2</sup> de losa aligerada a construir.

La inversión es sin duda rentable y de alto costo/beneficio, dado que además de que este aditivo es fácil de aplicar, siguiendo las medidas de seguridad correspondientes y la dosificación adecuada en peso o volumen por saco de cemento, produce un incremento del 3.68 al 163.93% en la resistencia a compresión y una mejora visualizable en la trabajabilidad, cumpliendo además con el requerimiento mínimo de normas técnicas para la resistencia a compresión de un concreto que conforma un elemento estructural, esto, solamente reduciendo el agua de mezcla en 15 al 20 %, sin modificar las proporciones empleadas por los maestros de obra.

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Análisis de los Resultados Obtenidos de las Propiedades de los Agregados**

En las Tablas 14, 15, 16, 17, 18 y 19 se presentan los resultados de las propiedades del agregado fino, agregado grueso y agregado global, en el 70% de las viviendas sí cumplen con los parámetros establecidos por las NTP.

La distribución granulométrica visualizada en la Figura A8 del agregado fino de cerro de la Cantera “El Gavilán”, no se encuentra dentro del Huso establecido por norma, tiene exceso de material fino que pasa el tamiz N°100 y N°200, este pertenece a la Vivienda N° 07; y en la Figura A6 del agregado grueso de cerro de la Cantera “El Gavilán”, tampoco cumple con el Huso establecido por norma, tiene exceso de material retenido en el tamiz 3/4”, este agregado fue empleado en las Viviendas N° 03, 06 y 07.

El hormigón muestreado de las viviendas fue estudiado como agregado global como contemplan las NTP vigentes, y cumplen con las características de calidad de norma técnica como agregado global, aunque cabe observar que tiene un elevado porcentaje de peso retenido en el tamiz N°4.

En cuanto a la presencia de finos, definida por el porcentaje de partículas que pasan el tamiz N° 200, visualizable en la Tabla 19; en el 20% de las viviendas se detecta un porcentaje aproximado al 5%, lo cual, en teoría, desfavorece el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto.

Los datos y cálculos de los agregados pueden visualizarse en el Apéndice A. Las curvas de distribución granulométrica de los agregados se visualizan en las Figuras A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9 y A10 del Apéndice A.

#### **4.2. Análisis de los Resultados Obtenidos del Ensayo del Cono de Abrams**

La Tabla 20 presenta los resultados de la prueba de Ensayo de Cono de Abrams. Se observa una variación del intervalo de 3.85 a 33.33% del concreto con aditivo respecto al concreto sin aditivo; el asentamiento sin aditivo fue de 18 a 29 cm o 7.1 a 11.4 pulgadas y con aditivo fue de 21 a 25 cm o 8.3 a 9.8 pulgadas, cabe resaltar que se procuró que la trabajabilidad que buscan los maestros de obra no varíe, por lo que ha disminuido poco este asentamiento, manteniéndose un valor superior a las 8 pulgadas, este es excesivo considerando al rango de 6 a 8 pulgadas establecido para un concreto fluido que no contenga un alto contenido de relación agua/cemento ni presencia de exudación y segregación en la mezcla fresca.

De la observación directa y los resultados del ensayo del cono de Abrams, se afirma que el uso de aditivo superplastificante mejoró la trabajabilidad, ya que, a pesar de no reducir considerablemente el asentamiento, se observó menor exudación y menor segregación del concreto fresco en todas las viviendas.

También se observa una considerable reducción en la relación A/C. Los valores de la relación A/C para el concreto patrón son muy elevados, 0.92 en promedio, lo cual excede los criterios para el diseño de mezclas, en los que según el Bureau of Reclamation de los Estados Unidos (como se citó en Rivva, 2014), la relación A/C por Resistencia para un concreto de 175 Kg/cm<sup>2</sup> debe ser aproximadamente 0.73.

#### **4.3. Análisis de los Resultados Obtenidos del Ensayo de Resistencia a Compresión a los 28 Días**

La Tabla 21 muestra los resultados para cada vivienda, como resistencia promedio obtenida para cada una.

La resistencia a compresión del concreto sin aditivo está en el intervalo de 86.45 a 139.53 Kg/cm<sup>2</sup>, de los cuales, en ningún caso la resistencia obtenida superó la resistencia

mínima requerida por la Norma E.060 y E.070, las cuales exigen una resistencia mínima requerida de  $175 \text{ Kg/cm}^2$  para concretos vaciados como elemento estructural.

La resistencia a compresión del concreto con aditivo está en el intervalo de 137.23 a  $286.38 \text{ Kg/cm}^2$ , de los cuales, en el 50 % de las viviendas, esta resistencia superó la resistencia mínima requerida por la Norma E.060 y E.070, las cuales exigen una resistencia mínima requerida de  $175 \text{ Kg/cm}^2$  para concretos vaciados como elemento estructural.

El uso de aditivo superplastificante Sikament 290N en proporción 1 % del peso del cemento registró una mejora del intervalo de 3.68 a 163.93%. En el 100% de las viviendas se registró un incremento en la resistencia.

El valor de resistencia a compresión más bajo registrado fue de  $79.40 \text{ Kg/cm}^2$ , sin aditivo, perteneciente a la Vivienda N° 03, que tiene un promedio sin aditivo de  $86.45 \text{ Kg/cm}^2$ ; donde se usó una relación A/C de 1.08, agregado grueso de cerro y agregado fino de río. El uso de aditivo en la Vivienda N° 03, produjo una mejora del 93.68 %, hasta el valor de  $167.44 \text{ Kg/cm}^2$  en promedio, y una A/C de 0.94.

El valor de resistencia a compresión más alto registrado fue de  $307.65 \text{ Kg/cm}^2$ , con aditivo, perteneciente a la Vivienda N° 08, que tiene un promedio con aditivo de  $286.36 \text{ Kg/cm}^2$ ; donde se usó una relación A/C de 0.54 con aditivo, agregado grueso de río y agregado fino de río. El uso de aditivo produjo una mejora del 163.93 %, el valor promedio sin aditivo fue de  $108.51 \text{ Kg/cm}^2$  y una A/C de 0.71.

Los cálculos de los coeficientes de variación para las muestras de concreto en cada vivienda obtenidos, visualizable en el Apéndice B, en ningún caso supera el rango máximo establecido de 9.5% por la NTP 339.034 2015 indicado para la precisión de una muestra de concreto bien elaborada bajo condiciones de obra, lo cual indica que los promedios obtenidos de resistencia de las muestras son precisos para las series de datos tratadas.

Para más detalle de los resultados de la resistencia a compresión revisar el Apéndice B.

#### **4.4. Discusión de Resultados Contrastados con la Hipótesis**

De acuerdo a los resultados de la prueba de asentamiento o Cono de Abrams, se determinó una variación del intervalo de 3.85 a 33.33 % en el asentamiento del concreto con aditivo respecto al concreto sin aditivo, aunado a esto, se observó una reducción de la exudación y segregación de la mezcla de concreto en el total de las viviendas con lo que definitivamente se afirma que con la incorporación de aditivo superplastificante varía en más del 3% la trabajabilidad del concreto en estado fresco.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos a compresión, se determinó una variación de más del 1% en todas las viviendas, resultando el intervalo de 3.68 a 163.93% del concreto con aditivo respecto al concreto sin aditivo.

Se puede contrastar la hipótesis en su totalidad, ya que, se determinó que la resistencia a la compresión varió en más del 1% y se determinó que la trabajabilidad varió en más del 3%, del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas de Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

#### **4.5. Discusión de Resultados Contrastados con los Antecedentes Teóricos**

De acuerdo a los resultados obtenidos se concuerda con Herrera y Quintero (2021) y Huamán y Llanos (2019), en que el aditivo superplastificante Sikament 290N, es efectivo en el orden de 600 a 1200 mL por cada 100 Kg de cemento, en la tesis se usó 1%, esto es, 833 mL por cada 100 Kg de cemento; también afirman que el aditivo debe garantizar una reducción mínima del 12 % de agua de mezclado, lo cual también se reafirmó en este estudio, reduciendo del 15 al 20% el agua de mezclado; a la vez que se observó una influencia positiva del aditivo en la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto tal como aseveran estos autores. Cotrina (2018) obtuvo una mejora del 14.4% usando una dosificación de 0.9% de este aditivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Garay y Quispe (2016), indican que la resistencia a compresión del concreto sin aditivo elaborado en autoconstrucción de viviendas

en la ciudad de Lima es de  $138 \text{ Kg/cm}^2$ , mientras que la resistencia a compresión del vaciado de techos en autoconstrucción en la ciudad de Cajamarca está en el intervalo de 86.45 a  $139.53 \text{ Kg/cm}^2$ , valores que no superan la resistencia mínima requerida por la Norma E 0.60 y E 0.70; mientras que según las autoras la resistencia obtenida con aditivo fue de  $184 \text{ Kg/cm}^2$  y para la ciudad de Cajamarca el intervalo de los valores de resistencia obtenido fue de 137.23 a  $286.38 \text{ Kg/cm}^2$ , solo en el 50% de los casos superó la resistencia mínima. El porcentaje de aditivo superplastificante fue el mismo en ambos contextos, en el caso de la ciudad de Lima se registró una mejora de la resistencia a la compresión del 25 % en promedio, mientras que el caso de la ciudad de Cajamarca se registró una mejora del intervalo de 3.68 a 163.93%, y de acuerdo a Cucalón y Tomalá (2020) los aditivos superplastificantes producen una mejora entre 24 y 48%.

De acuerdo a los resultados obtenidos por González et. al (2023) los aditivos superplastificantes permitieron una reducción de la relación agua/cemento de 0.57 a 0.39, un 32%, mientras que en esta investigación se redujo de 0.92 a 0.73, un 21%. Díaz y Espinoza (2021) obtuvieron una mejora de 34% en la resistencia a la compresión, usando aditivo superplastificante al 1% del peso del cemento, e hicieron una reducción del 15 al 20% del agua de mezcla al igual que se hizo en este estudio.

Según Sanchez (2020) se obtuvieron mayores promedios en la resistencia del concreto patrón y con aditivos elaborados con agregado de río a diferencia del agregado de cerro, de igual manera se observa en la Tabla 20 de esta investigación que el porcentaje de variación más alto, que fue de 163.93% se obtuvo en el concreto elaborado con agregados de río.

Según Bernal (2017), el uso de aditivos superplastificantes en proporción de 1 % de peso del cemento produce una mejora del 11 % respecto a su grupo de control, esto usando cemento Pacasmayo Tipo I, en esta tesis se empleó la misma proporción y también se observó mejora en la resistencia a la compresión entre 3.68 a 163.93%, usando principalmente cemento Pacasmayo Extraforte Tipo ICo y en algunos casos cemento Mochica Tipo GU;

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- La resistencia a la compresión varió en más del 1% y la trabajabilidad varió en más del 3% al incorporar el aditivo superplastificante Sikament 290N en proporción de 1% respecto del peso del cemento, en la elaboración de concreto en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas de Cajamarca, reduciendo el agua de mezcla en 15 al 20 %.
- En el 30% de las viviendas muestreadas los agregados no cumplen con los parámetros de calidad establecidos por normas técnicas, específicamente la distribución granulométrica del agregado de cerro y el hormigón de la cantera “El Gavilán”.
- La consistencia, medida por el slump o asentamiento del concreto sin aditivo superplastificante fue de 18 a 29 cm o 7.1 a 11.4 pulgadas y con aditivo superplastificante incorporado fue de 21 a 25 cm u 8.3 a 9.8 pulgadas, determinándose una variación del intervalo de 3.85 a 33.33 %.
- La resistencia a la compresión del concreto sin aditivo fue del intervalo de 86.45 a 139.53 Kg/cm<sup>2</sup> y con aditivo del intervalo de 137.23 a 286.38 Kg/cm<sup>2</sup>, determinándose una variación del intervalo de 3.68 a 163.93%.
- La variación en la relación agua/cemento del concreto con aditivo fue del 20% respecto del concreto sin aditivo, 0.73 de relación A/C del concreto con aditivo y 0.92 de relación A/C del concreto sin aditivo.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda para posteriores trabajos de investigación se considere el origen y las propiedades de los agregados como una variable de estudio, ya que estas características afectan directamente a los resultados de la resistencia a la compresión.
- Se recomienda realizar investigaciones sobre la durabilidad del concreto elaborado con agregados de cerro en la autoconstrucción de viviendas en la ciudad de Cajamarca.
- Se recomienda realizar investigaciones empleando nuevos aditivos superplastificantes y/o otras adiciones para el concreto en la elaboración del concreto en autoconstrucción.
- Se recomienda identificar e investigar patologías existentes en el concreto de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Cajamarca.

## REFERENCIAS

- Bernal, D. (2017). *Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1233>
- Brooks, J. y Neville, A. (2010). *Concrete technology* (2da Ed.). Pearson Education Ltd., London.  
[https://www.academia.edu/15409768/\\_Adam\\_M\\_Neville\\_J\\_J\\_Brooks\\_Concrete\\_Technology](https://www.academia.edu/15409768/_Adam_M_Neville_J_J_Brooks_Concrete_Technology)
- Carhuavilca R., Chávez D., Guillén J. y Mendoza J. (2020). *Trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto para diferentes relaciones agua/ cemento*. [Artículo Científico, ACI USMP].  
[https://www.researchgate.net/publication/344380249\\_TRABAJABILIDAD\\_Y\\_RESISTENCIA\\_A\\_LA\\_COMPRESION\\_DEL\\_CONCRETO\\_PARA\\_DIFERENTES\\_RELACIONES\\_AGUA\\_CEMENTO](https://www.researchgate.net/publication/344380249_TRABAJABILIDAD_Y_RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION_DEL_CONCRETO_PARA_DIFERENTES_RELACIONES_AGUA_CEMENTO)
- Castro, M. y Yucra, N (2018). *Evaluación y diagnóstico de la calidad del concreto elaborado a pie de obra en zonas rurales en los distritos de Cerro Colorado, Paucarpata y Socabaya en la ciudad de Arequipa*. [Tesis Profesional, Universidad Nacional de San Agustín]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4773>
- Charaja, F. (2009). *El MAPIC en la Metodología de la Investigación*. Puno, Lima: Sagitario Impresores.
- Cucalón, R. y Tomalá, J. (2020). *Optimización de hormigón  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  aplicando diferentes aditivos superplastificantes*. [Proyecto de Investigación, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5367>
- Cotrina, N. (2018). *Comportamiento mecánico del concreto de alta resistencia de  $f'c=450 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante Sikament®-290n y adición mineral Sika® fume*.

- [Tesis para optar título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1979>
- Díaz, J. y Espinoza, F. (2021). *Evaluación de la Adición del Aditivo Superplastificante en los Concretos de Resistencia f'c 210 Convencional en Jaén 2021*. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86948>
- Espinoza, A. y Fort, R. (2019). *Mapeo y Tipología de la expansión urbana en el Perú*. GRADE. ADIPERÚ. [https://www.grade.org.pe/wp-content/uploads/EspinozaFort\\_GRADEADI\\_expansionurbana.pdf](https://www.grade.org.pe/wp-content/uploads/EspinozaFort_GRADEADI_expansionurbana.pdf)
- Garay, L. y Quispe, C. (2016), *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)*. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7625>
- González, A., Ramírez, A. y Torres, D. (2023). *Modificación de las propiedades de un concreto convencional mediante la dosificación de un aditivo superplastificante para determinar la influencia en la resistencia a compresión, absorción y manejabilidad*. [Tesis de grado optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Santo Tomás]. <http://hdl.handle.net/11634/50555>
- Guzmán C. (2 de noviembre de 2021). *Más de 84 mil viviendas son construidas informalmente en el Perú cada año*. PQS. <https://pqs.pe/actualidad/mas-de-84-mil-viviendas-se-construyen-informalmente-en-el-peru-cada-ano/>
- Herrera C. y Quintero C. (2021). *Aditivos reductores de agua de alto rango o superplastificantes y su efecto en las propiedades del concreto*. [Trabajo de Grado, Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña]. <http://repositorio.ufpso.edu.co/jspui/handle/123456789/3163>

Hiernaux D. (1991). La Autoconstrucción de la Vivienda en el Área Metropolitana de la Ciudad de México. *Revista Interpretaciones*, pp 58-73.

<https://disenoysociedad.ojs.xoc.uam.mx/index.php/disenoyociedad/article/view/7/7>

Huamán, E. y Llanos, L. (2019). *Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament® -290N y Chemament 400 en pavimentos rígidos, Lambayeque. 2018*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Señor de Sipán].

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6114/Huam%C3%A1n%20Manayay%20%26%20Llanos%20Davila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Cuánto (2018). *Estudio de demanda de vivienda a nivel de las principales ciudades hogares no propietarios: Cajamarca*. Fondo Mivivienda.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares Acceso a servicios básicos*. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf)

Lama, C. (2019). *Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del cemento por un 5% de cenizas cáscara de maní y 15% arcilla de Cunca – Casma – 2017*. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad San Pedro].

[http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/11399/Tesis\\_61265.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/11399/Tesis_61265.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Municipalidad Provincial de Cajamarca (2016). *Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca 2016 – 2026*. <https://www.miciudad.pe/wp-content/uploads/Plan-Desarrollo-Urbano-Cajamarca.pdf>

- Pasquel, E. (4-5 noviembre de 2010). *Mitos y realidades del concreto informal en el Perú* [Sesión de conferencia]. Convención Internacional del ACI Perú. Sheraton Lima Hotel & Convencion Center Paseo de La República, Lima, Perú.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. (2da Ed.). Colegio de Ingenieros del Perú.  
[https://www.academia.edu/36925573/ENRIQUE\\_PASQUEL\\_CARBAJAL\\_TOPICO\\_S\\_DE\\_TECNOLOGIA](https://www.academia.edu/36925573/ENRIQUE_PASQUEL_CARBAJAL_TOPICO_S_DE_TECNOLOGIA)
- Ramos, C. (2021). Diseños de Investigación Experimental. *CenciAmérica*. 10(1).  
<https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Redacción Gestión (23 de junio de 2021). *Ocho de cada 10 viviendas en el Perú es informal y vulnerable a sismos de gran intensidad*. GESTIÓN. <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/ocho-de-cada-10-viviendas-en-el-peru-es-informal-y-vulnerable-a-sismos-de-gran-intensidad-noticia/?ref=gesr>
- Rivva, E. (2014). *Diseño de Mezclas*. (2da Ed.). Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rivva, E. (2014). *Materiales para el Concreto*. (3ra Ed.). Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Sanchez, H. (2020). *Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando los aditivos Sika superplastificante Viscoflow 50 y Chema Plast con canteras de cerro y río - Cajamarca 2020*. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/24204>
- Tavera, H. (2011). *Estudio de peligro sísmico para el cerro Tamboraque distrito de San Mateo – provincia de Huarochirí*. Compañía Minera San Juan, Perú.  
<http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Estudio%20de%20Opeligro%20sismico%20Cerro%20Tamboraque.pdf>

**NORMAS**

Norma Técnica Peruana (2011), *CEMENTOS. Definiciones y nomenclatura*. (3ra Ed.). (NTP 334.001 2011). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2020). *CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos*. (7ma Ed.). (NTP 334.009 2020). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2000). *CEMENTOS. Cementos Portland. Especificación de la performance*. (2da Ed.). (NTP 334.082 2000). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2013). *CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos*. (5ta Ed.). (NTP 334.090 2013). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana 339.034.(2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. (4ta Ed.). (NTP 339.034 2015). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2009). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. (3ra Ed.). (NTP 339.035 2009). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2019). *CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados*. (3ra Ed.). (NTP 339.047 2019). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2019). *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos*. (3ra Ed.). (NTP 339.088 2019). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. (2da Ed.). (NTP 339.185 2013). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2008). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. (2da Ed.). (NTP 400.011 2008). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2018). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* (3ra Ed.). (NTP 400.012 2018). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2011). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.* (3ra Ed.). (NTP 400.017 2011). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (N°200) por lavado en agregados.* (3ra Ed.). (NTP 400.018 2013). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.* (3ra Ed.). (NTP 400.021 2018). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.* (3ra Ed.). (NTP 400.022 2013). INDECOPI.

