

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

TESIS:

“INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330, EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'_{C}= 350 \text{ KG/CM}^2$, A EDADES TEMPRANAS - CAJAMARCA 2018”

Para Optar el Grado Académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

Bachiller: VÍCTOR ELEODORO CABANILLAS BAZÁN.

Asesor:

M.Cs. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO.

Cajamarca – Perú.

2019.

COPYRIGHT © 2019 by
VÍCTOR ELEODORO CABANILLAS BAZÁN
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

TESIS APROBADA:

“INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330, EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'_{C}= 350 \text{ KG/CM}^2$, A EDADES TEMPRANAS - CAJAMARCA 2018”

Para Optar el Grado Académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

Bachiller: VÍCTOR ELEODORO CABANILLAS BAZÁN.

JURADO EVALUADOR

M.Cs. José Luis Marchena Araujo
Asesor

Dr. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez
Jurado Evaluador

M.Cs. Marco Antonio Silva Silva
Jurado Evaluador

M.Cs. María Salomé De La Torre Ramírez
Jurado Evaluador

CAJAMARCA – PERÚ.

2019



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 4.00 P.M. horas, del día 19 de diciembre de dos mil diecinueve, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ, M.Cs. MARCO ANTONIO SILVA SILVA, M.Cs. MARÍA SALOMÉ DE LA TORRE RAMÍREZ,** y en calidad de Asesor el **M.Cs. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO** Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA VISCOCRETE – 3330, EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F' c= 350 Kg/cm², a EDADES TEMPRANAS – CAJAMARCA 2018”**, presentada por el **Bach. en Ingeniería Civil VÍCTOR ELEODORO CABANILLAS BAZÁN**

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó...A. PROBAR...con la calificación de Dieciséis (16)...BUENO.....la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bach. en Ingeniería Civil VÍCTOR ELEODORO CABANILLAS BAZÁN**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

Siendo las 5:30 P.M. horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
M.Cs. José Luis Marchena Araujo
Asesor

.....
Dr. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez
Jurado Evaluador

.....
M.Cs. Marco Antonio Silva Silva
Jurado Evaluador

.....
M.Cs. María Salomé De La Torre Ramírez
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de Investigación: A mis queridos padres; **Eleodoro e Isabel**, porque gracias a su apoyo permanente y constante me ha permitido lograr los objetivos trazados en mi vida, tanto en el ámbito personal y Profesional.

A mis hermanos y familiares quienes siempre me demostraron su apoyo en el sendero del desarrollo Tecnológico y Científico.

A mi amada esposa **Maruja**, por su comprensión, paciencia y amor que me brinda cada día y a mis dos apreciados hijos; **Yadira y Lizandro**, quienes me inspiran y me dan toda la fortaleza para ser mejor padre y Profesional.

Víctor Eleodoro Cabanillas Bazán.

AGRADECIMIENTO

A mi amigo y Maestro M.Cs. Ing. José Luis Marchena Araujo, por su apoyo profesional en el asesoramiento para la elaboración de este trabajo de investigación.

A mi alma mater Universidad Nacional de Cajamarca, donde recibí una formación de basada en el conocimiento y ética, también en la formación personal con valores y respeto a toda la humanidad.

A mis padres y familia quienes constantemente me apoyaron de diferentes maneras inspirándome para el desarrollo del presente trabajo.

A mis amigos que con sus aportes humanos y científicos contribuyeron al desarrollo de esta Tesis.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

| | |
|---|----------|
| DEDICATORIA..... | V |
| AGRADECIMIENTO..... | VI |
| ÍNDICE GENERAL | VII |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | IX |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | XI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | XIII |
| RESUMEN..... | XV |
| ABSTRACT..... | XVI |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA | 3 |
| 1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 4 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN O MARCO REFERENCIAL | 5 |
| 2.1.1. Antecedentes Internacionales..... | 5 |
| 2.1.2. Antecedentes Nacionales..... | 6 |
| 2.1.3. Antecedentes Locales..... | 7 |
| 2.2. MARCO CONCEPTUAL..... | 8 |
| 2.2.1. Concreto..... | 8 |
| 2.2.2. Fabricación del concreto..... | 9 |
| 2.2.3. Componentes del concreto..... | 9 |
| 2.2.4. Características del cemento portland tipo I..... | 10 |
| 2.2.5. Fraguado y endurecimiento del cemento..... | 10 |
| 2.2.6. El cemento..... | 11 |
| 2.2.7. Requisitos de calidad del cemento..... | 11 |
| 2.2.8. Agregados..... | 12 |
| 2.2.9. Granulometría de los agregados fino, grueso y global..... | 18 |
| 2.2.10. Agua para mezclas de concreto..... | 21 |
| 2.2.11. Resistencia a compresión del concreto..... | 23 |
| 2.2.12. Los aditivos..... | 23 |
| 2.2.13. Propiedades de los aditivos súperplastificantes o reductores de agua de alto..... | |
| rango | 24 |
| 2.2.14. Evolución de aditivos súperplastificantes según su composición | 27 |
| 2.2.15. Diseño de mezclas..... | 27 |
| 2.2.16. Estimación del contenido de agregados grueso y fino..... | 35 |
| 2.2.17. Concreto en estado fresco..... | 37 |
| 2.2.18. Concreto en estado endurecido..... | 39 |

| | |
|---|------------|
| 2.3. Tratamiento estadístico de la información..... | 42 |
| 2.4. Definición de términos básicos..... | 45 |
| CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES..... | 48 |
| 3.1. Hipótesis..... | 48 |
| 3.2. Variables /Categorías..... | 48 |
| 3.3. Operacionalización/Categorización de las componentes de la hipótesis | 49 |
| CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO..... | 50 |
| 4.1. Ubicación Geográfica..... | 50 |
| 4.2. Diseño de la investigación | 50 |
| 4.3. Método de investigación..... | 51 |
| 4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación | 51 |
| 4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información..... | 52 |
| 4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información | 52 |
| 4.7. Componentes , equipos, materiales y herramientas utilizadas..... | 52 |
| 4.8. Matriz de consistencia metodológica..... | 53 |
| 4.9. Obtención de datos de la investigación..... | 54 |
| CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 61 |
| 5.1. Presentación de los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/ cm}^2$, del grupo de control (GC) y de los grupos experimentales (GE)..... | 61 |
| 5.2. Tratamiento Estadístico de la información..... | 61 |
| 5.3. Resultados de la resistencia del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, del grupo de control sin aditivo (GC) y del grupo experimental con aditivo del: 1%,1.5%,1.8% y 2% (GE)..... | 62 |
| 5.4. Resultados Estadísticos de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes sin aditivo y con aditivo..... | 75 |
| 5.5. Análisis del gráfico de los resultados Estadísticos | 76 |
| 5.6. Contrastación de la hipótesis | 83 |
| 5.7. Comparaciones por parejas de los especímenes sin aditivo con los especímenes con aditivo al 1%, 1.5%, 1.8% y 2% a edades tempranas de: 3, 4, 5, 7, 14 y 28 días..... | 86 |
| 5.8. Prueba de Tukey..... | 87 |
| 5.9. Análisis del tipo de falla de la rotura de los especímenes a la compresión..... | 88 |
| CONCLUSIONES | 89 |
| RECOMENDACIONES | 91 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 92 |
| APÉNDICES..... | 96 |
| A. Propiedades físico mecánicas de los agregados..... | 96 |
| B. Diseño de mezclas de los grupos de control y experimentales..... | 105 |
| C. Datos de ensayo de resistencia a compresión de los especímenes de los grupos de control y experimentales..... | 122 |
| D. Panel fotográfico..... | 135 |
| ANEXOS..... | 150 |
| A. Constancia de realización de ensayo en el laboratorio..... | 150 |
| B. Hojas técnicas..... | 151 |
| C. Plano de ubicación de la cantera | 155 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla N° 1: Requisitos físicos del cemento..... | 11 |
| Tabla N° 2: Requisitos granulométricos del agregado fino..... | 18 |
| Tabla N° 3: Requisitos granulométricos del agregado grueso..... | 19 |
| Tabla N° 4: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado..... | 22 |
| Tabla N° 5: Grado de control de resistencia..... | 28 |
| Tabla N°6: Consistencia y asentamiento..... | 28 |
| Tabla N° 7: Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción..... | 29 |
| Tabla N° 8: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaño máximo de agregados..... | 30 |
| Tabla N° 9: Volumen unitario de agua de mezclado para asentamientos y tamaño máximo normal..... | 31 |
| Tabla N° 10: Determinación de aire atrapado según el tamaño máximo nominal..... | 31 |
| Tabla N° 11: Relación agua/cemento por resistencia a la compresión del concreto..... | 33 |
| Tabla N° 12: Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto..... | 33 |
| Tabla N° 13: Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto..... | 34 |
| Tabla N° 14: Módulo de fineza de la combinación de agregados..... | 36 |
| Tabla N° 15: Determinación del tamaño de la muestra de investigación..... | 52 |
| Tabla N° 16: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo, a los 3 días, grupo de control GC1..... | 62 |
| Tabla N° 17: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo, a los 5 días, grupo de control GC2..... | 62 |
| Tabla N° 18: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo, a los 7 días, grupo de control GC3..... | 63 |
| Tabla N° 19.- Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo, a los 14 días, grupo de control GC4..... | 63 |
| Tabla N° 20: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo, a los 28 días, grupo de control GC5..... | 64 |