Norma Técnica Peruana (2018). *AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos.* (4ta Ed.). (NTP 400.037 2018). INDECOPI.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2020). *Norma E.030 Diseño sismorresistente.* SENCICO.

<https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>

Reglamento Nacional de Edificaciones (2020). *Norma E.060 Concreto armado.* SENCICO.

<https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2ylU5Kz/view>

Reglamento Nacional de Edificaciones (2020). *Norma E.070 Albañilería.* SENCICO.

<https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5blTu7uyv/view>

### Apéndice A. Propiedades de los Agregados

#### Agregado Global: Cantera “El Gavilán”

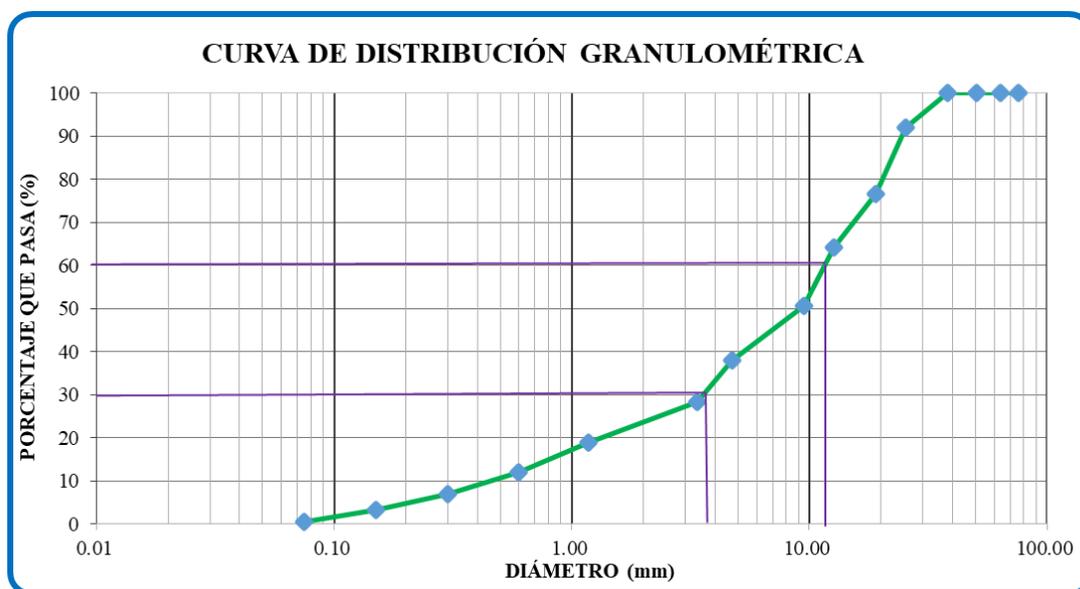
**Tabla A1**

*Análisis granulométrico ASTM C136 / NTP 400.012*

Peso Seco Inicial =		10000.00			
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	785.00	7.85	7.85	92.15
¾"	19.05	1542.00	15.42	23.27	76.73
½"	12.70	1241.00	12.41	35.68	64.32
⅜"	9.53	1366.00	13.66	49.34	50.66
N°4	4.75	1274.00	12.74	62.08	37.92
N°8	3.36	955.00	9.55	71.63	28.37
N 16	1.18	940.00	9.40	81.03	18.97
N 30	0.60	688.00	6.88	87.91	12.09
N 50	0.30	524.00	5.24	93.15	6.85
N 100	0.15	356.00	3.56	96.71	3.29
N 200	0.075	274.00	2.74	99.45	0.55
Cazoleta	--	55	0.55	100.00	0.00
TOTAL		10000.00			
<b>MÓDULO DE FINURA =</b>				<b>5.651</b>	

**Figura A1**

*Curva de distribución granulométrica A. Global "El Gavilán"*

**Tabla A2**

*Peso Específico del agua para los cálculos*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la fiola (g)	192.72	192.72	192.72	
Peso de la fiola + agua (g)	690.35	690.35	690.35	
Volumen de la fiola (cm <sup>3</sup> )	500.00	500.00	500.00	
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	0.99526	0.99526	0.99526	0.99526
<b>Peso específico (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>995.26</b>	<b>995.26</b>	<b>995.26</b>	<b>995.26</b>

**Tabla A3**

*Factor "F" del recipiente para los cálculos*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Molde (g)	4222.00	4222.00	4222.00	
Peso del Molde + Agua (g)	13769.00	13769.00	13769.00	
Peso Agua (Kg)	9.5470	9.5470	9.5470	
<b>Factor "F" (1/m<sup>3</sup>)</b>	<b>104.248</b>	<b>104.248</b>	<b>104.248</b>	<b>104.248</b>

**Tabla A4***Peso Unitario Suelto Seco ASTM C29 / NTP 400.017*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso del recipiente (g)	4222.00	4222.00	4222.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	21379.00	21275.00	21251.00	
Peso de la muestra suelta (g)	17157.00	17053.00	17029.00	
Factor (F)	104.248	104.248	104.248	
Peso Unitario Suelto Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.789	1.778	1.775	1.781
<b>Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1789</b>	<b>1778</b>	<b>1775</b>	<b>1781</b>

**Tabla A5***Peso Unitario Compactado ASTM C29 / NTP 400.017*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso del recipiente (g)	4222.00	4222.00	4222.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	22314.00	22366.00	22443.00	
Peso de la muestra suelta (g)	18092.00	18144.00	18221.00	
Factor (F)	104.248	104.248	104.248	
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.886	1.891	1.900	1.892
<b>Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1886</b>	<b>1891</b>	<b>1900</b>	<b>1892</b>

**Tabla A6***Contenido de Humedad (%) ASTM C566 / NTP 339.185*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso del Recipiente (g)	358.00	360.00	358.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	1442.00	2566.00	2669.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	1425.00	2535.00	2632.00	
Peso del Agua (g)	17.00	31.00	37.00	
Peso Muestra Seca (g)	1067.00	2175.00	2274.00	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>1.59</b>	<b>1.43</b>	<b>1.63</b>	<b>1.55</b>

**Tabla A7***Peso Específico y Absorción ASTM C128 / NTP 400.021*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	2962.10	2961.70	2962.40	
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1867.10	1866.30	1864.64	
<b>Peso Específico de Masa (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.615</b>	<b>2.612</b>	<b>2.609</b>	<b>2.612</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (g/m<sup>3</sup>)</b>	2.648	2.646	2.642	<b>2.646</b>
<b>Peso Específico de Aparente (g/m<sup>3</sup>)</b>	2.705	2.704	2.699	2.702
<b>Absorción</b>	<b>%</b> 1.28	1.29	1.27	1.28

**Tabla A8***Material más fino que pasa el Tamiz N°200 ASTM C566 / NTP 339.185*

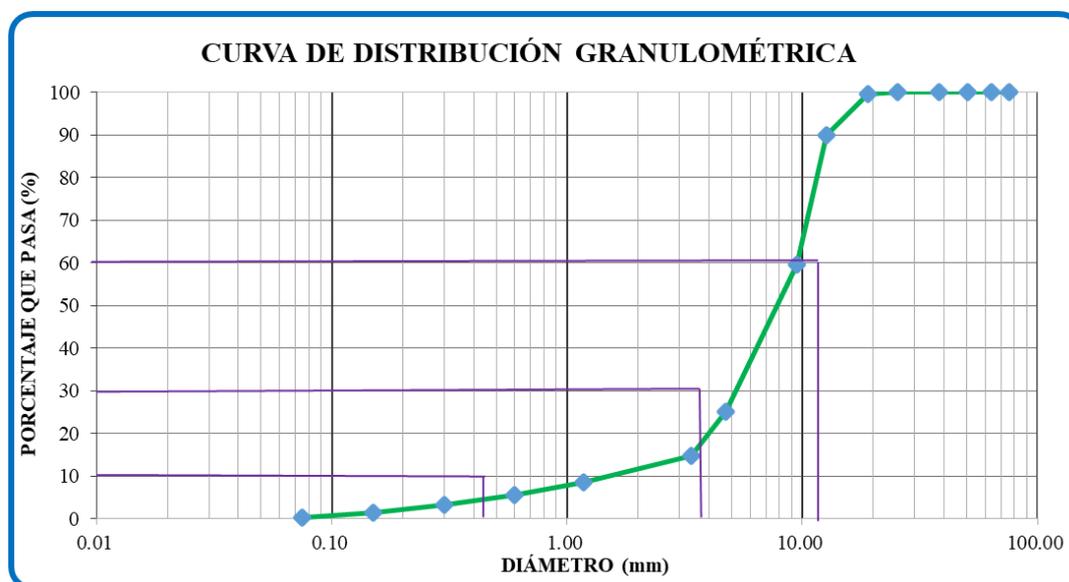
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso de Muestra Original (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	2975.50	2972.30	2968.40	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	24.50	27.70	31.60	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	0.82%	0.92%	1.05%	<b>0.93%</b>

**Agregado Global: Cantera “Juan Sinmiedo”****Tabla A9***Análisis granulométrico ASTM C136 / NTP 400.012*

Peso Seco Inicial =		8600.00			
Nº	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	26.22	0.30	0.30	99.70
½"	12.70	843.93	9.81	10.12	89.88
⅜"	9.53	2605.50	30.30	40.41	59.59
Nº4	4.75	2960.32	34.42	74.84	25.16
Nº8	3.36	901.34	10.48	85.32	14.68
N 16	1.18	532.14	6.19	91.51	8.49
N 30	0.60	259.80	3.02	94.53	5.47
N 50	0.30	181.40	2.11	96.64	3.36
N 100	0.15	164.32	1.91	98.55	1.45
N 200	0.075	106.82	1.24	99.79	0.21
Cazoleta	--	18.21	0.21	100.00	0.00
TOTAL		8600.00			
<b>MÓDULO DE FINURA =</b>				<b>5.821</b>	

**Figura A2**

Curva de distribución granulométrica A. Global "Juan Sinmiedo"

**Tabla A10**

Peso Unitario Suelto Seco ASTM C29 / NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	4222.00	4222.00	4222.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	18761.00	18815.00	18794.00	
Peso de la muestra suelta (g)	14530.00	14603.00	14575.00	
Factor (F)	104.248	104.248	104.248	
Peso Unitario Suelto Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.515	1.522	1.519	1.519
<b>Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1515</b>	<b>1522</b>	<b>1519</b>	<b>1519</b>

**Tabla A11**

Peso Unitario Compactado ASTM C29 / NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	4222.00	4222.00	4222.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	19790.00	19897.00	19923.00	
Peso de la muestra suelta (g)	15568.00	15675.00	15701.00	
Factor (F)	104.248	104.248	104.248	
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.623	1.634	1.637	1.631
<b>Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1623</b>	<b>1634</b>	<b>1637</b>	<b>1631</b>

**Tabla A12***Contenido de Humedad (%) ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente (g)	356.00	359.00	360.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	1490.00	1702.00	1830.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	1444.00	1651.00	1768.00	
Peso del Agua (g)	46.00	51.00	62.00	
Peso Muestra Seca (g)	1088.00	1292.00	1408.00	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	4.23	3.95	4.40	<b>4.19</b>

**Tabla A13***Peso Específico y Absorción ASTM C128 / NTP 400.021*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	2961.30	2960.40	2961.50	
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1861.00	1860.40	1858.50	
<b>Peso Específico de Masa (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.600</b>	<b>2.598</b>	<b>2.594</b>	<b>2.597</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (g/m<sup>3</sup>)</b>	2.634	2.633	2.628	<b>2.632</b>
<b>Peso Específico de Aparente (g/m<sup>3</sup>)</b>	2.691	2.691	2.685	2.689
<b>Absorción</b>	<b>%</b> 1.31	1.34	1.30	1.31

**Tabla A14***Material más fino que pasa el Tamiz N°200 ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	2956.40	2952.30	2953.90	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	43.60	47.70	46.10	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	1.45%	1.59%	1.54%	<b>1.53%</b>

## Agregado Fino: Cantera “Yanamango”

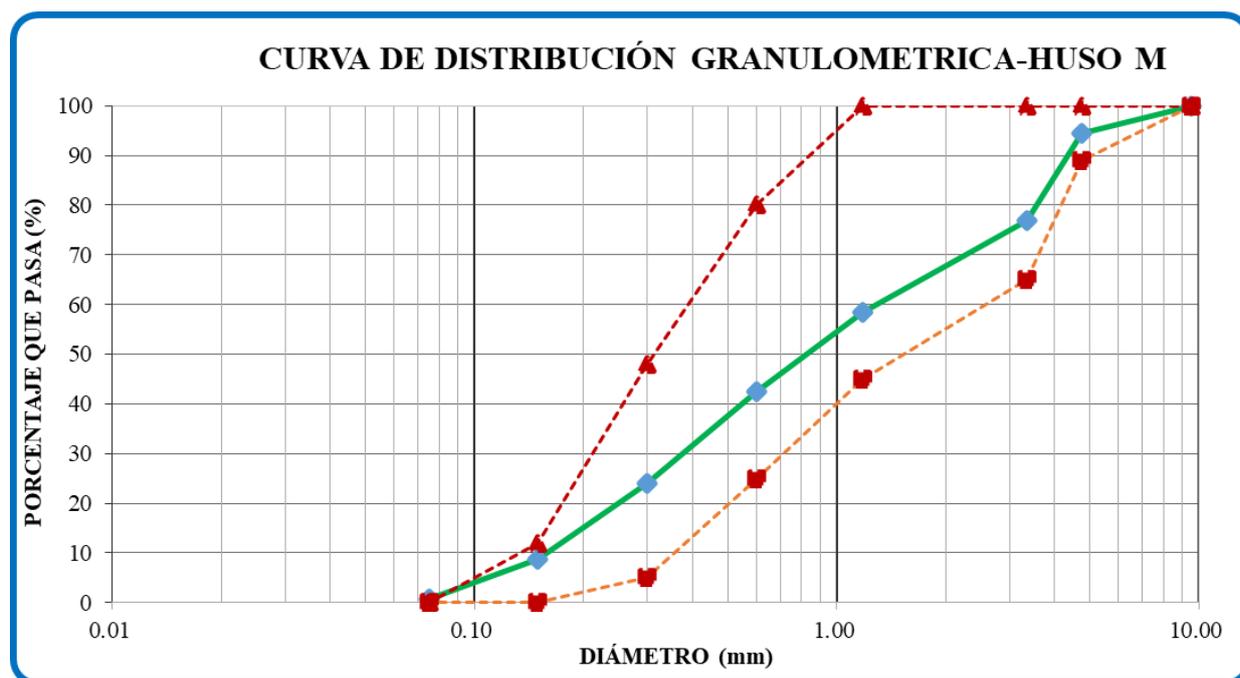
**Tabla A15**

*Análisis granulométrico ASTM C136 / NTP 400.012*

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
Peso Seco Inicial = 1450.00					
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	81.00	5.59	5.59	94.41
N°8	3.36	255.00	17.59	23.17	76.83
N 16	1.18	266.00	18.34	41.52	58.48
N 30	0.60	233.00	16.07	57.59	42.41
N 50	0.30	266.00	18.34	75.93	24.07
N 100	0.15	221.00	15.24	91.17	8.83
N 200	0.075	116.00	8.00	99.17	0.83
Cazoleta	--	12	0.83	100.00	0.00
TOTAL		1450.00			
<b>MÓDULO DE FINURA =</b>				<b>2.950</b>	

**Figura A3**

*Curva de distribución granulométrica A. Fino “Yanamango”*



**Tabla A16***Peso Unitario Suelto Seco ASTM C29 / NTP 400.017*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso del recipiente (g)	1993.00	1993.00	1993.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	6610.00	6595.00	6611.00	
Peso de la muestra suelta (g)	4617.00	4602.00	4618.00	
Factor (F)	347.108	347.108	347.108	
Peso Unitario Seco Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1.603	1.597	1.603	1.601
<b>Peso Unitario Seco Suelto (Kg/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1603</b>	<b>1597</b>	<b>1603</b>	<b>1601</b>

**Tabla A17***Peso Unitario Compactado ASTM C29 / NTP 400.017*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso del recipiente (g)	1993.00	1993.00	1993.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	6955.00	6932.00	6971.00	
Peso de la muestra suelta (g)	4962.00	4939.00	4978.00	
Factor (F)	347.108	347.108	347.108	
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.722	1.714	1.728	1.722
<b>Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1722</b>	<b>1714</b>	<b>1728</b>	<b>1722</b>

**Tabla A18***Contenido de Humedad (%) ASTM C566 / NTP 339.185*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso del Recipiente (g)	358.00	359.00	357.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	1485.00	1366.00	1564.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	1432.00	1321.00	1509.00	
Peso del Agua (g)	53.00	45.00	55.00	
Peso Muestra Seca (g)	1074.00	962.00	1152.00	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>4.93</b>	<b>4.68</b>	<b>4.77</b>	<b>4.80</b>

**Tabla A19***Peso Específico y Absorción ASTM C128 / NTP 400.021*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de fiola (g)	192.2	192.2	192.2	
Peso de la fola +agua hasta menizco	690.30	690.30	690.30	
Peso de la fiola +agua + muestra (g)	1003.70	1003.30	1003.10	
Peso de la muestra superficialmente Seca (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	493.10	493.20	492.80	
Volumen de agua añadida al frasco (g)	311.5	311.1	310.9	
<b>Peso Específico de Masa (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.616</b>	<b>2.611</b>	<b>2.606</b>	<b>2.611</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (g/m<sup>3</sup>)</b>	2.653	2.647	2.644	2.648
<b>Peso Específico de Aparente (g/m<sup>3</sup>)</b>	2.715	2.708	2.709	2.711
<b>Absorción (%)</b>	1.40	1.38	1.46	1.41