| | |
|---|----|
| Tabla N° 21: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1%, a los 3 días, grupo experimental GE1..... | 64 |
| Tabla N° 22: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1%, a los 5 días, grupo experimental GE2..... | 65 |
| Tabla N° 23: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1%, a los 7 días, grupo experimental GE3..... | 65 |
| Tabla N° 24: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1%, a los 14 días, grupo experimental GE4..... | 66 |
| Tabla N° 25: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1%, a los 28 días, grupo experimental GE5..... | 66 |
| Tabla N° 26.- Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.5%, a los 3 días, grupo experimental GE6..... | 67 |
| Tabla N° 27: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.5%, a los 5 días, grupo experimental GE7..... | 67 |
| Tabla N° 28: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con Aditivo del 1.5%, a los 7 días, grupo experimental GE8..... | 68 |
| Tabla N° 29: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.5%, a los 14 días, grupo experimental GE9..... | 68 |
| Tabla N° 30.- Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.5%, a los 28 días, grupo experimental GE10..... | 69 |
| Tabla N° 31: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.8%, a los 3 días, grupo experimental GE11..... | 69 |
| Tabla N° 32: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.8%, a los 5 días, grupo experimental GE12..... | 70 |
| Tabla N° 33: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.8%, a los 7 días, grupo experimental GE13..... | 70 |
| Tabla N° 34: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.8%, a los 14 días, grupo experimental GE14..... | 71 |
| Tabla N° 35: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.8%, a los 28 días, grupo experimental GE15..... | 71 |
| Tabla N° 36: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 2%, a los 3 días, grupo experimental GE16..... | 72 |

| | |
|--|----|
| Tabla N° 37: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 2%, a los 5 días, grupo experimental GE17..... | 72 |
| Tabla N° 38: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 2%, a los 7 días, grupo experimental GE18..... | 73 |
| Tabla N° 39: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 2%, a los 14 días, grupo experimental GE19..... | 73 |
| Tabla N° 40: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 2%, a los 28 días, grupo experimental GE20..... | 74 |
| Tabla N° 41: Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo a las edades: 3, 5, 7,14 y 28 días..... | 75 |
| Tabla N° 42: Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1%,1.5%,1.8% y 2% a las edades: 3, 5, 7,14 y 28 días..... | 75 |
| Tabla N° 43: Resistencia a la compresión promedio del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, de especímenes grupo de control y experimental a edades: 3, 5, 7,14 y 28 días..... | 77 |
| Tabla N° 44: Análisis de varianza para la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo y con aditivo del 1%,1.5%,1.8% y 2%..... | 83 |
| Tabla N° 45: Comparaciones por pareja para la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo y con aditivo del 1%,1.5%,1.8% y 2%..... | 84 |
| Tabla N° 46: Comparaciones por pareja para la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo y con aditivo para los: 3, 5, 7,14 y a 28 días | 85 |
| Tabla N° 47: Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes sin aditivo y con aditivo del 1%,1.5%,1.8% y 2%..... | 87 |
| Tabla N° 48: Peso específico y absorción agregados: ASTM C-127 (NTP 400.022-021)..... | 96 |
| Tabla N° 49: Peso Unitario de los agregados fino y grueso según: ASTM C-29 (NTP 400.022-021)..... | 97 |
| Tabla N° 50: Contenido de humedad de los agregados fino y grueso según: ASTM C-70 (NTP 399.185-020)..... | 98 |
| Tabla N° 51: Análisis granulométrico de los agregados fino y grueso según: ASTM C-136 (NTP 400.012)..... | 99 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|-----|
| Cuadro N° 1.- Operacionalización /Categorización de los componentes de la hipótesis | 49 |
| Cuadro N° 2.- Matriz de consistencia metodológica..... | 53 |
| Cuadro N° 3.- Diseño de mezcla grupo de control (GC) | 105 |
| Cuadro N° 4.- Diseño de mezcla grupo experimental con aditivo al 1%..... | 108 |
| Cuadro N° 5.- Diseño de mezcla grupo experimental con aditivo al 1.5%..... | 111 |
| Cuadro N° 6.- Diseño de mezcla grupo experimental con aditivo al 1.8%..... | 114 |
| Cuadro N° 7.- Diseño de mezcla grupo experimental con aditivo al 2%..... | 117 |
| Cuadro N° 8.- Cálculo de la resistencia promedio ó resistencia media requerida..... | 120 |

ÍNDICE DE FIGURAS.

| | |
|--|-----|
| Fig. N° 1: Proporciones en volumen absoluto de los componentes del concreto..... | 9 |
| Fig. N° 2: Dist. de volúmenes de sólidos, poros y vacíos agregado secado en horno..... | 15 |
| Fig. N° 3: Formación de un flóculo de cemento..... | 25 |
| Fig. N° 4: Molécula de aditivo reductor de agua, repulsión entre moléculas de cemento..... | 26 |
| Fig. N° 5: Molécula de aditivo reductor de agua de alto rango cemento..... | 26 |
| Fig. N° 6: Curva esfuerzo – deformación para el hormigón..... | 40 |
| Fig. N° 7: Esquema de diseño experimental posprueba únicamente y grupo de control..... | 50 |
| Fig. N° 8: Relación de maquinaria simple, equipos e instrumentos usados en el laboratorio para la presente investigación..... | 55 |
| Fig. N° 9: Control de asentamiento (Slump)..... | 56 |
| Fig. N° 10: Llenado de moldes para la elaboración de los especímenes de concreto..... | 57 |
| Fig. N° 11: Curado de los especímenes de concreto..... | 58 |
| Fig. N° 12: Máquina axial de ensayo de resistencia a la compresión | 58 |
| Fig. N° 13: Equipos de medición utilizados en laboratorio..... | 59 |
| Fig. N° 14: Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, espec. sin aditivo y con aditivo del 1%,1.5%,1.8% y 2% a las edades de: 3, 5, 7,14 y 28 días..... | 76 |
| Fig. N° 15: Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, espec. sin aditivo y con aditivo del 1%,1.5%,1.8% y 2% a la edad de: 3 días..... | 78 |
| Fig. N° 16: Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, espec. sin aditivo y con aditivo del 1%,1.5%,1.8% y 2% a la edad de: 5 días | 79 |
| Fig. N° 17: Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, espec. sin aditivo y con aditivo del 1%,1.5%,1.8% y 2% a las edad de: 7 días..... | 80 |
| Fig. N° 18: Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, espec. sin aditivo y con aditivo del 1%,1.5%,1.8% y 2% a las edad de: 14 días..... | 81 |
| Fig. N° 19.- Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, espec. sin aditivo y con aditivo del 1%,1.5%,1.8% y 2% a las edad de: 28 días | 82 |
| Fig. N° 20: Tipos de fallas de las probetas cilíndricas ensayadas a la compresión..... | 88 |
| Fig. N° 21: Curva granulométrica del agregado fino de la cantera..... | 102 |
| Fig. N° 22: Curva granulométrica del agregado grueso de la cantera..... | 104 |