**Tabla A20***Material más fino que pasa el Tamiz N°200 ASTM C566 / NTP 339.185*

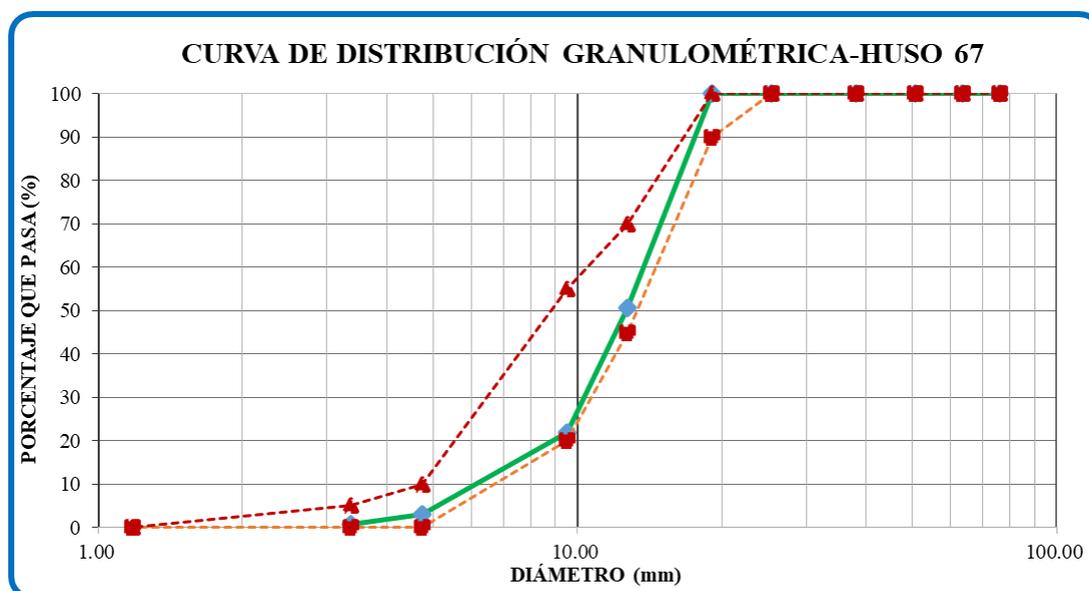
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	491.10	490.30	489.90	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	8.90	9.70	10.10	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	<b>1.78%</b>	<b>1.94%</b>	<b>2.02%</b>	<b>1.91%</b>

**Agregado Grueso: Cantera “Yanamango”****Tabla A21***Análisis granulométrico ASTM C136 / NTP 400.012*

Peso Seco Inicial =		8000.00			
Nº	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	3948.00	49.35	49.35	50.65
⅜"	9.53	2298.00	28.73	78.08	21.93
Nº4	4.75	1514.00	18.93	97.00	3.00
Nº8	3.36	180.00	2.25	99.25	0.75
N 16	1.18	24.00	0.30	99.55	0.45
N 30	0.60	17.00	0.21	99.76	0.24
N 50	0.30	3.50	0.04	99.81	0.19
N 100	0.15	6.00	0.08	99.88	0.12
N 200	0.075	8.50	0.11	99.99	0.01
Cazoleta	--	1	0.01	100.00	0.00
TOTAL		8000.00			
<b>MÓDULO DE FINURA =</b>				<b>6.733</b>	

**Figura A4**

Curva de distribución granulométrica A. Grueso “Yanamango”

**Tabla A22**

Peso Unitario Suelto Seco ASTM C29 / NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	4626.00	4626.00	4626.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	17987.00	18005.00	17997.00	
Peso de la muestra suelta (g)	13361.00	13379.00	13371.00	
Factor (F)	109.077	109.077	109.077	
Peso Unitario Suelto Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.457	1.459	1.458	1.458
<b>Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1457</b>	<b>1459</b>	<b>1458</b>	<b>1458</b>

**Tabla A23**

Peso Unitario Compactado ASTM C29 / NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	4626.00	4626.00	4626.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	19083.00	19664.00	19978.00	
Peso de la muestra suelta (g)	14457.00	15038.00	15352.00	
Factor (F)	109.077	109.077	109.077	
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.577	1.640	1.675	1.631
<b>Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1577</b>	<b>1640</b>	<b>1675</b>	<b>1631</b>

**Tabla A24***Contenido de Humedad (%) ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente (g)	559.00	537.00	358.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	9635.00	9931.00	1699.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	9493.00	9766.00	1677.00	
Peso del Agua (g)	142.00	165.00	22.00	
Peso Muestra Seca (g)	8934.00	9229.00	1319.00	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>1.59</b>	<b>1.79</b>	<b>1.67</b>	<b>1.68</b>

**Tabla A25***Peso Específico y Absorción ASTM C128 / NTP 400.021*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	2967.90	2967.80	2967.50	
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1869.40	1869.30	1868.80	
<b>Peso Específico de Masa (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.625</b>	<b>2.625</b>	<b>2.623</b>	<b>2.624</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.653</b>	<b>2.653</b>	<b>2.652</b>	<b>2.653</b>
<b>Peso Específico de Aparente (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.702</b>	<b>2.702</b>	<b>2.701</b>	<b>2.701</b>
<b>Absorción</b>	<b>% 1.08</b>	<b>1.08</b>	<b>1.10</b>	<b>1.09</b>

**Tabla A26***Material más fino que pasa el Tamiz N°200 ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	2993.70	2993.90	2993.30	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	6.30	6.10	6.70	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	<b>0.21%</b>	<b>0.20%</b>	<b>0.22%</b>	<b>0.21%</b>

## Agregado Fino: Cantera “Huayrapongo” 1

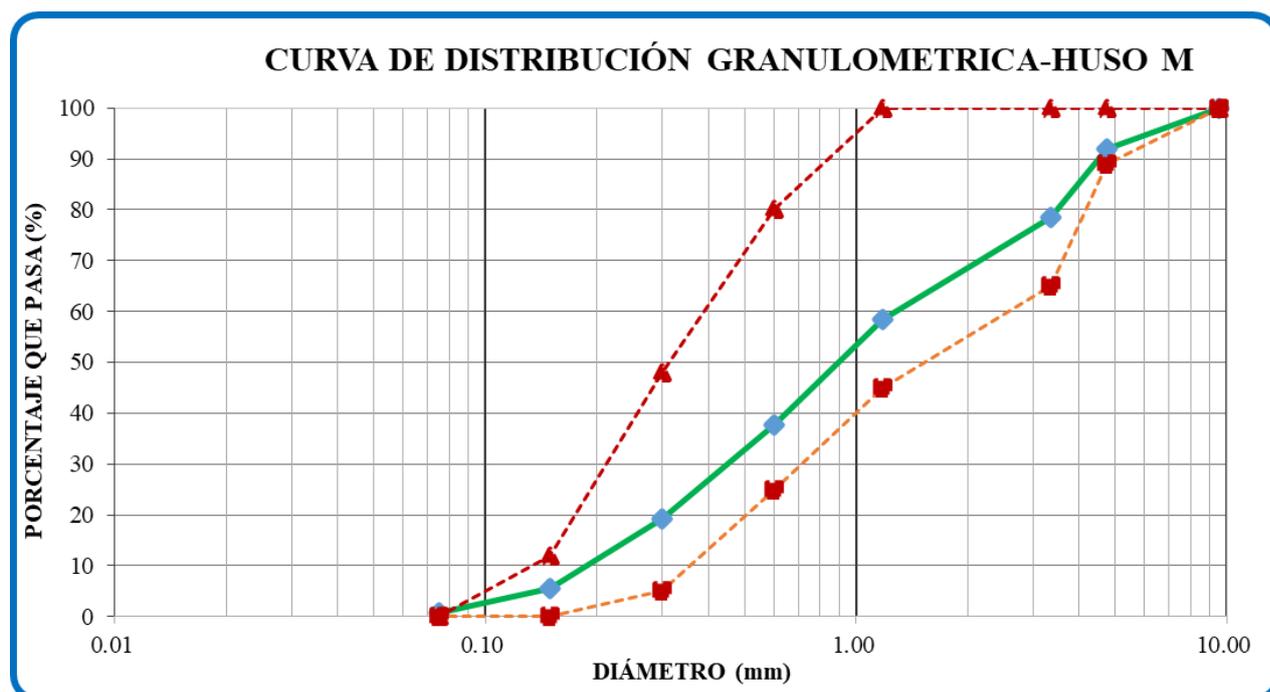
**Tabla A27**

*Análisis granulométrico ASTM C136 / NTP 400.012*

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
Nº	Abertura (mm)				
Peso Seco Inicial = 1500.00					
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	122.00	8.13	8.13	91.87
Nº8	3.36	201.00	13.40	21.53	78.47
N 16	1.18	302.00	20.13	41.67	58.33
N 30	0.60	309.00	20.60	62.27	37.73
N 50	0.30	278.00	18.53	80.80	19.20
N 100	0.15	205.00	13.67	94.47	5.53
N 200	0.075	72.00	4.80	99.27	0.73
Cazoleta	--	11	0.73	100.00	0.00
TOTAL		1500.00			
<b>MÓDULO DE FINURA =</b>				<b>3.089</b>	

**Figura A5**

*Curva de distribución granulométrica A. Fino “Huayrapongo” 1*



**Tabla A28***Peso Unitario Suelto Seco ASTM C29 / NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	1995.00	1995.00	1995.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	6633.00	6610.00	6651.00	
Peso de la muestra suelta (g)	4638.00	4615.00	4656.00	
Factor (F)	346.298	346.298	346.298	
Peso Unitario Seco Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1.606	1.598	1.612	1.606
<b>Peso Unitario Seco Suelto (Kg/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1606</b>	<b>1598</b>	<b>1612</b>	<b>1606</b>

**Tabla A29***Peso Unitario Compactado ASTM C29 / NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	1995.00	1995.00	1995.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	6998.00	7004.00	7025.00	
Peso de la muestra suelta (g)	5003.00	5009.00	5030.00	
Factor (F)	346.298	346.298	346.298	
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.733	1.735	1.742	1.736
<b>Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1733</b>	<b>1735</b>	<b>1742</b>	<b>1736</b>

**Tabla A30***Contenido de Humedad (%) ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente (g)	357.00	358.00	359.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	1568.00	1679.00	1579.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	1512.00	1619.00	1523.00	
Peso del Agua (g)	56.00	60.00	56.00	
Peso Muestra Seca (g)	1155.00	1261.00	1164.00	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>4.85</b>	<b>4.76</b>	<b>4.81</b>	<b>4.81</b>

**Tabla A31***Peso Específico y Absorción ASTM C128 / NTP 400.021*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso de fiola (g)	192.7	192.7	192.7	
Peso de la fola +agua hasta menizco	690.35	690.35	690.35	
Peso de la fiola +agua + muestra (g)	1004.20	1004.50	1004.10	
Peso de la muestra superficialmente Seca (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	494.20	494.30	494.00	
Volumen de agua añadida al frasco (g)	311.5	311.8	311.4	
<b>Peso Específico de Masa (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.621</b>	<b>2.626</b>	<b>2.619</b>	<b>2.622</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado (g/m<sup>3</sup>) Superficialmente Seco</b>	2.652	2.656	2.651	2.653
<b>Peso Específico de Aparente (g/m<sup>3</sup>)</b>	2.705	2.708	2.705	2.706
<b>Absorción %</b>	1.17	1.15	1.21	1.18

**Tabla A32***Material más fino que pasa el Tamiz N°200 ASTM C566 / NTP 339.185*

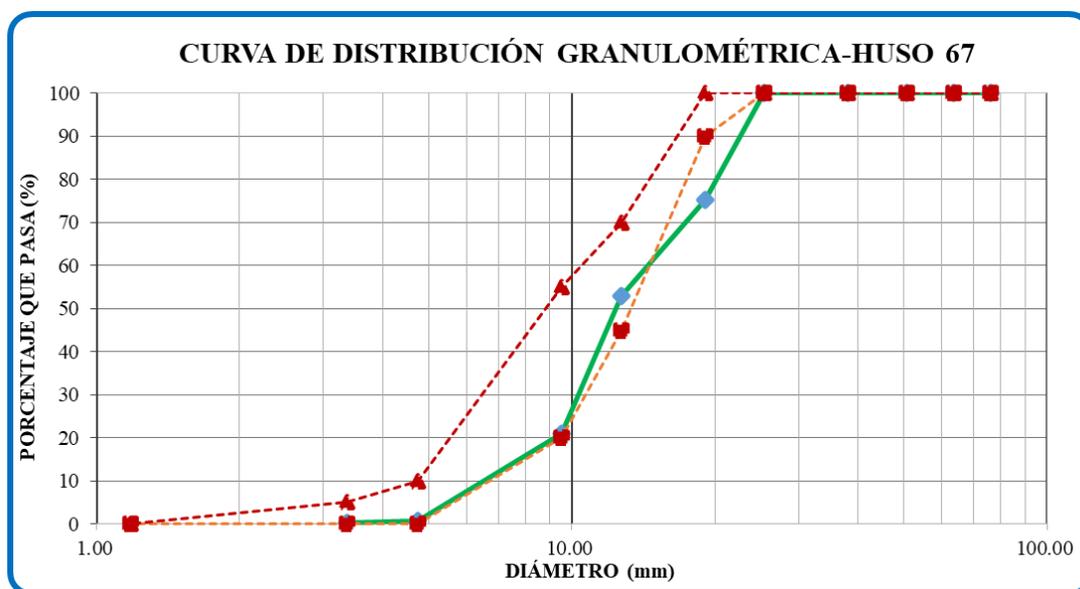
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso de Muestra Original (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	490.20	489.60	490.70	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	9.80	10.40	9.30	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	1.96%	2.08%	1.86%	<b>1.97%</b>

**Agregado Grueso: Cantera “El Gavilán”****Tabla A33***Análisis granulométrico ASTM C136 / NTP 400.012*

Peso Seco Inicial =		9000.00			
Nº	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	2216.00	24.62	24.62	75.38
½"	12.70	2016.00	22.40	47.02	52.98
⅜"	9.53	2890.00	32.11	79.13	20.87
Nº4	4.75	1813.00	20.14	99.28	0.72
Nº8	3.36	50.00	0.56	99.83	0.17
N 16	1.18	0.00	0.00	99.83	0.17
N 30	0.60	0.00	0.00	99.83	0.17
N 50	0.30	0.00	0.00	99.83	0.17
N 100	0.15	0.00	0.00	99.83	0.17
N 200	0.075	0.00	0.00	99.83	0.17
Cazoleta	--	15	0.17	100.00	0.00
TOTAL		9000.00			
<b>MÓDULO DE FINURA =</b>				<b>7.022</b>	

**Figura A6**

*Curva de distribución granulométrica A, Grueso “El Gavilán”*

**Tabla A34**

*Peso Unitario Suelto Seco ASTM C29 / NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	4225.00	4225.00	4225.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	16884.00	16904.00	16889.00	
Peso de la muestra suelta (g)	12901.00	12921.00	12914.00	
Factor (F)	104.286	104.286	104.286	
Peso Unitario Suelto Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.345	1.347	1.347	1.347
<b>Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1345</b>	<b>1347</b>	<b>1347</b>	<b>1347</b>

**Tabla A35**

*Peso Unitario Compactado ASTM C29 / NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	4225.00	4225.00	4225.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	18638.00	18629.00	18627.00	
Peso de la muestra suelta (g)	14413.00	14404.00	14402.00	
Factor (F)	104.286	104.286	104.286	
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.503	1.502	1.502	1.502
<b>Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1503</b>	<b>1502</b>	<b>1502</b>	<b>1502</b>

**Tabla A36***Contenido de Humedad (%) ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente (g)	356.00	355.00	359.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	1843.00	1852.00	1824.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	1792.00	1801.00	1772.00	
Peso del Agua (g)	51.00	51.00	52.00	
Peso Muestra Seca (g)	1436.00	1446.00	1413.00	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>3.55</b>	<b>3.53</b>	<b>3.68</b>	<b>3.59</b>

**Tabla A37***Peso Específico y Absorción ASTM C128 / NTP 400.021*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	2960.00	2963.50	2962.50	
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1859.00	1856.50	1859.50	
<b>Peso Específico de Masa (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.594</b>	<b>2.592</b>	<b>2.598</b>	<b>2.594</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.629</b>	<b>2.624</b>	<b>2.630</b>	<b>2.628</b>
<b>Peso Específico de Aparente (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.688</b>	<b>2.677</b>	<b>2.686</b>	<b>2.684</b>
<b>Absorción %</b>	<b>1.35</b>	<b>1.23</b>	<b>1.27</b>	<b>1.28</b>

**Tabla A38***Material más fino que pasa el Tamiz N°200 ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	2974.90	2973.80	2974.30	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	25.10	26.20	25.70	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	<b>0.84%</b>	<b>0.87%</b>	<b>0.86%</b>	<b>0.86%</b>

## Agregado Fino: Cantera "Llacanora"

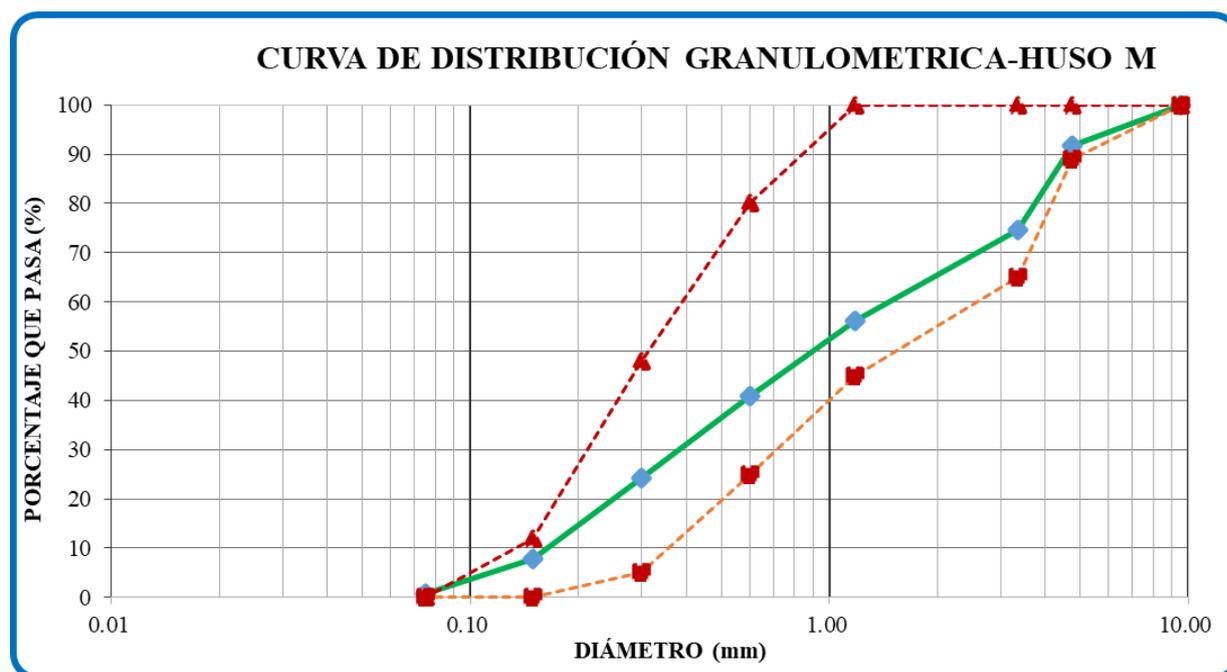
**Tabla A39**

*Análisis granulométrico ASTM C136 / NTP 400.012*

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
Nº	Abertura (mm)				
Peso Seco Inicial = 1500.00					
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	125.00	8.33	8.33	91.67
Nº8	3.36	257.00	17.13	25.47	74.53
N 16	1.18	274.00	18.27	43.73	56.27
N 30	0.60	231.00	15.40	59.13	40.87
N 50	0.30	248.00	16.53	75.67	24.33
N 100	0.15	247.00	16.47	92.13	7.87
N 200	0.075	107.00	7.13	99.27	0.73
Cazoleta	--	11	0.73	100.00	0.00
TOTAL		1500.00			
<b>MÓDULO DE FINURA =</b>				<b>3.045</b>	

**Figura A7**

*Curva de distribución granulométrica A. Fino "Llacanora"*



**Tabla A40***Peso Unitario Suelto Seco ASTM C29 / NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	1995.00	1995.00	1995.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	6633.00	6671.00	6685.00	
Peso de la muestra suelta (g)	4638.00	4676.00	4690.00	
Factor (F)	346.277	346.277	346.277	
Peso Unitario Seco Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1.606	1.619	1.624	1.616
<b>Peso Unitario Seco Suelto (Kg/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1606</b>	<b>1619</b>	<b>1624</b>	<b>1616</b>

**Tabla A41***Peso Unitario Compactado ASTM C29 / NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	1995.00	1995.00	1995.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	6998.00	6994.00	6987.00	
Peso de la muestra suelta (g)	5003.00	4999.00	4992.00	
Factor (F)	346.277	346.277	346.277	
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.732	1.731	1.729	1.731
<b>Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1732</b>	<b>1731</b>	<b>1729</b>	<b>1731</b>

**Tabla A42***Contenido de Humedad (%) ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente (g)	358.00	359.00	360.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	1569.00	1859.00	1374.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	1521.00	1800.00	1335.00	
Peso del Agua (g)	48.00	59.00	39.00	
Peso Muestra Seca (g)	1163.00	1441.00	975.00	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>4.13</b>	<b>4.09</b>	<b>4.00</b>	<b>4.07</b>

**Tabla A43***Peso Específico y Absorción ASTM C128 / NTP 400.021*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso de fiola (g)	192.7	192.7	192.7	
Peso de la fola +agua hasta menizco	690.30	690.30	690.30	
Peso de la fiola +agua + muestra (g)	1004.20	1004.10	1004.30	
Peso de la muestra superficialmente Seca (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	494.10	494.20	494.30	
Volumen de agua añadida al frasco (g)	311.5	311.4	311.6	
<b>Peso Específico de Masa (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.621</b>	<b>2.620</b>	<b>2.624</b>	<b>2.622</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado (g/m<sup>3</sup>) Superficialmente Seco</b>	2.653	2.651	2.654	2.653
<b>Peso Específico de Aparente (g/m<sup>3</sup>)</b>	2.706	2.704	2.706	2.705
<b>Absorción %</b>	1.19	1.17	1.15	1.17

**Tabla A44***Material más fino que pasa el Tamiz N°200 ASTM C566 / NTP 339.185*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso de Muestra Original (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	488.40	487.30	487.60	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	11.60	12.70	12.40	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	2.32%	2.54%	2.48%	<b>2.45%</b>

### Agregado Fino: Cantera “El Gavilán”

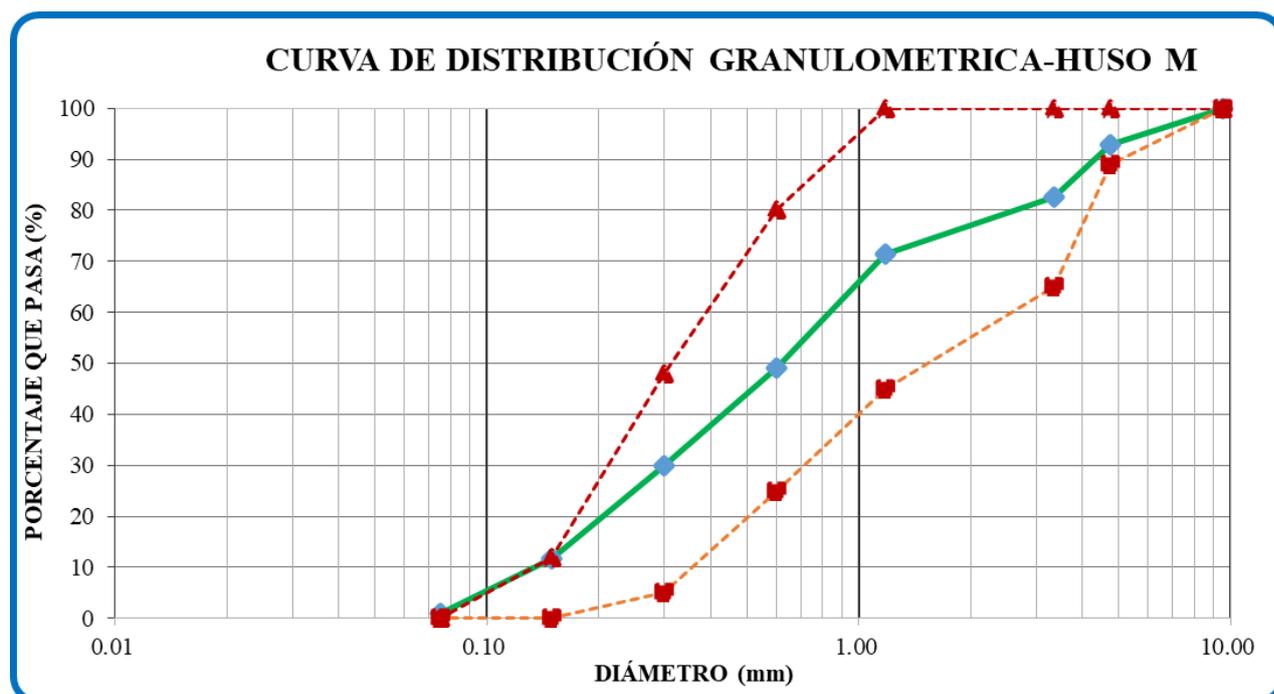
**Tabla A45**

*Análisis granulométrico ASTM C136 / NTP 400.012*

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
Nº	Abertura (mm)				
3/8"		0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4		101.00	7.21	7.21	92.79
Nº8		144.00	10.29	17.50	82.50
N 16		155.00	11.07	28.57	71.43
N 30		312.00	22.29	50.86	49.14
N 50		270.00	19.29	70.14	29.86
N 100		254.00	18.14	88.29	11.71
N 200		152.00	10.86	99.14	0.86
Cazoleta		12	0.86	100.00	0.00
TOTAL		1400.00			
<b>MÓDULO DE FINURA =</b>				<b>2.626</b>	

**Figura A8**

*Curva de distribución granulométrica A. Fino “El Gavilán”*



**Tabla A46***Peso Unitario Suelto Seco ASTM C29 / NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	1995.00	1995.00	1995.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	6575.00	6532.00	6554.00	
Peso de la muestra suelta (g)	4580.00	4537.00	4559.00	
Factor (F)	346.298	346.298	346.298	
Peso Unitario Seco Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1.586	1.571	1.579	1.579
<b>Peso Unitario Seco Suelto (Kg/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1586</b>	<b>1571</b>	<b>1579</b>	<b>1579</b>

**Tabla A47***Peso Unitario Compactado ASTM C29 / NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	1995.00	1995.00	1995.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	6985.00	6995.00	6968.00	
Peso de la muestra suelta (g)	4990.00	5000.00	4973.00	
Factor (F)	346.298	346.298	346.298	
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.728	1.731	1.722	1.727
<b>Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1728</b>	<b>1731</b>	<b>1722</b>	<b>1727</b>

**Tabla A48***Contenido de Humedad (%) ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente (g)	354.00	356.00	360.00	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	1469.00	1366.00	1324.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	1422.00	1325.00	1283.00	
Peso del Agua (g)	47.00	41.00	41.00	
Peso Muestra Seca (g)	1068.00	969.00	923.00	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>4.40</b>	<b>4.23</b>	<b>4.44</b>	<b>4.36</b>

**Tabla A49***Peso Específico y Absorción ASTM C128 / NTP 400.021*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de fiola (g)	192.7	192.7	192.7	
Peso de la fola +agua hasta menizco	690.35	690.35	690.35	
Peso de la fiola +agua + muestra (g)	1003.40	1003.10	1003.60	
Peso de la muestra superficialmente Seca (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	488.20	488.10	488.60	
Volumen de agua añadida al frasco (g)	310.7	310.4	310.9	
<b>Peso Específico de Masa (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.579</b>	<b>2.574</b>	<b>2.584</b>	<b>2.579</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado (g/m<sup>3</sup>) Superficialmente Seco</b>	2.641	2.637	2.644	2.641
<b>Peso Específico de Aparente (g/m<sup>3</sup>)</b>	2.750	2.746	2.749	2.749
<b>Absorción %</b>	2.42	2.44	2.33	2.40

**Tabla A50***Material más fino que pasa el Tamiz N°200 ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	478.50	477.50	477.90	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	21.50	22.50	22.10	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	4.30%	4.50%	4.42%	<b>4.41%</b>

## Agregado Fino: Cantera “Huayrapongo” 2

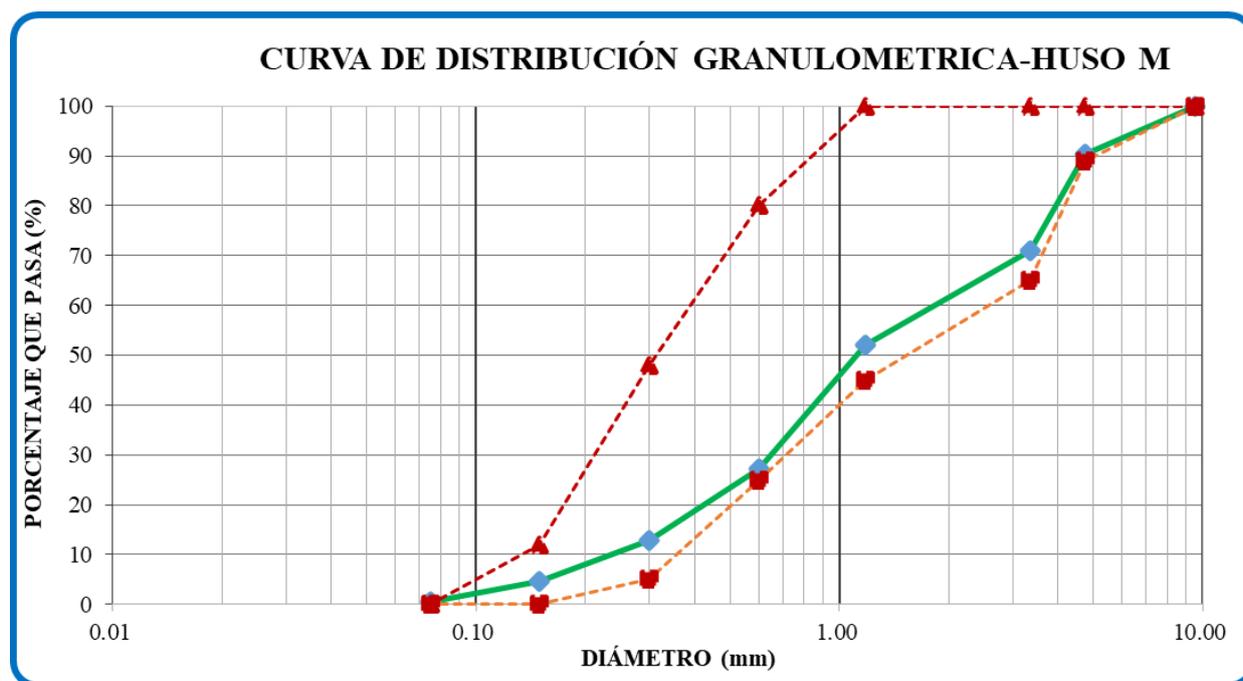
**Tabla A51**

*Análisis granulométrico ASTM C136 / NTP 400.012*

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
Peso Seco Inicial = 1489.00					
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	142.00	9.54	9.54	90.46
N°8	3.36	291.00	19.54	29.08	70.92
N 16	1.18	281.00	18.87	47.95	52.05
N 30	0.60	369.00	24.78	72.73	27.27
N 50	0.30	216.00	14.51	87.24	12.76
N 100	0.15	121.00	8.13	95.37	4.63
N 200	0.075	60.00	4.03	99.40	0.60
Cazoleta	--	9	0.60	100.00	0.00
TOTAL		1489.00			
<b>MÓDULO DE FINURA =</b>				<b>3.419</b>	

**Figura A9**

*Curva de distribución granulométrica A. Fino “Huayrapongo” 2*



**Tabla A52***Peso Unitario Suelto Seco ASTM C29 / NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	1995.00	1995.00	1995.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	6672.00	6670.00	6675.00	
Peso de la muestra suelta (g)	4677.00	4675.00	4680.00	
Factor (F)	346.277	346.277	346.277	
Peso Unitario Seco Suelto (g/cm <sup>3</sup> )	1.620	1.619	1.621	1.620
<b>Peso Unitario Seco Suelto (Kg/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1620</b>	<b>1619</b>	<b>1621</b>	<b>1620</b>

**Tabla A53***Peso Unitario Compactado ASTM C29 / NTP 400.017*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	1995.00	1995.00	1995.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	7015.00	7024.00	7022.00	
Peso de la muestra suelta (g)	5020.00	5029.00	5027.00	
Factor (F)	346.277	346.277	346.277	
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.738	1.741	1.741	1.740
<b>Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1738</b>	<b>1741</b>	<b>1741</b>	<b>1740</b>

**Tabla A54***Contenido de Humedad (%) ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente (g)	355.30	352.70	356.10	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	1682.00	1762.80	1638.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	1614.00	1688.00	1568.00	
Peso del Agua (g)	68.00	74.80	70.00	
Peso Muestra Seca (g)	1258.70	1335.30	1211.90	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>5.40</b>	<b>5.60</b>	<b>5.78</b>	<b>5.59</b>

**Tabla A55***Peso Específico y Absorción ASTM C128 / NTP 400.021*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso de fiola (g)	192.7	192.7	192.7	
Peso de la fola +agua hasta menizco	690.30	690.30	690.30	
Peso de la fiola +agua + muestra (g)	1004.10	1003.80	1004.00	
Peso de la muestra superficialmente Seca (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra secada al horno	493.60	493.50	493.60	
Volumen de agua añadida al frasco (g)	311.4	311.1	311.3	
<b>Peso Específico de Masa (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.617</b>	<b>2.612</b>	<b>2.616</b>	<b>2.615</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado (g/m<sup>3</sup>) Superficialmente Seco</b>	2.651	2.647	2.650	2.649
<b>Peso Específico de Aparente (g/m<sup>3</sup>)</b>	2.709	2.706	2.708	2.707
<b>Absorción %</b>	1.30	1.32	1.30	1.30

**Tabla A56***Material más fino que pasa el Tamiz N°200 ASTM C566 / NTP 339.185*

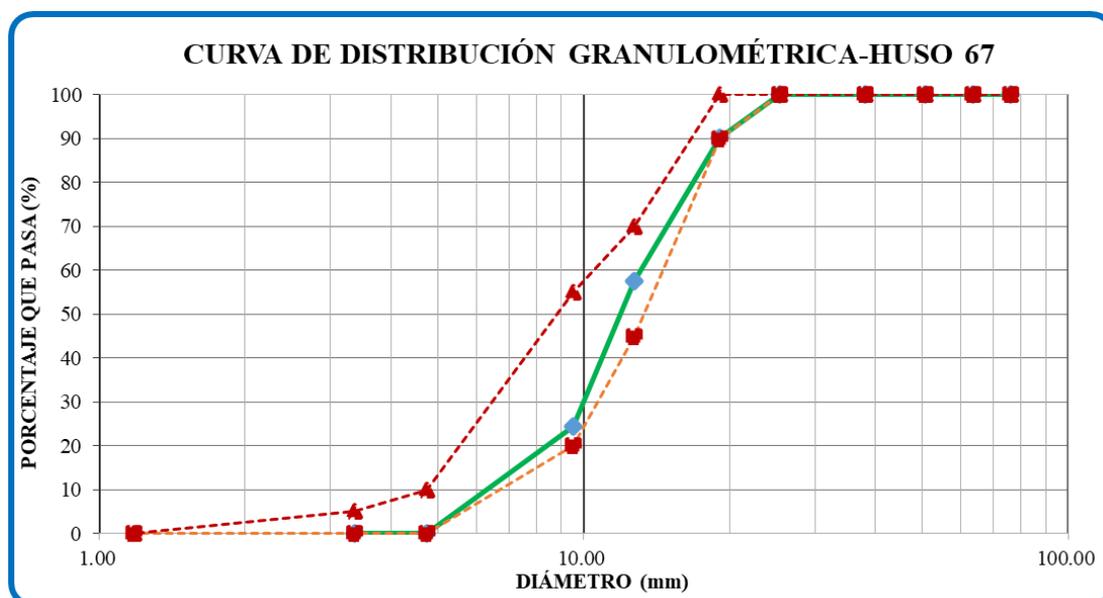
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>Promedio</b>
Peso de Muestra Original (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	484.30	484.60	484.50	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	15.70	15.40	15.50	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	3.14%	3.08%	3.10%	<b>3.11%</b>

**Agregado Grueso: Cantera “Huayrapongo”****Tabla A57***Análisis granulométrico ASTM C136 / NTP 400.012*

Peso Seco Inicial =		8000.00			
Nº	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	774.00	9.68	9.68	90.33
½"	12.70	2623.00	32.79	42.46	57.54
⅜"	9.53	2644.00	33.05	75.51	24.49
Nº4	4.75	1955.00	24.44	99.95	0.05
Nº8	3.36	0.00	0.00	99.95	0.05
N 16	1.18	0.00	0.00	99.95	0.05
N 30	0.60	0.00	0.00	99.95	0.05
N 50	0.30	0.00	0.00	99.95	0.05
N 100	0.15	0.00	0.00	99.95	0.05
N 200	0.075	0.00	0.00	99.95	0.05
Cazoleta	--	4	0.05	100.00	0.00
TOTAL		8000.00			
<b>MÓDULO DE FINURA =</b>				<b>6.849</b>	

**Figura A10**

Curva de distribución granulométrica A. Grueso “Huayrapongo”

**Tabla A58**

Peso Unitario Suelto Seco ASTM C29 / NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	4225.00	4225.00	4225.00	
Peso de muestra suelta + recipiente (g)	17735.00	17754.00	17755.00	
Peso de la muestra suelta (g)	13510.00	13529.00	13530.00	
Factor (F)	104.286	104.286	104.286	
Peso Unitario Suelto Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.409	1.411	1.411	1.410
<b>Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1409</b>	<b>1411</b>	<b>1411</b>	<b>1410</b>