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

UNC: Universidad Nacional de Cajamarca.

RNE: Reglamento nacional de edificaciones.

a/c : Relación de cantidad de agua y cantidad de cemento de una mezcla de concreto.

ACI : En inglés American Concrete Institute, Instituto Americano del Concreto.

ASTM: En inglés American Section of the International Association for Testing Materials.

F'c: Resistencia a compresión del concreto especificada.

Kg/cm²: Kilogramo por centímetro cuadrado.

Kg: Kilogramo.

L: Litro.

Mf: Módulo de finura

NTP: Norma Técnica Peruana.

P.e: Peso específico.

TMN: Tamaño máximo nominal.

P.U: Peso unitario.

RESUMEN

El propósito del presente trabajo investigación fue determinar la influencia del aditivo sika viscocrete -3330, en la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, a edades tempranas de 3, 5, 7, 14 y 28 días; para esto se tuvo dos grupos de muestras uno de control y el otro experimental. Se determinó las propiedades físicas mecánicas de los agregados de la cantera la "Victoria" (río Cajamarquino), luego se realizó el diseño de mezclas, para la resistencia a la compresión de $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, a los 28 días, usando el método del módulo de finura de la combinación de agregados, considerando dos condiciones. Concreto sin aditivo como grupo de control y concreto con aditivo como grupo experimental, se utilizó aditivo superplastificante de tercera generación sika viscocrete – 3330. La máxima resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes del grupo de control sin aditivo a los 28 días fue de $f'c= 370.04 \text{ Kg/cm}^2$, logrando un incremento pequeño de $f'c=20.04 \text{ Kg/cm}^2$, equivalente a **5.73%**. La máxima resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$ de los especímenes del grupo experimental, a los 28 días fue de $f'c= 492.49 \text{ Kg/cm}^2$ usando 2% de aditivo sika viscocrete-3330, se obtuvo un incremento de $f'c=142.49 \text{ Kg/cm}^2$, en comparación a la resistencia a la compresión del grupo de control $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, siendo en porcentaje **40.71 %**, es decir, a medida que se incrementó el porcentaje de aditivo, directamente proporcional, se incrementó la resistencia del concreto a edades tempranas . Luego, los resultados del grupo de control se comparó con el grupo experimental, determinándose que la influencia del aditivo sika viscocrete – 3330 en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, a edades tempranas se incrementó en **34.98%**, es decir en más del 20%, cumpliéndose de esta manera la hipótesis planteada.

Palabras claves: Aditivo sika viscocrete -3330, resistencia del concreto, edades tempranas, cemento Portland Tipo I, especímenes de concreto, incremento de resistencia del concreto.