**Tabla A59**

Peso Unitario Compactado ASTM C29 / NTP 400.017

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente (g)	4225.00	4225.00	4225.00	
Peso de muestra Compactada + recipiente (g)	19018.00	19012.00	19021.00	
Peso de la muestra suelta (g)	14793.00	14787.00	14796.00	
Factor (F)	104.286	104.286	104.286	
Peso Unitario Compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.543	1.542	1.543	1.543
<b>Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1543</b>	<b>1542</b>	<b>1543</b>	<b>1543</b>

**Tabla A60***Contenido de Humedad (%) ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Recipiente (g)	115.60	111.30	113.60	
Peso del Recipiente + muestra Húmeda (g)	1796.00	1846.00	1901.00	
Peso del Recipiente + muestra Seca (g)	1788.00	1839.00	1895.00	
Peso del Agua (g)	8.00	7.00	6.00	
Peso Muestra Seca (g)	1672.40	1727.70	1781.40	
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>0.48</b>	<b>0.41</b>	<b>0.34</b>	<b>0.41</b>

**Tabla A61***Peso Específico y Absorción ASTM C128 / NTP 400.021*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso en el aire de la muestra secada al horno (g)	2965.20	2965.40	2965.50	
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso en el agua de la muestra saturada (g)	1864.70	1865.00	1864.90	
<b>Peso Específico de Masa (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.612</b>	<b>2.613</b>	<b>2.613</b>	<b>2.612</b>
<b>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.642</b>	<b>2.643</b>	<b>2.643</b>	<b>2.643</b>
<b>Peso Específico de Aparente (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.694</b>	<b>2.695</b>	<b>2.694</b>	<b>2.695</b>
<b>Absorción</b>	<b>% 1.17</b>	<b>1.17</b>	<b>1.16</b>	<b>1.17</b>

**Tabla A62***Material más fino que pasa el Tamiz N°200 ASTM C566 / NTP 339.185*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de Muestra Original (g)	3000.00	3000.00	3000.00	
Peso de la muestra Lavada (g)	2987.60	2987.80	2987.70	
Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200 (g)	12.40	12.20	12.30	
<b>% de Material que Pasa el Tamiz N° 200</b>	<b>0.41%</b>	<b>0.41%</b>	<b>0.41%</b>	<b>0.41%</b>

**Apéndice B. Estadística de la resistencia a compresión del concreto sin aditivo y con aditivo**

**Tabla B1**

*Resultados ensayo de resistencia a la compresión*

N° de Obra	Tipo	Código	Resistencia Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rango Muestral	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
<b>01</b>	Sin aditivo	M-1	126.74	27.94	12.00	8.60%
		M-2	152.73			
		M-3	124.79			
		M-4	139.31			
		M-5	152.26			
		M-6	141.32			
	Promedio	139.53	Porcentaje respecto al f'c	66.44%		
	Con aditivo	M-7	132.13	36.33	13.18	8.92%
		M-8	151.90			
		M-9	153.22			
		M-10	135.85			
		M-11	145.03			
M-12		168.46				
Promedio	147.76	Porcentaje respecto al f'c	70.36%			
<b>02</b>	Sin aditivo	M-1	123.28	19.00	8.97	6.83%
		M-2	121.57			
		M-3	140.56			
		M-4	125.02			
		M-5	140.32			
		M-6	137.36			
	Promedio	131.35	Porcentaje respecto al f'c	62.55%		
	Con aditivo	M-7	271.64	12.75	4.51	1.66%
		M-8	274.63			
		M-9	269.71			
		M-10	263.04			
		M-11	270.82			
M-12		275.78				
Promedio	270.94	Porcentaje respecto al f'c	129.02%			

N° de Obra	Tipo	Código	Resistencia Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rango Muestral	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
03	Sin aditivo	M-1	79.40	21.55	8.12	9.40%
		M-2	89.02			
		M-3	87.29			
		M-4	79.68			
		M-5	82.35			
		M-6	100.95			
	Promedio	86.45	Porcentaje respecto al f'c	41.17%		
	Con aditivo	M-7	165.01	7.33	2.85	1.70%
		M-8	164.60			
		M-9	171.93			
		M-10	169.59			
		M-11	166.06			
		M-12	167.42			
Promedio	167.44	Porcentaje respecto al f'c	79.73%			
04	Sin aditivo	M-1	114.26	20.09	7.14	6.23%
		M-2	120.55			
		M-3	122.09			
		M-4	102.00			
		M-5	115.95			
		M-6	112.90			
	Promedio	114.62	Porcentaje respecto al f'c	54.58%		
	Con aditivo	M-7	211.58	12.75	9.97	4.62%
		M-8	226.52			
		M-9	204.82			
		M-10	211.93			
		M-11	209.75			
		M-12	229.66			
Promedio	215.71	Porcentaje respecto al f'c	102.72%			
05	Sin aditivo	M-1	99.71	18.48	7.87	7.03%
		M-2	116.13			
		M-3	116.76			
		M-4	118.19			
		M-5	104.40			
		M-6	116.76			
	Promedio	111.99	Porcentaje respecto al f'c	53.33%		
	Con aditivo	M-7	232.21	15.26	4.51	2.80%
		M-8	216.94			
		M-9	221.58			
		M-10	225.29			
		M-11	232.00			
		M-12	231.09			
Promedio	226.52	Porcentaje respecto al f'c	107.87%			

N° de Obra	Tipo	Código	Resistencia Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rango Muestral	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
06	Sin aditivo	M-1	90.76	15.00	6.08	6.62%
		M-2	94.36			
		M-3	98.59			
		M-4	86.39			
		M-5	83.59			
		M-6	97.69			
	Promedio	91.90	Porcentaje respecto al f'c	43.76%		
	Con aditivo	M-7	221.73	28.75	11.09	5.17%
		M-8	215.03			
		M-9	223.18			
		M-10	194.44			
		M-11	222.16			
		M-12	209.46			
Promedio	214.33	Porcentaje respecto al f'c	102.06%			
07	Sin aditivo	M-1	134.22	14.69	4.89	3.69%
		M-2	130.94			
		M-3	124.71			
		M-4	134.14			
		M-5	139.41			
		M-6	130.73			
	Promedio	132.36	Porcentaje respecto al f'c	63.03%		
	Con aditivo	M-7	140.41	13.41	5.33	3.88%
		M-8	143.17			
		M-9	129.76			
		M-10	136.37			
		M-11	141.27			
		M-12	132.38			
Promedio	137.23	Porcentaje respecto al f'c	65.35%			
08	Sin aditivo	M-1	105.12	14.96	5.41	4.99%
		M-2	103.83			
		M-3	107.66			
		M-4	118.79			
		M-5	106.14			
		M-6	109.52			
	Promedio	108.51	Porcentaje respecto al f'c	51.67%		
	Con aditivo	M-7	297.79	43.93	16.47	5.75%
		M-8	270.79			
		M-9	288.56			
		M-10	289.80			
		M-11	263.71			
		M-12	307.65			
Promedio	286.38	Porcentaje respecto al f'c	136.37%			

N° de Obra	Tipo	Código	Resistencia Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rango Muestral	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
09	Sin aditivo	M-1	119.13	23.04	9.06	7.13%
		M-2	130.37			
		M-3	118.64			
		M-4	141.68			
		M-5	121.39			
		M-6	131.53			
	Promedio	127.12	Porcentaje respecto al f'c	60.53%		
	Con aditivo	M-7	171.33	37.84	14.02	8.50%
		M-8	180.12			
		M-9	165.14			
		M-10	175.33			
		M-11	155.47			
M-12		142.28				
Promedio	164.95	Porcentaje respecto al f'c	78.55%			
10	Sin aditivo	M-1	93.10	14.45	5.01	5.04%
		M-2	107.55			
		M-3	100.95			
		M-4	100.38			
		M-5	99.07			
		M-6	95.38			
	Promedio	99.40	Porcentaje respecto al f'c	47.33%		
	Con aditivo	M-7	168.36	34.19	12.30	7.11%
		M-8	177.24			
		M-9	153.65			
		M-10	187.85			
		M-11	168.27			
M-12		182.98				
Promedio	173.06	Porcentaje respecto al f'c	82.41%			

## Apéndice C. Registros de los Ensayos a Compresión

**Tabla C1**

*Vivienda N° 01: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión*

<b>ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>											
<b>(A.S.T.M. C 39 - N.T.P. 339.034)</b>											
<b>DATOS GENERALES</b>											
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:				Angular, Hormigón/Cerro, Cantera: El Gavilán							
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:				Hormigón/Cerro, Cantera: El Gavilán							
CEMENTO:				Pacasmayo Extraforte - Portland Tipo Ico							
DOSIFICACIÓN:				1:8/2.5							
ASENTAMIENTO		SIN ADITIVO:		17 cm - 6.7"				CON ADITIVO:		24 cm - 9.5"	
VIVIENDA N°:				01							
UBICACIÓN:				Camino Real S/N, La Paccha - Cajamarca							
HORA DEL MUESTREO:				12:53							
FECHA DE MUESTREO:				19/11/2022							
FECHA DE ENSAYO:				17/12/2022							
N°	f'c (Kg/cm2)	CODIFICACIÓN	N°DÍAS	Diámetro				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fract
				(cm)							
				1	2	3	4				
1	210	V1-S (M-1)	28	15.18	15.18	15.05	15.22	11767	30.05	224.26	5
2	210	V1-S (M-2)	28	15.23	15.15	15.23	15.29	11877	30.36	272.68	5
3	210	V1-S (M-3)	28	15.17	15.16	15.24	15.22	11790	30.28	222.04	6
4	210	V1-S (M-4)	28	15.22	15.21	15.26	15.25	11905	30.21	249.11	5
5	210	V1-S (M-5)	28	15.22	15.16	15.16	15.18	11782	30.29	270.15	5
6	210	V1-S (M-6)	28	15.17	15.22	15.22	15.19	11828	30.31	251.45	5
7	210	V1-C (M-7)	28	15.18	15.15	15.22	15.36	11680	30.21	236.03	5
8	210	V1-C (M-8)	28	15.22	15.11	15.25	15.13	11789	30.21	269.47	5
9	210	V1-C (M-9)	28	15.27	15.17	15.35	15.23	11846	30.14	274.65	5
10	210	V1-C (M-10)	28	15.13	15.01	15.26	15.23	11493	30.02	240.47	3
11	210	V1-C (M-11)	28	15.03	15.11	15.16	15.16	11488	30.18	255.17	3
12	210	V1-C (M-12)	28	15.05	15.26	15.22	15.35	11889	30.31	300.46	5

**Tabla C2***Vivienda N° 02: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión*

ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO											
(A.S.T.M. C 39 - N.T.P. 339.034)											
DATOS GENERALES											
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:				Redondeado/Río, Cantera: Yanamango							
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:				Río, Cantera: Yanamango							
CEMENTO:				Pacasmayo Extraforte - Portland Tipo ICO							
DOSIFICACIÓN:				1:4:4/1.3							
ASENTAMIENTO		SIN ADITIVO:		25 cm - 9.8"				CON ADITIVO:		22 cm / 8.7"	
VIVIENDA N°:				02							
UBICACIÓN:				Av. San Martín #1138 - Cajamarca							
HORA DEL MUESTREO:				10:43							
FECHA DE MUESTREO:				20/11/2022							
FECHA DE ENSAYO:				18/11/2022							
N°	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	CODIFICACIÓN	N°DÍAS	Diámetro				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fract
				1	2	3	4				
1	210	V2-S (M-1)	28	15.20	15.12	15.26	15.08	11794	30.15	218.36	5
2	210	V2-S (M-2)	28	15.12	15.13	15.17	15.18	11655	30.10	214.90	3
3	210	V2-S (M-3)	28	15.22	15.12	15.26	15.23	11712	30.05	250.41	5
4	210	V2-S (M-4)	28	15.19	15.10	15.23	15.16	11687	30.36	221.63	3
5	210	V2-S (M-5)	28	15.14	15.18	15.19	15.14	11732	30.18	248.43	5
6	210	V2-S (M-6)	28	15.13	15.24	15.32	15.14	11757	30.32	244.64	3
7	210	V2-C (M-7)	28	15.14	15.22	15.29	15.24	12124	30.38	484.86	3
8	210	V2-C (M-8)	28	15.04	14.91	15.14	15.29	11928	30.11	481.99	5
9	210	V2-C (M-9)	28	15.26	15.15	15.22	15.16	12097	30.21	479.77	5
10	210	V2-C (M-10)	28	15.15	15.25	15.33	15.24	12033	30.02	470.74	5
11	210	V2-C (M-11)	28	15.25	15.05	15.18	15.23	12102	30.18	480.47	5
12	210	V2-C (M-12)	28	15.15	15.08	15.10	15.19	11950	30.20	486.39	3

**Tabla C3***Vivienda N° 03: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión*

ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO											
(A.S.T.M. C 39 - N.T.P. 339.034)											
DATOS GENERALES											
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:				Redondeado/Río, Cantera: Huayrapongo							
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:				Cerro, Cantera: El Gavilán							
CEMENTO:				Pacasmayo Extraforte - Portland Tipo ICo							
DOSIFICACIÓN:				1:4:4/2.3							
ASENTAMIENTO		SIN ADITIVO:		24 cm - 9.5"		CON ADITIVO:		25 cm - 9.8"			
VIVIENDA N°:				03							
UBICACIÓN:				Jr. Huacariz Cdra. 02 S/N - Cajamarca							
HORA DEL MUESTREO:				12:16							
FECHA DE MUESTREO:				21/11/2022							
FECHA DE ENSAYO:				19/12/2022							
N°	f'c (Kg/cm2)	CODIFICACIÓN	N° DÍAS	Diámetro				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fract
				1	2	3	4				
1	210	V3-S (M-1)	28	15.12	15.20	15.11	15.19	11217	30.00	135.14	3
2	210	V3-S (M-2)	28	15.26	15.03	15.13	15.13	11425	30.28	139.44	5
3	210	V3-S (M-3)	28	15.09	15.11	15.16	15.18	11249	30.04	154.00	5
4	210	V3-S (M-4)	28	15.27	15.21	15.22	15.03	11452	30.10	141.48	5
5	210	V3-S (M-5)	28	15.20	15.03	15.20	15.11	11217	30.04	145.29	5
6	210	V3-S (M-6)	28	15.12	15.22	15.21	15.01	11650	30.18	201.25	5
7	210	V3-C (M-7)	28	15.17	15.12	15.21	15.03	11819	30.27	291.02	5
8	210	V3-C (M-8)	28	15.10	15.14	15.18	15.17	11264	29.78	290.95	5
9	210	V3-C (M-9)	28	14.95	14.91	15.15	15.04	11597	30.07	298.52	5
10	210	V3-C (M-10)	28	15.15	15.16	15.21	15.14	11860	30.21	300.43	5
11	210	V3-C (M-11)	28	15.21	15.04	15.16	15.29	11702	30.31	294.48	5
12	210	V3-C (M-12)	28	15.12	15.08	15.18	15.14	11648	30.13	295.08	5

**Tabla C4***Vivienda N° 04: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión*

ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO											
(A.S.T.M. C 39 - N.T.P. 339.034)											
DATOS GENERALES											
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:				Angular/Cerro, Cantera: Cerca a El Gavilán							
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:				Cerro, Cantera: Cerca a El Gavilán							
CEMENTO:				Mochica GU							
DOSIFICACIÓN:				1:8/2							
ASENTAMIENTO		SIN ADITIVO:		26 cm - 10.2"				CON ADITIVO:		21 cm - 8.3"	
VIVIENDA N°:				04							
UBICACIÓN:				Jr. Julio C. Tello #226, Urb. San Luis - Cajamarca							
HORA DEL MUESTREO:				10:49							
FECHA DE MUESTREO:				02/12/2022							
FECHA DE ENSAYO:				30/12/2022							
N°	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	CODIFICACIÓN	N°DÍAS	Diámetro				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fract
				1	2	3	4				
1	210	V4-S (M-1)	28	15.13	15.03	15.07	15.10	11974	30.30	200.19	5
2	210	V4-S (M-2)	28	15.10	15.16	15.12	15.01	11817.5	30.12	211.56	5
3	210	V4-S (M-3)	28	15.06	15.15	15.01	15.30	11760	30.05	215.28	5
4	210	V4-S (M-4)	28	15.19	15.01	15.05	15.21	11919	30.15	179.46	5
5	210	V4-S (M-5)	28	15.11	15.18	15.16	15.29	11867	30.05	205.94	5
6	210	V4-S (M-6)	28	15.13	15.12	15.21	15.20	11725.5	30.10	199.92	3
7	210	V4-C (M-7)	28	15.25	15.14	15.06	15.10	12313	30.35	373.24	5
8	210	V4-C (M-8)	28	15.13	15.14	15.06	15.05	12347.5	30.40	397.41	3
9	210	V4-C (M-9)	28	15.12	14.88	15.31	15.11	12194	30.50	359.85	3
10	210	V4-C (M-10)	28	15.17	15.11	15.14	15.13	12307	30.40	374.11	3
11	210	V4-C (M-11)	28	15.15	15.10	15.16	15.11	12137	30.10	369.73	5
12	210	V4-C (M-12)	28	15.19	15.13	15.22	15.21	12325	30.45	407.98	5

Tabla C5

Vivienda N° 05: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión

ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO											
(A.S.T.M. C 39 - N.T.P. 339.034)											
DATOS GENERALES											
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:			Angular, Hormigón/Cerro, Cantera: El Gavilán								
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:			Hormigón/Cerro, Cantera: El Gavilán								
CEMENTO:			Pacasmayo Extraforte - Portland Tipo Ico								
DOSIFICACIÓN:			1:8/2								
ASENTAMIENTO			SIN ADITIVO:			24 cm - 9.5"		CON ADITIVO:		21 cm - 8.3"	
VIVIENDA N°:			05								
UBICACIÓN:			Av. San Martín #690 - Cajamarca								
HORA DEL MUESTREO:			10:31								
FECHA DE MUESTREO:			10/12/2022								
FECHA DE ENSAYO:			07/01/2023								
N°	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	CODIFICACIÓN	N°DÍAS	Diámetro				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fract
				1	2	3	4				
1	210	V5-S (M-1)	28	15.17	15.21	15.25	15.20	11673	30.13	177.61	5
2	210	V5-S (M-2)	28	15.08	15.23	15.10	15.19	11684	30.20	205.29	5
3	210	V5-S (M-3)	28	15.16	15.11	15.21	15.21	11750	30.10	207.03	5
4	210	V5-S (M-4)	28	15.12	15.18	15.23	15.20	11617	30.10	209.84	3
5	210	V5-S (M-5)	28	15.23	15.28	15.24	15.25	11832	30.14	187.00	5
6	210	V5-S (M-6)	28	15.27	15.05	15.39	15.19	11822	30.12	208.45	5
7	210	V5-C (M-7)	28	15.15	15.25	15.21	15.19	12280	30.29	413.21	5
8	210	V5-C (M-8)	28	15.19	15.16	15.10	15.17	12171	30.30	383.77	2
9	210	V5-C (M-9)	28	15.17	15.23	15.20	15.21	12256	30.30	394.43	5
10	210	V5-C (M-10)	28	15.02	15.14	15.07	15.20	12085	30.11	396.04	5
11	210	V5-C (M-11)	28	15.25	15.13	15.15	15.26	12343	30.29	412.71	5
12	210	V5-C (M-12)	28	15.16	15.09	15.22	15.18	12161	30.25	409.19	3

Tabla C6

Vivienda N° 06: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión

ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO											
(A.S.T.M. C 39 - N.T.P. 339.034)											
DATOS GENERALES											
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:				Redondeado/Río, Cantera: Llacanora							
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:				Cerro, Cantera: El Gavilán							
CEMENTO:				Pacasmayo Extraforte - Portland Tipo Ico							
DOSIFICACIÓN:				1:4:4/2							
ASENTAMIENTO		SIN ADITIVO:		26 cm - 10.2"		CON ADITIVO:		23 cm - 9.1"			
VIVIENDA N°:				06							
UBICACIÓN:				Av. Agua Marina S/N, Huacariz - Cajamarca							
HORA DEL MUESTREO:				11:38							
FECHA DE MUESTREO:				12/12/2022							
FECHA DE ENSAYO:				09/01/2023							
N°	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	CODIFICACIÓN	N°DÍAS	Diámetro				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fract
				1	2	3	4				
1	210	V6-S (M-1)	28	15.22	15.27	15.29	15.11	11924	30.10	161.98	3
2	210	V6-S (M-2)	28	15.17	15.22	15.27	15.14	11852	30.05	167.92	3
3	210	V6-S (M-3)	28	15.16	15.17	15.24	15.21	11563	30.01	175.32	5
4	210	V6-S (M-4)	28	15.18	15.02	15.18	15.23	12250	30.11	152.78	3
5	210	V6-S (M-5)	28	15.11	15.1	15.31	15.19	12259	30.29	148.31	3
6	210	V6-S (M-6)	28	15.19	15.05	15.18	15.3	11870	30.00	173.38	3
7	210	V6-C (M-7)	28	15.12	15.11	15.18	15.21	12397	30.27	392.23	3
8	210	V6-C (M-8)	28	15.18	15.23	15.12	15.23	12470	30.39	382.15	5
9	210	V6-C (M-9)	28	15.21	15.07	15.17	15.22	12455	30.10	395.46	5
10	210	V6-C (M-10)	28	15.13	15.01	15.17	15.30	12266	30.48	343.84	3
11	210	V6-C (M-11)	28	15.18	15.12	15.22	15.15	12379	30.10	393.65	3
12	210	V6-C (M-12)	28	15.18	15.14	15.17	15.21	12491	30.30	371.50	5

Tabla C7

Vivienda N° 07: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión

ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO											
(A.S.T.M. C 39 - N.T.P. 339.034)											
DATOS GENERALES											
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:				Angular/Cerro, Cantera: El Gavilán							
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:				Cerro, Cantera: El Gavilán							
CEMENTO:				Pacasmayo Extraforte - Portland Tipo Ico							
DOSIFICACIÓN:				1:5:4/2							
ASENTAMIENTO		SIN ADITIVO:		25 cm - 9.8"				CON ADITIVO:		23 cm - 9.1"	
VIVIENDA N°:				07							
UBICACIÓN:				Psje. San Mateo #130 - Cajamarca							
HORA DEL MUESTREO:				11:21							
FECHA DE MUESTREO:				13/12/2022							
FECHA DE ENSAYO:				10/01/2023							
N°	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	CODIFICACIÓN	N°DÍAS	Diámetro				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fract
				1	2	3	4				
1	210	V7-S (M-1)	28	15.05	15.10	15.11	15.26	11628	30.25	236.65	3
2	210	V7-S (M-2)	28	15.14	15.11	15.24	15.14	11455	30.20	231.71	5
3	210	V7-S (M-3)	28	15.16	15.14	15.16	15.24	11525	30.25	221.20	6
4	210	V7-S (M-4)	28	15.22	15.17	15.20	15.24	11540	30.10	238.93	3
5	210	V7-S (M-5)	28	15.10	15.21	15.19	15.22	11470	30.15	247.42	3
6	210	V7-S (M-6)	28	15.19	15.18	15.04	15.28	11497	30.20	231.80	3
7	210	V7-C (M-7)	28	15.11	15.15	15.23	15.21	11672	30.3	249.04	5
8	210	V7-C (M-8)	28	15.16	15.22	15.22	15.28	11563	30.30	255.45	5
9	210	V7-C (M-9)	28	15.20	15.12	15.21	15.17	11457	30.20	230.15	5
10	210	V7-C (M-10)	28	15.17	15.01	15.13	15.23	11433	30.3	240.60	5
11	210	V7-C (M-11)	28	15.22	15.06	15.32	15.02	11556	30.10	249.90	3
12	210	V7-C (M-12)	28	15.19	15.14	15.06	15.32	11572	30.30	234.87	5

Tabla C8

Vivienda N° 08: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión

ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO											
(A.S.T.M. C 39 - N.T.P. 339.034)											
DATOS GENERALES											
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:				Redondeado/Río, Cantera: Huayrapongo							
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:				Río, Cantera: Huayrapongo							
CEMENTO:				Pacasmayo Extraforte - Portland Tipo Ico							
DOSIFICACIÓN:				1:4:3/1.5							
ASENTAMIENTO		SIN ADITIVO:		26 cm - 10.2"		CON ADITIVO:		26 cm - 10.2"			
VIVIENDA N°:				08							
UBICACIÓN:				Av. Vía de Evitamiento Sur #2640 - Cajamarca							
HORA DEL MUESTREO:				12:38							
FECHA DE MUESTREO:				19/12/2022							
FECHA DE ENSAYO:				16/01/2023							
N°	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	CODIFICACIÓN	N°DÍAS	Diámetro				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fract
				1	2	3	4				
1	210	V8-S (M-1)	28	15.15	15.08	15.21	15.23	11203	30.00	186.26	3
2	210	V8-S (M-2)	28	15.18	15.1	15.22	15.31	11599	30.15	184.82	5
3	210	V8-S (M-3)	28	15.01	15.11	15.14	15.25	11223	30.05	189.75	3
4	210	V8-S (M-4)	28	15.16	15.08	15.33	15.12	11386	30.05	210.62	5
5	210	V8-S (M-5)	28	15.18	15.06	15.25	15.30	11367	30.01	188.82	3
6	210	V8-S (M-6)	28	15.10	15.11	15.18	15.32	10969	29.81	194.32	5
7	210	V8-C (M-7)	28	15.12	15.12	15.19	15.11	11872	30.29	525.40	3
8	210	V8-C (M-8)	28	15.14	15.15	15.21	15.20	11990	30.20	480.28	6
9	210	V8-C (M-9)	28	15.12	15.22	15.25	15.26	12036	30.25	514.33	3
10	210	V8-C (M-10)	28	15.13	15.02	15.16	15.28	11833	30.25	512.15	6
11	210	V8-C (M-11)	28	15.18	15.17	15.28	15.17	11961	30.30	469.28	3
12	210	V8-C (M-12)	28	15.14	15.13	15.25	15.18	12008	30.15	545.66	3

**Tabla C9***Vivienda N° 09: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión*

ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO											
(A.S.T.M. C 39 - N.T.P. 339.034)											
DATOS GENERALES											
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:				Angular/Cerro, Cantera: El Gavilán							
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:				Cerro, Cantera: El Gavilán							
CEMENTO:				Pacasmayo Extraforte - Portland Tipo Ico							
DOSIFICACIÓN:				1:8/2							
ASENTAMIENTO		SIN ADITIVO:		29 cm - 11.4"		CON ADITIVO:		25 cm - 9.8"			
VIVIENDA N°:				09							
UBICACIÓN:				Psje. Diego Ferré #261 - Cajamarca							
HORA DEL MUESTREO:				11:28							
FECHA DE MUESTREO:				23/12/2022							
FECHA DE ENSAYO:				20/01/2023							
N°	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	CODIFICACIÓN	N°DÍAS	Diámetro				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fract
				1	2	3	4				
1	210	V9-S (M-1)	28	15.15	15.13	15.19	15.23	11144	29.91	211.29	5
2	210	V9-S (M-2)	28	15.13	15.14	15.30	15.15	11386	30.00	231.38	5
3	210	V9-S (M-3)	28	15.15	15.18	15.35	15.21	11335	30.00	211.75	6
4	210	V9-S (M-4)	28	15.17	15.10	15.27	15.18	11263	29.80	251.46	5
5	210	V9-S (M-5)	28	15.13	15.27	15.24	15.29	11226	30.02	216.93	3
6	210	V9-S (M-6)	28	15.16	15.15	15.28	15.22	11373	29.92	234.14	5
7	210	V9-C (M-7)	28	15.20	15.22	15.11	15.29	11783	30.10	305.09	3
8	210	V9-C (M-8)	28	15.14	15.21	15.18	15.26	11827	30.25	320.41	3
9	210	V9-C (M-9)	28	15.30	15.11	15.30	15.29	11708	30.02	295.81	3
10	210	V9-C (M-10)	28	15.12	15.11	15.17	15.29	11624	30.05	310.88	3
11	210	V9-C (M-11)	28	15.18	15.27	15.17	15.17	11707	30.00	276.56	3
12	210	V9-C (M-12)	28	15.08	15.09	15.13	15.30	11632	30.15	251.52	3

**Tabla C10***Vivienda N° 10: Ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión*

<b>ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>											
<b>(A.S.T.M. C 39 - N.T.P. 339.034)</b>											
<b>DATOS GENERALES</b>											
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:				Angular/Cerro, Cantera: "Juan Sinmiedo"							
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:				Cerro, Cantera: "Juan Sinmiedo"							
CEMENTO:				Mochica GU							
DOSIFICACIÓN:				1:8/2							
ASENTAMIENTO		SIN ADITIVO:		23 cm - 9.1"		CON ADITIVO:		23 cm - 9.1"			
VIVIENDA N°:				10							
UBICACIÓN:				Av. Perú S/N Cuadra 1 - Cajamarca							
HORA DEL MUESTREO:				12:14							
FECHA DE MUESTREO:				24/12/2022							
FECHA DE ENSAYO:				21/01/2023							
N°	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	CODIFICACIÓN	N°DÍAS	Diámetro				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fract
				1	2	3	4				
1	210	V10-S (M-1)	28	15.20	15.13	15.07	15.26	11586	30.10	164.91	3
2	210	V10-S (M-2)	28	15.18	15.18	15.20	15.18	11996	30.00	191	5
3	210	V10-S (M-3)	28	15.33	15.14	15.27	15.20	11932	30.20	180.47	6
4	210	V10-S (M-4)	28	15.24	15.25	15.29	15.21	11891	30.15	179.74	5
5	210	V10-S (M-5)	28	15.23	15.16	15.20	15.26	11807	30.22	176.58	3
6	210	V10-S (M-6)	28	15.13	15.23	15.20	15.28	11959	30.25	169.95	5
7	210	V10-C (M-7)	28	15.17	15.14	15.14	15.27	12077	30.25	298.80	6
8	210	V10-C (M-8)	28	15.14	15.11	15.17	15.25	12049	30.19	314.06	5
9	210	V10-C (M-9)	28	15.04	14.97	15.23	15.12	11995	30.48	269.48	3
10	210	V10-C (M-10)	28	15.14	15.23	15.22	15.23	12190	30.41	334.49	5
11	210	V10-C (M-11)	28	15.17	15.22	15.16	15.32	12147	30.30	300.12	5
12	210	V10-C (M-12)	28	15.15	15.25	15.21	15.28	12135	30.45	326.58	5

## Apéndice D. Autorización del Uso de Laboratorio Externo



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
 Teléfono Nº 341518, Anexo 1217-Edificio 1C-106  
 Cajamarca - Perú



**"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"**

Cajamarca, 3 de julio de 2022.

### OFICIO Nº 439-2022-EAPIC-FI-UNC

Señores:  
 GUERSAN INGENIEROS SRL

#### PRESENTE:

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, para saludarle cordialmente y, al mismo tiempo, autorizar al alumno Hansel Leonardo Peralta Quiroz, para que realice sus ensayos de su proyecto de tesis titulado: **"VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO ELABORADOS EN LOS VACIADOS DE TECHO DE AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN CAJAMARCA AL INCORPORAR ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE AL 1% REDUCIENDO EL AGUA DE MEZCLA"**, en su representada.

Agradeciendo por anticipado la atención que le brinde al presente, hago propicia la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

  
 Msc Ing Hector Hugo Miltranda Tejeda  
 DIRECTOR

## Apéndice E. Constancia del Uso de Laboratorio Externo



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

El gerente general de la empresa GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Deja:

### CONSTANCIA:

Que el señor **HANSEL LEONARDO PERALTA QUIROZ**, Bachiller egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, ha realizado ensayos de laboratorio en agregados y concreto para complementar su trabajo de investigación de tesis titulada: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO ELABORADO EN LOS VACIADOS DE TECHO DE AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN CAJAMARCA AL INCORPORAR ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE AL 1% REDUCIENDO EL AGUA DE MEZCLA". Dichos ensayos se realizaron desde el 1 de noviembre del 2022 al 10 de marzo del 2023.

Los ensayos efectuados por el señor tesista fueron los siguientes:

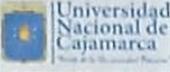
- Ensayos de propiedades físicas y mecánicas del agregado fino, grueso y global.
- Elaboración, curado y ensayos a la compresión de 120 especímenes de concreto (probetas cilíndricas de 6" x 12").

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente

Cajamarca, 21 de marzo del 2023

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
LEINER GUTIÉRREZ GONZÁLES  
GERENTE GENERAL  
DNI N° 45507546

### Apéndice F. Check List del Trabajo en Campo de la Investigación

		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:	19/11/22	Forma de mezclado:	Mezcladora Trampo 11p3
Localización:	Centro Real - La Paccha	En qué piso se vaciará:	Primer Techo
N° Vivienda:	01	Área techada:	96 m <sup>2</sup>
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	
2	Cantidad total de agregado fino	17 m <sup>3</sup>	Hormigón
3	Cantidad total de agregado grueso	17 m <sup>3</sup>	Hormigón
4	Cantidad bolsas de cemento a usar	110	
5	Tipo de cemento/Marca	Pacosmayo ExtraForte	
6	Procedencia del agregado fino	Centra Gavilón	
7	Procedencia del agregado grueso	Centra Gavilón	
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado	01 día	
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla	Agua Subsuelo	Bombarda
10	Aspecto físico del agregado fino	Normal	
11	Aspecto físico del agregado grueso	Normal	
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)	8 baldes (18L)	Hormigón (incl)
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)	8 baldes (18L)	Hormigón (incl)
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)	1 bolsa	
15	Cantidad de agua (por tanda)	2 1/2 balde	
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)	425 ml	
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)	2 balde	
18	Capacidad Mezcladora (opcional)	11 p3	
19	N° revoluciones por minuto (opcional)	5-7 min/30	
20	Tiempo de mezclado por tanda	5-7 min	
21	¿Presenta exudación?	Sí	
22	Slump del concreto sin aditivo	17cm - 7"	
23	Slump del concreto con aditivo	29cm - 9"	Buena Trabajabilidad
24	Tipo de compactación	Vibrador	
25	Tiempo de Curado	7 días	
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo	21-28 días	
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?	Sí	
28	¿El aditivo fue fácil de usar?	Sí	
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?	Sí	

		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:	20/11/22	Forma de mezclado:	Mezcladora Trompo 11p3
Localización:	Au. San Martín #1138	En qué piso se vaciará:	2do Nivel
N° Vivienda:	02	Área techada:	100 m <sup>2</sup>
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	
2	Cantidad total de agregado fino	8 m <sup>3</sup>	
3	Cantidad total de agregado grueso	7 m <sup>3</sup>	
4	Cantidad bolsas de cemento a usar	120 bolsas	
5	Tipo de cemento/Marca	Pacasmayo Extra Forte	
6	Procedencia del agregado fino	Yanamongo - Llacarua	
7	Procedencia del agregado grueso	Yanamongo - Llacarua	
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado	0 Días	
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla	Pozo Subterráneo	
10	Aspecto físico del agregado fino	Húmedo	
11	Aspecto físico del agregado grueso	Normal	
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)	4 baldes	
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)	4 baldes	
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)	1 bolsa	
15	Cantidad de agua (por tanda)	1 balde 1/4 - 1/2	
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)	425 mg	
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)	1 balde	
18	Capacidad Mezcladora (opcional)	11 p3	
19	N° revoluciones por minuto (opcional)	30	
20	Tiempo de mezclado por tanda	5-7 min	
21	¿Presenta exudación?	Sí	
22	Slump del concreto sin aditivo	25 cm - 10"	
23	Slump del concreto con aditivo	22 cm - 8 3/4"	Buena Trabajabilidad
24	Tipo de compactación	Mano del con varilla	
25	Tiempo de Curado	7 días	
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo	28 días	
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?	Sí	
28	¿El aditivo fue fácil de usar?	Sí	
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?	Sí	De acuerdo a los resultados

		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:	21/11/22	Forma de mezclado:	Mezcladora Trompe 1/3 Hoja
Localización:	Influencia CB - La Paccha	En qué piso se vaciará:	2do Nivel
N° Vivienda:	03	Área techada:	90 m <sup>2</sup>
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	
2	Cantidad total de agregado fino	10 m <sup>3</sup>	
3	Cantidad total de agregado grueso	10 m <sup>3</sup>	
4	Cantidad bolsas de cemento a usar	83 bolsas	
5	Tipo de cemento/Marca	Pacasmayo Extra Fuerte	
6	Procedencia del agregado fino	Cerro - Gavilán	
7	Procedencia del agregado grueso	Río - Huayrapiraja - Ulasan	
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado	Día del Vaciado	
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla	Subterráneo	
10	Aspecto físico del agregado fino	Normal	
11	Aspecto físico del agregado grueso	Normal	
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)	4 balde	
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)	4 balde	
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)	1 bolsa	
15	Cantidad de agua (por tanda)	1 1/2 - 2 1/4 balde	
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)	425 mg	
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)	2 balde	
18	Capacidad Mezcladora (opcional)	11 p3	
19	N° revoluciones por minuto (opcional)	30	
20	Tiempo de mezclado por tanda	5-7 min	
21	¿Presenta exudación?	Si	
22	Slump del concreto sin aditivo	24cm - 9 1/2"	
23	Slump del concreto con aditivo	25cm - 9 1/2"	El operador agregó agua sin autorización
24	Tipo de compactación	Vibradora Manual	
25	Tiempo de Curado	4 días	
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo	21 días	
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?	Si	
28	¿El aditivo fue fácil de usar?	Si	
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?	Si	

		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:	02/12/22	Forma de mezclado:	Mezcladora Trampa
Localización:	Urb. San Luis Jr. Julio C. Tello	En qué piso se vaciará:	3er Nivel
N° Vivienda:	04	Área techada:	80 m <sup>2</sup>
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	
2	Cantidad total de agregado fino	15 m <sup>3</sup>	Herramienta
3	Cantidad total de agregado grueso	15 m <sup>3</sup>	Herramienta
4	Cantidad bolsas de cemento a usar	96 + 2	
5	Tipo de cemento/Marca	Mochica GU	
6	Procedencia del agregado fino	Cerro - Antes del Guello	
7	Procedencia del agregado grueso	Cerro - Antes del Guello	
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado	14 días	
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla	Subsuelo	
10	Aspecto físico del agregado fino	Normal - Seco	
11	Aspecto físico del agregado grueso	Seco	
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)	8 baldas 18L	Herramienta
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)	3 baldas 18L	Herramienta
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)	1 bolsa	
15	Cantidad de agua (por tanda)	2 baldas	
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)	425 mg	
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)	1 1/2 balde	
18	Capacidad Mezcladora (opcional)	1.1 m <sup>3</sup>	
19	N° revoluciones por minuto (opcional)		
20	Tiempo de mezclado por tanda	5-7 min	
21	¿Presenta exudación?	SÍ	
22	Slump del concreto sin aditivo	26 cm - 10.2"	
23	Slump del concreto con aditivo	21 cm - 8.3"	
24	Tipo de compactación	Mano - Varilla	
25	Tiempo de Curado	8 días	Arroces
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo	28 días	
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?	SÍ	
28	¿El aditivo fue fácil de usar?	SÍ	
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?	SÍ	Depende Razo fact.

		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:	10 / 12 / 2022	Forma de mezclado:	Trompa Mezcladora 11p <sup>3</sup>
Localización:	Av. San Martín # 690 - Av. Argentina	En qué piso se vaciará:	2º Nivel
Nº Vivienda:	05	Área techada:	129 m <sup>2</sup>
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	
2	Cantidad total de agregado fino	8 baldes	Hormigón
3	Cantidad total de agregado grueso	17 m <sup>3</sup>	
4	Cantidad bolsas de cemento a usar	120 bolsas	
5	Tipo de cemento/Marca	Pacasmayo Extra Fide	
6	Procedencia del agregado fino	Gould/Hormigón	Cerro
7	Procedencia del agregado grueso	Gould/Hormigón	Cerro
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado	1 día	
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla	Subsuelo	
10	Aspecto físico del agregado fino	Normal	
11	Aspecto físico del agregado grueso	Normal	
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)	8 baldes	Hormigón
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)		
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)	1 bolsa	
15	Cantidad de agua (por tanda)	2 baldes	
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)	425 mg	
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)	1 1/2 baldes	
18	Capacidad Mezcladora (opcional)	11 p <sup>3</sup>	
19	Nº revoluciones por minuto (opcional)		
20	Tiempo de mezclado por tanda	5-4 min	
21	¿Presenta exudación?	SÍ	
22	Slump del concreto sin aditivo	24 cm - 9.5"	
23	Slump del concreto con aditivo	21 cm - 8.3"	
24	Tipo de compactación	Vibradora	
25	Tiempo de Curado	10 días	Arroceras
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo	21 días	
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?	SÍ	
28	¿El aditivo fue fácil de usar?	SÍ	
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?	SÍ	

 Universidad Nacional de Cajamarca <small>UNCA</small>		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:	12/12/2022	Forma de mezclado:	Mezcladora Trompo 11p3
Localización:	Av. Agua Marina HSN Peral-Huacra	En qué piso se vaciará:	1º Nivel
Nº Vivienda:	06	Área techada:	180 m <sup>2</sup>
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	
2	Cantidad total de agregado fino	15 m <sup>3</sup>	
3	Cantidad total de agregado grueso	15 m <sup>3</sup>	
4	Cantidad bolsas de cemento a usar	200	
5	Tipo de cemento/Marca	Pacacuyo Extra Fuerte	
6	Procedencia del agregado fino	Cerro	Contena - Goullis
7	Procedencia del agregado grueso	PCO - (Cruceada 1/2")	Llacanora
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado	2 días	
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla	Subsuelo	
10	Aspecto físico del agregado fino	Normal	Humedad 16.00
11	Aspecto físico del agregado grueso	Normal	Humedad 11.00
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)	04 baldes	
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)	04 baldes	
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)	1 bolsa	
15	Cantidad de agua (por tanda)	2 balde	
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)	425 mg	
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)	1 1/2 balde	
18	Capacidad Mezcladora (opcional)	11 p3	
19	Nº revoluciones por minuto (opcional)	'	
20	Tiempo de mezclado por tanda	3-5 min	
21	¿Presenta exudación?	SI	
22	Slump del concreto sin aditivo	26 - 10.2"	
23	Slump del concreto con aditivo	23 - 9.1"	
24	Tipo de compactación	Manual - Verilla conya de	
25	Tiempo de Curado	05 días	Arrucara
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo	25-30 días	
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?	SI	
28	¿El aditivo fue fácil de usar?	SI	
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?	SI	

		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:	13/12/2022	Forma de mezclado:	Mezcladora - Trompo 11p <sup>3</sup>
Localización:	Piso. San Mateo H 130 (Av. Nueva España - N. La Paz)	En qué piso se vaciará:	1 <sup>er</sup> Nivel
N° Vivienda:	07	Área techada:	100 m <sup>2</sup> - 100
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	
2	Cantidad total de agregado fino	08 m <sup>3</sup>	+ 01 m <sup>3</sup> Homogéneo
3	Cantidad total de agregado grueso	05 m <sup>3</sup>	
4	Cantidad bolsas de cemento a usar	100 bolsas	
5	Tipo de cemento/Marca	Pacasmayo - Extra Forte	
6	Procedencia del agregado fino	Cerro Río y Cerro	Cantera Huayrapaso
7	Procedencia del agregado grueso	Río	Choncaño - Huayrapaso y Cantera Gavilón
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado	04 Horas	
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla	Río	
10	Aspecto físico del agregado fino	Húmedo	
11	Aspecto físico del agregado grueso	Húmedo	
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)	05 baldes (20L)	
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)	04 baldes (18L)	
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)	01 bolsa	
15	Cantidad de agua (por tanda)	02 baldes (18L)	
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)	425 mg	
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)	1 1/2 balde (18L)	
18	Capacidad Mezcladora (opcional)	11 p <sup>3</sup>	
19	N° revoluciones por minuto (opcional)		
20	Tiempo de mezclado por tanda	3 - 5 min	
21	¿Presenta exudación?	SÍ	
22	Slump del concreto sin aditivo	25 cm - 9.8"	
23	Slump del concreto con aditivo	23 cm - 9.1"	
24	Tipo de compactación	Manual	Verilla Corrujados
25	Tiempo de Curado	08 días	Arrocera
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo	23 días	
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?	SÍ	
28	¿El aditivo fue fácil de usar?	SÍ	
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?	SÍ	Dependiendo Resultados

		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:	19/12/22	Forma de mezclado:	Mezcladora - Trombo 11p <sup>3</sup>
Localización:	Av. Vía Eufonimio Sur H2640	En qué piso se vaciará:	1 <sup>er</sup> Nivel
N° Vivienda:	08	Área techada:	200 m <sup>2</sup>
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	
2	Cantidad total de agregado fino	18 m <sup>3</sup>	
3	Cantidad total de agregado grueso	17 m <sup>3</sup>	
4	Cantidad bolsas de cemento a usar	200	
5	Tipo de cemento/Marca	Pacosmoya Extra Fuerte	
6	Procedencia del agregado fino	Río	Huayrapungo
7	Procedencia del agregado grueso	Río - Churandi	Huayrapungo
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado	02 días	
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla	Subsuelo	
10	Aspecto físico del agregado fino	Húmedo	Lluvia
11	Aspecto físico del agregado grueso	Húmedo	Lluvia
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)	04 baldes	
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)	03 baldes	
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)	01 bolsa (42.5 kg)	
15	Cantidad de agua (por tanda)	01 1/2 balde (18L)	
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)	425g	
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)	01 1/8 balde	
18	Capacidad Mezcladora (opcional)	11p <sup>3</sup>	
19	N° revoluciones por minuto (opcional)		
20	Tiempo de mezclado por tanda	3 minutos	
21	¿Presenta exudación?	Sí	
22	Slump del concreto sin aditivo	26cm - 10.2"	
23	Slump del concreto con aditivo	26cm - 10.2"	
24	Tipo de compactación	Vibradora	
25	Tiempo de Curado	08 días	Arroca-g
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo	30 días	
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?	Sí	
28	¿El aditivo fue fácil de usar?	Sí	
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?	Sí	Depende Resultados

		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:	23/12/22	Forma de mezclado:	Mezcladora - Tronpa (P)
Localización:	Pje. Diego Ferro' #261	En qué piso se vaciará:	3er Nivel
N° Vivienda:	09	Área techada:	40 m <sup>2</sup>
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	
2	Cantidad total de agregado fino	10 m <sup>3</sup>	
3	Cantidad total de agregado grueso	10 m <sup>3</sup>	
4	Cantidad bolsas de cemento a usar	70 bolsas	
5	Tipo de cemento/Marca	Pacasmayo Extra Fuerte	
6	Procedencia del agregado fino	Cerro / Hormigón	1
7	Procedencia del agregado grueso	Cerro / Hormigón	
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado	6 Horas	
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla	Potable	
10	Aspecto físico del agregado fino	Normal	Lluvia
11	Aspecto físico del agregado grueso	Normal	Lluvia
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)	08 baldes (18L)	
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)	08 baldes (18L)	
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)	01 bolsa	
15	Cantidad de agua (por tanda)	02 baldes	
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)	425 g	
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)	1 1/2 balde	
18	Capacidad Mezcladora (opcional)	5 m <sup>3</sup>	
19	N° revoluciones por minuto (opcional)		
20	Tiempo de mezclado por tanda	3-4 min	
21	¿Presenta exudación?	Sí	
22	Slump del concreto sin aditivo	29 cm - 11.4"	
23	Slump del concreto con aditivo	25 cm - 9.8"	
24	Tipo de compactación	Manoal - Varilla Curvada Acero	
25	Tiempo de Curado	07 días	Atrocera
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo	20 días	
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?	Sí	
28	¿El aditivo fue fácil de usar?	Sí	
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?	Sí	Dependencia Realtek

		CHECK LIST - RECOLECCIÓN DATOS - AUTOCONSTRUCCIÓN	
Fecha de vaciado:	24/12/22	Forma de mezclado:	Mezcladora Trampa
Localización:	Av. Porú Cuadra 1	En qué piso se vaciará:	2do Nivel
N° Vivienda:	10	Área techada:	120 m <sup>2</sup>
Item	Características	Descripción	Observaciones
1	Resistencia Característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	
2	Cantidad total de agregado fino	20 m <sup>3</sup>	Hormigón
3	Cantidad total de agregado grueso	20 m <sup>3</sup>	Hormigón
4	Cantidad bolsas de cemento a usar	100	
5	Tipo de cemento/Marca	Muchica GU	
6	Procedencia del agregado fino	Cerro / Gaultán	Centro Juan Simón
7	Procedencia del agregado grueso	Cerro / Gaultán	Centro Juan Simón
8	Tiempo de almacenamiento de los materiales antes del vaciado	4 Horas	
9	Procedencia del agua a usar en la mezcla	Río	
10	Aspecto físico del agregado fino	Normal	
11	Aspecto físico del agregado grueso	Normal	
12	Cantidad total de agregado fino (por tanda)	08 baldes	
13	Cantidad total de agregado grueso (por tanda)		
14	Cantidad bolsas de cemento a usar (por tanda)	01	
15	Cantidad de agua (por tanda)	2 baldes	
16	Cantidad de aditivo Sikament 290N (por tanda)		
17	Cantidad de agua (por tanda - CON ADITIVO)	1 1/2 balde	
18	Capacidad Mezcladora (opcional)	11 p <sup>3</sup>	
19	N° revoluciones por minuto (opcional)		
20	Tiempo de mezclado por tanda	3 min	
21	¿Presenta exudación?	SÍ	
22	Slump del concreto sin aditivo	23cm - 9.1"	
23	Slump del concreto con aditivo	23cm - 9.1"	
24	Tipo de compactación	Manual - Varilla curvada 1/2"	
25	Tiempo de Curado	07 días	Arrocera
26	Tiempo de Desencofrado de la Losa de techo	28 días	
27	¿El aditivo mejoró la trabajabilidad del concreto?	SÍ	
28	¿El aditivo fue fácil de usar?	SÍ	
29	¿Volvería a trabajar con el aditivo?	SÍ	Depende de Resultados

## Apéndice H. Autorizaciones de los Propietarios de las Viviendas Muestreadas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería

Tesis: Variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

### AUTORIZACIÓN

Yo, H. Hual Angel Lederman Castillo  
identificado(a) con el DNI: 40750304. Por medio de la presente autorizo al tesista PERALTA QUIROZ, Hansel Leonardo identificando con el DNI: 71026170, realice el muestreo correspondiente para la elaboración de su tesis en la construcción de la vivienda ubicada en LA Pechha, de mi propiedad, situada en la ciudad de Cajamarca. Ello desde el 12 de noviembre del presente año hasta la culminación de su tesis.

DNI N°: 40750304

Cajamarca, 12 de noviembre de 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
Facultad de Ingeniería

Tesis: Variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

AUTORIZACIÓN

Yo, Anibal Edilberto Mejía Chatilán  
identificado(a) con el DNI: 26687559. Por medio de la presente autorizo al tesista PERALTA QUIROZ, Hansel Leonardo identificando con el DNI: 71026170, realice el muestreo correspondiente para la elaboración de su tesis en la construcción de la vivienda ubicada en Av. San Martín # 1138, de mi propiedad, situada en la ciudad de Cajamarca. Ello desde el 08 de noviembre del presente año hasta la culminación de su tesis.

DNI N°: 26687559

Cajamarca, 08 de noviembre de 2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA****Facultad de Ingeniería**

Tesis: Variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

**AUTORIZACIÓN**

Yo, BERNARDO OBAYAS GUAYAN  
identificado(a) con el DNI: 26603708. Por medio de la presente autorizo al tesista PERALTA QUIROZ, Hansel Leonardo identificando con el DNI: 71026170, realice el muestreo correspondiente para la elaboración de su tesis en la construcción de la vivienda ubicada en JR. HUACARIZ, CALA. 2 5/N, de mi propiedad, situada en la ciudad de Cajamarca. Ello desde el 05 de noviembre del presente año hasta la culminación de su tesis.

DNI N°: 26603708Cajamarca, 05 de noviembre de 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
Facultad de Ingeniería

Tesis: Variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

AUTORIZACIÓN

Yo, Sandra Yulisa Chavez Bazán  
identificado(a) con el DNI: 4015 2015. Por medio de la presente autorizo al tesista PERALTA QUIROZ, Hansel Leonardo identificando con el DNI: 71026170, realice el muestreo correspondiente para la elaboración de su tesis en la construcción de la vivienda ubicada en Urb. San Luis Jr. Julio C. Tello de mi propiedad, situada en la ciudad de Cajamarca. Ello desde el 21 de noviembre del presente año hasta la culminación de su tesis.

\_\_\_\_\_  
DNI N°: 4015 2015

Cajamarca, 21 de noviembre de 2022



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería

Tesis: Variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

AUTORIZACIÓN

Yo, Alex Chuquipoma Ramirez  
identificado(a) con el DNI: 43083328. Por medio de la presente autorizo al tesista PERALTA QUIROZ, Hansel Leonardo identificando con el DNI: 71026170, realice el muestreo correspondiente para la elaboración de su tesis en la construcción de la vivienda ubicada en Av San Martín #640 (Intersección Jr. Argentina) de mi propiedad, situada en la ciudad de Cajamarca. Ello desde el 20 de noviembre del presente año hasta la culminación de su tesis.

DNI N°: 43083328

Cajamarca, 20 de noviembre de 2022



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería

Tesis: Variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

AUTORIZACIÓN

Yo, Custodio Rogelio Cabrem Costañeda  
identificado(a) con el DNI: 28062637. Por medio de la presente autorizo al tesista PERALTA QUIROZ, Hansel Leonardo identificando con el DNI: 71026170, realice el muestreo correspondiente para la elaboración de su tesis en la construcción de la vivienda ubicada en Av. Agua Marina #SN de mi propiedad, situada en la ciudad de Cajamarca. Ello desde el 27 de noviembre del presente año hasta la culminación de su tesis.

DNI N°: 28062637

Cajamarca, 27 de noviembre de 2022



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería

Tesis: Variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

AUTORIZACIÓN

Yo, Anibal Mejía Vásquez  
identificado(a) con el DNI: 77566067, Por medio de la presente autorizo al tesista PERALTA QUIROZ, Hansel Leonardo identificando con el DNI: 71025170, realice el muestreo correspondiente para la elaboración de su tesis en la construcción de la vivienda ubicada en pasaje Samalco 179 de mi propiedad, situada en la ciudad de Cajamarca. Ello desde el 29 de noviembre del presente año hasta la culminación de su tesis.

DNI N°: 77566067Cajamarca, 29 de noviembre de 2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA****Facultad de Ingeniería**

Tesis: Variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Katherin Estepanía Mejía Díaz  
identificado(a) con el DNI: 47657168. Por medio de la presente autorizo al tesista PERALTA QUIROZ, Hansel Leonardo identificando con el DNI: 71026170, realice el muestreo correspondiente para la elaboración de su tesis en la construcción de la vivienda ubicada en Psje. Diego Ferre 261, de mi propiedad, situada en la ciudad de Cajamarca. Ello desde el 18 de noviembre del presente año hasta la culminación de su tesis.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'K. Mejía', written over a horizontal line.

DNI N°: 47657168

Cajamarca, 18 de noviembre de 2022



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**Facultad de Ingeniería**

Tesis: Variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Luciano Villarvea Vargas  
identificado(a) con el DNI: \_\_\_\_\_. Por medio de la presente autorizo al tesista PERALTA QUIROZ, Hansel Leonardo identificando con el DNI: 71026170, realice el muestreo correspondiente para la elaboración de su tesis en la construcción de la vivienda ubicada en Av. Vía de Evitansillo Sur #2640, de mi propiedad, situada en la ciudad de Cajamarca. Ello desde el 30 de noviembre del presente año hasta la culminación de su tesis.

\_\_\_\_\_  
DNI N°:

Cajamarca, 30 de noviembre de 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
Facultad de Ingeniería

Tesis: Variación de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto elaborado en los vaciados de techo de autoconstrucción de viviendas en Cajamarca al incorporar aditivo superplastificante al 1% reduciendo el agua de mezcla.

AUTORIZACIÓN

Yo, Jose Calisto Portal Garcia  
identificado(a) con el DNI: 43840724. Por medio de la presente autorizo al tesista PERALTA QUIROZ, Hansel Leonardo identificando con el DNI: 71026170, realice el muestreo correspondiente para la elaboración de su tesis en la construcción de la vivienda ubicada en Av Peru Cuadra 7  
de mi propiedad, situada en la ciudad de Cajamarca. Ello desde el 11 de noviembre del presente año hasta la culminación de su tesis.

DNI N°: 43840724

Cajamarca, 11 de noviembre de 2022

## Apéndice H. Panel Fotográfico de las viviendas muestreadas

### Figura H1

*Fotografía: Vivienda N° 01 ubicada en Camino Real S/N, Sector La Paccha*



### Figura H2

*Fotografía: Vivienda N° 02 ubicada en Av. San Martín #1138, Sector San Martín.*



**Figura H3**

*Fotografía: Vivienda N° 03 ubicada en Jr. Huacariz S/N Cdra. 2, Sector La Paccha*

**Figura H4**

*Fotografía: Vivienda N° 04 ubicada en Jr. Julio C. Tello #226, Sector San Antonio*



**Figura H5**

*Fotografía: Vivienda N° 05 ubicada en Av. San Martín #390, Sector San Martín*

**Figura H6**

*Fotografía: Vivienda N° 06 ubicada en Av. Agua Marina S/N, Sector Huacariz*



**Figura H7**

*Fotografía: Vivienda N° 07 ubicada en Psje. San Mateo #130, Sector Mollepampa*

**Figura H8**

*Fotografía: Vivienda N° 08 ubicada en Av. Via de Evitamiento Sur #2640, Sector Mollepampa*



**Figura H9**

*Fotografía: Vivienda N° 09 ubicada en Psje. Diego Ferré #261, Sector San Martín*

**Figura H10**

*Fotografía: Vivienda N° 10 ubicada en Av. Perú S/N Cdra. 1, Sector Urubamba*



## Apéndice I. Panel Fotográfico de los Asentamientos o Slump

**Figura I1**

*Fotografías: Vivienda N° 01, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo*



**Figura I2**

*Fotografías: Vivienda N° 02, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo*



**Figura I3**

*Fotografías: Vivienda N° 03, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo*

**Figura I4**

*Fotografías: Vivienda N° 04, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo*



**Figura I5**

*Fotografías: Vivienda N° 05, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo*

**Figura I6**

*Fotografías: Vivienda N° 06, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo*



**Figura I7**

*Fotografías: Vivienda N° 07, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo*

**Figura I8**

*Fotografías: Vivienda N° 08, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo*



**Figura I9**

*Fotografías: Vivienda N° 09, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo*

**Figura I10**

*Fotografías: Vivienda N° 10, Slump sin Aditivo vs Slump con Aditivo*



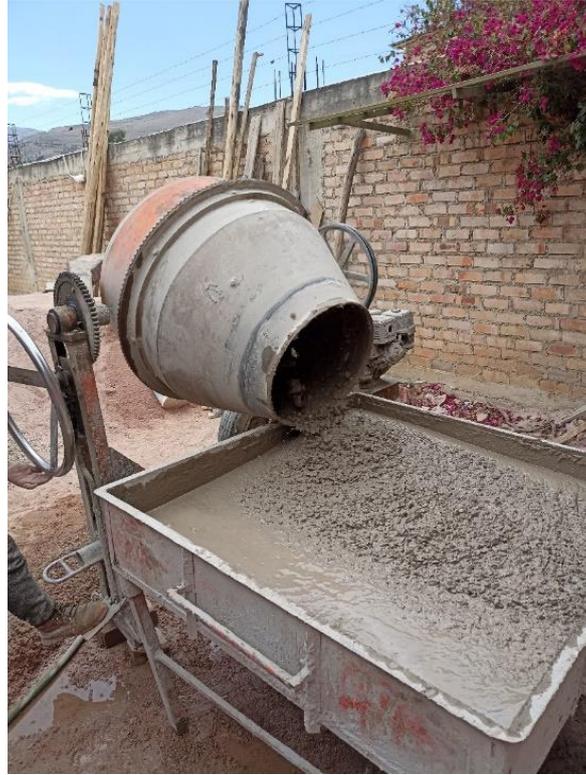
**Apéndice J. Panel Fotográfico de la etapa de trabajo en campo****Figura J1**

*Fotografía: Instrumentos y herramientas para los trabajos de campo en pie de obra*



**Figura J2**

*Fotografía: Mezcladora y preparación del concreto a pie de obra*

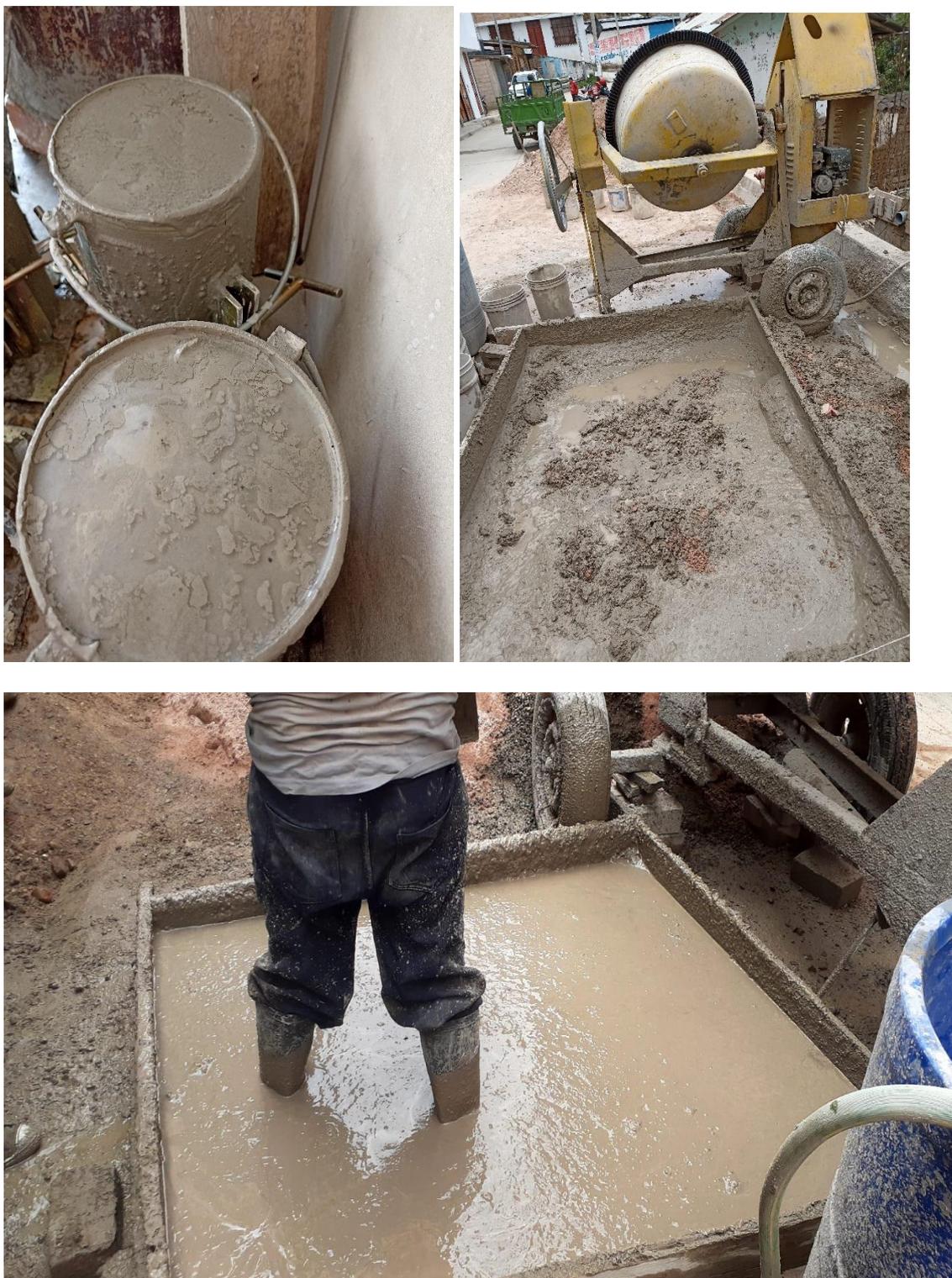
**Figura J3**

*Fotografías: Realización de la Prueba de Cono de Abrams*



**Figura J4**

*Fotografías. Presencia de exudación y segregación en el concreto por el excesivo uso de agua*



**Figura J5**

*Fotografías: Elaboración de las 6 muestras de concreto patrón, y 6 muestras de concreto con aditivo superplastificante incorporado*



**Figura J6**

*Fotografía: Elaboración de las muestras de concreto en las construcciones con la supervisión del asesor de tesis Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno*

**Figura J7**

*Fotografía: Dosificación del aditivo superplastificante Sikament 290N*



**Figura J8**

*Fotografías: Aplicación del aditivo superplastificante al concreto en la mezcladora*

**Figura J9**

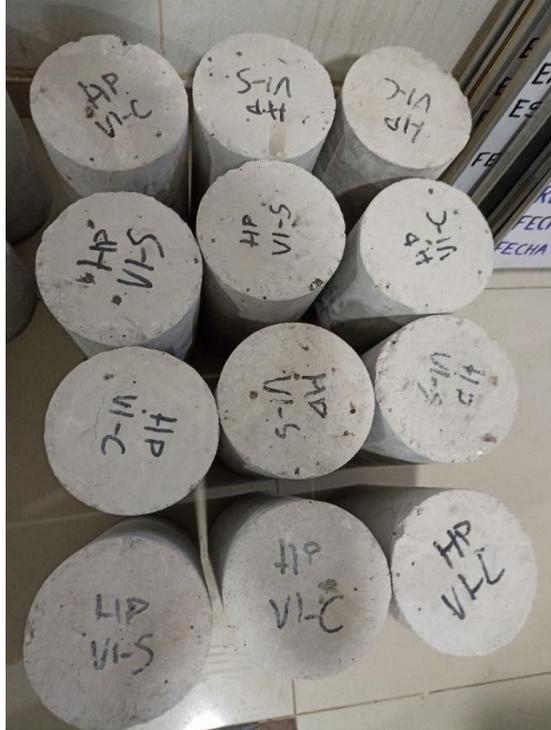
*Fotografías: Cementos empleados en las obras: Pacasmayo Extraforte ICo y Mochica GU*



## Apéndice K. Panel Fotográfico de la Etapa de Trabajo en Laboratorio

**Figura K1**

*Fotografía: Codificado de los especímenes de concreto*



**Figura K2**

*Fotografía: Curado de los especímenes de concreto*



**Figura K3**

*Fotografía: Almacenamiento de los 120 especímenes de concreto muestreados en obra con la codificación correspondiente*

**Figura K4**

*Fotografía: Toma de medidas y peso de los especímenes de concreto para la prueba de resistencia a compresión a los 28 días*



**Figura K5**

Fotografía: Ensayo a compresión de los especímenes de concreto muestreados con la supervisión del asesor de tesis Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno



**Figura K6**

Fotografía: Instrumento de recolección de datos: Hoja Técnica de Laboratorio de Guersan S.A. para el ensayo a resistencia a compresión de concreto y procesamiento de datos en Excel

ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO (A.S.T.M. E 39 - N.T.P. 339.034)												
DATOS GENERALES												
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. GRUESO:		Angular, Hormigón/Cerro, Canter: El Gavilán										
FORMA/PROCEDENCIA DEL A. FINO:		Hormigón/Cerro, Canter: El Gavilán										
CEMENTO:		Pacasmayo Extraforte - Portland Tipo Ico										
DOSIFICACIÓN:		1:8/2.5										
ASENTAMIENTO SIN ADITIVO:		17 cm - 6.7"		CON ADITIVO:		24 cm - 9.5"		w				
VIVIENDA N°:		01										
UBICACIÓN:		Camino Real S/N, La Paccha - Cajamarca										
HORA DEL MUESTREO:		12:53										
FECHA DE MUESTREO:		19/11/2022										
FECHA DE ENSAYO:		17/12/2022										
N°	F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	CODIFICACIÓN	N°DÍAS	Diámetro (cm)				Peso (gr)	Altura (cm)	Carga de Rotura (KN)	Tipo de Fractura	
				1	2	3	4					
1	210	V1-S (M-1)	28	15.18	15.18	15.05	15.22	11767	30.05	224.26	5	222.26
2	210	V1-S (M-2)	28	15.23	15.15	15.23	15.29	11877	30.36	272.68	5	240.54
3	210	V1-S (M-3)	28	15.17	15.16	15.24	15.22	11790	30.28	222.04	6	209.02
4	210	V1-S (M-4)	28	15.22	15.21	15.26	15.25	11905	30.21	249.11	5	249.11
5	210	V1-S (M-5)	28	15.22	15.16	15.16	15.18	11782	30.29	270.15	5	234.68
6	210	V1-S (M-6)	28	15.17	15.22	15.22	15.19	11828	30.31	251.45	5	251.45
7	210	V1-C (M-7)	28	15.18	15.15	15.22	15.36	11680	30.21	236.03	5	281.15
8	210	V1-C (M-8)	28	15.22	15.11	15.25	15.13	11789	30.21	269.47	5	269.60
9	210	V1-C (M-9)	28	15.27	15.17	15.35	15.23	11846	30.14	274.65	5	274.70
10	210	V1-C (M-10)	28	15.13	15.01	15.26	15.23	11493	30.02	240.47	3	276.68
11	210	V1-C (M-11)	28	15.03	15.11	15.16	15.16	11488	30.18	255.17	3	255.17
12	210	V1-C (M-12)	28	15.05	15.26	15.22	15.35	11889	30.31	300.46	5	301.40
Área Pro Carga										Promedio Sin Aditivo		

Figura K7

Fotografías: Ensayos a compresión en el laboratorio GUERSAN SRL

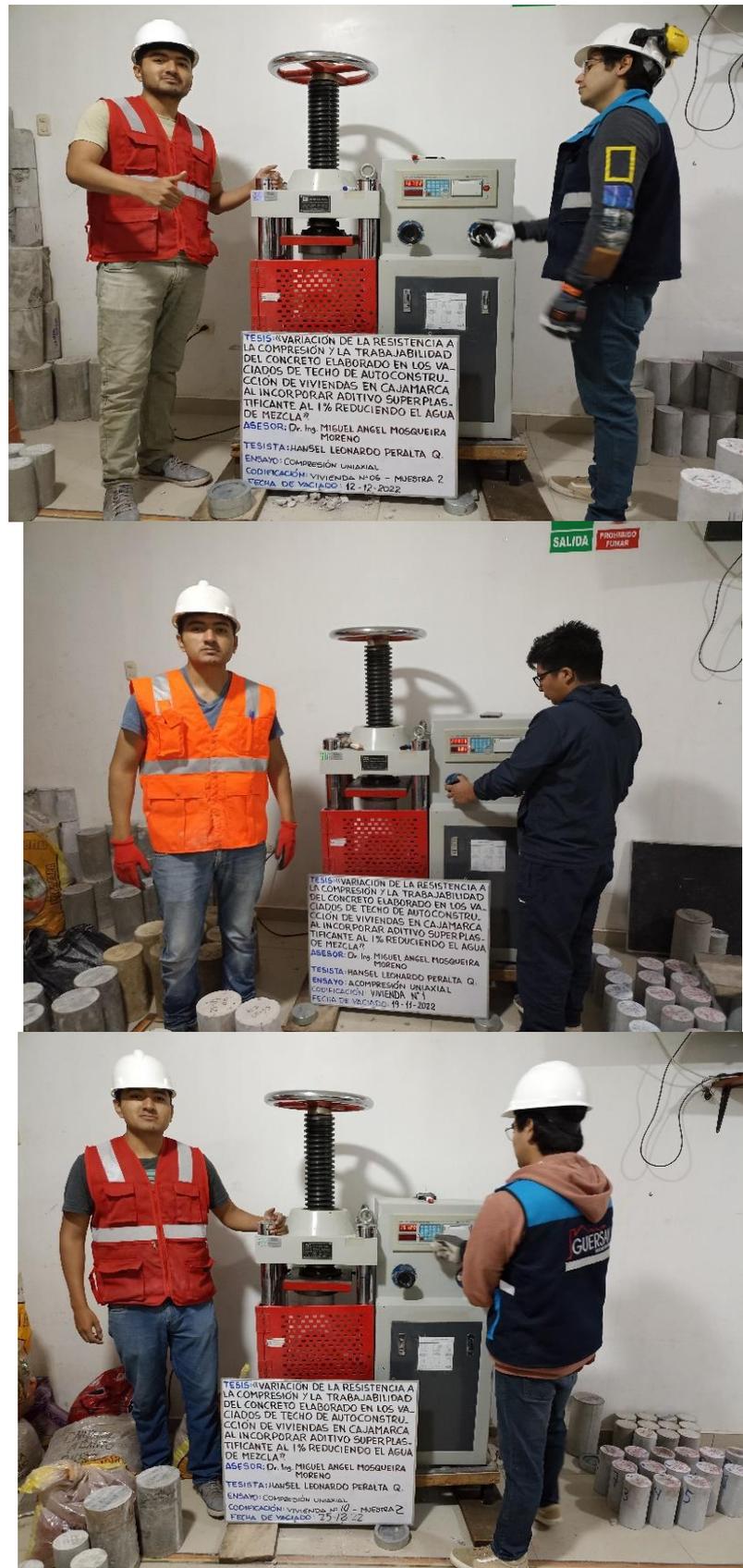


Figura K8

Fotografías: Valores de carga de rotura registrados en la investigación



**Figura K9**

*Fotografías: Tipos de Falla en la prueba de Resistencia a Compresión del concreto más comunes*



**Figura K10**

*Fotografías: Agregado Fino, Agregado Grueso y Hormigón en pie de obra*

**Figura K11**

*Fotografías: Ensayos de laboratorio para los agregados*



## Apéndice L. Hoja Técnica del Aditivo Superplastificante Sikament 290N

CONSTRUYENDO CONFIANZA



### HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# Sikament®-290 N

## ADITIVO POLIFUNCIONAL E IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament®-290N es un aditivo polifuncional (plastificante o superplastificante) e impermeabilizante. Sikament®-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

### USOS

Sikament®-290N está particularmente indicado para:

- Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretas con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.
- En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.
- Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.
- Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras.
- Reductor de agua.

### CERTIFICADOS / NORMAS

Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispenser x 1000 L</li> <li>• Cilindro x 200 L</li> <li>• Balde x 20 L</li> <li>• PET x 4 L</li> </ul>
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido pardo oscuro
<b>Vida Útil</b>	1 año
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe de ser almacenado en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
<b>Densidad</b>	1.20 +/- 0.02

### INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Hoja De Datos Del Producto  
Sikament®-290 N  
Julio 2020, Versión 03.02  
021302011000000115

**Dosificación Recomendada**

- Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.
- Como superplastificante: del 0,7 % - 1,2 % del peso del cemento.

**INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN****Como Plastificante Impermeabilizante**

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

**Como Superplastificante Impermeabilizante**

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m<sup>3</sup> de carga de la amasadora o camión concretero.

**NOTAS**

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

**RESTRICCIONES LOCALES**

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

**ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD**

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

**NOTAS LEGALES**

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