ABSTRACT

The purpose of present research work was determine the influence of the sika viscocrete -3330 additive, in the compressive strength of concrete $f'c = 350 \text{ Kg / cm}^2$, at early stages, from 3,5,7,14 and 28 days; for this it was had two groups samples a control one and an experimental one. The physical and mechanical properties of the aggregates the "Victoria" quarry were determined, (Cajamarquino River). Then the design of mixes was made for the compressive strength of concrete $f'c = 350 \text{ Kg / cm}^2$, at 28 days, using of the fineness module method of the combination of aggregates, considering two conditions: Concrete without additive as the control group and concrete with an additive as the experimental group, using the sika viscocrete – 3330 superplasticizer additive of third generation. The maximum compressive strength of concrete $f'c = 350 \text{ Kg / cm}^2$, of the control group specimens without an additive at 28 days was $f'c = 370.04 \text{ Kg / cm}^2$, achieving a small increase of $f'c = 20.04 \text{ Kg / cm}^2$, equivalent to 5.73%. The maximum compressive strength of concrete $f'c = 350 \text{ Kg / cm}^2$, of the specimens of the experimental group, at 28 days was $f'c = 492.49 \text{ Kg / cm}^2$, using 2% sika viscocrete – 3330 additive, obtaining an increase of $f'c = 142.49 \text{ Kg / cm}^2$, in compared to the compressive strength of the control group $f'c = 350 \text{ Kg / cm}^2$, which is equivalent to 40.71%, that is to say, the higher additive percentage the greater the concrete resistance at early stages. Then, the results of the control group were compared with the the experimental group, determining that the influence of the sika viscocrete - 3330 additive in the compressive strength of concrete $f'c = 350 \text{ Kg / cm}^2$, at early stages incremented in 34.98%, that is to say, more than 20%, thus completing the proposed hypothesis.

Key Words: Additive sika viscocrete -3330, strength of the concrete, early stages, Type I Portland cement, concrete specimens, increment to the resistance of concrete.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Contextualización

En el mundo, el concreto es el material más usado en la construcción, el cual puede ser producido en situ o en planta de premezclado, siendo necesario conocer las proporciones de los materiales utilizados en la preparación de la mezcla, dado que su comportamiento complejo por el uso de una variedad de agregados, cementos y aditivos químicos existentes, para obtener un concreto apropiado, optimizando sus propiedades físico mecánicas, debiendo cumplir con los requisitos en estado fresco y endurecido. (Rivera y Rivera 2005).

Según datos de la European Cement Research Academy (2005), se estima que en Europa más del 90 % de los hormigones preparados contienen algún tipo de aditivo, de los que más del 70 % son aditivos plastificantes o súperplastificantes, manteniéndose esta tendencia en la última década (Alonso, 2011).

En el Perú, el material más utilizado en el sector construcción es el concreto. Sin embargo, sólo el 21.8% del concreto producido es premezclado y el 77% se realiza en obra, a este último se le conoce como concreto informal, ya que se elabora sin supervisión técnica, empleando materiales de mala calidad y sin cumplir con las normas vigentes de nuestro país. (Garay y Quispe, 2016).

En el ámbito de la Región de Cajamarca para la preparación del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, actualmente se utilizan diferentes tipos de aditivos, para el caso de la Región Cajamarca cuya altitud se encuentra en la región Quechua (entre 2.300-3.500 msnm), su clima es templado, seco, soleado durante el día, pero frío durante la noche. Su temperatura media anual es de $15.50 \text{ }^\circ\text{C}$, teniendo en consideración actualmente la mayoría de empresas constructoras utilizan el aditivo sika visocrete – 3330, para la construcción de diferente Infraestructura: vial, educativa, salud, canales y presas, esto con la finalidad de lograr una mayor resistencia del concreto a edades tempranas, así mismo mejorar la calidad y durabilidad de la obra y poner en servicio en el menor tiempo posible el uso de la infraestructura.

1.1.2. Descripción del problema

Los aditivos súperplastificantes posibilitaron el desarrollo de los concretos de alto desempeño ya desde hace algunas décadas. La principal herramienta que brindan, es la posibilidad de reducir la relación agua/cemento, permitiendo la obtención de hormigones más resistentes y durables sin desmedro de su trabajabilidad y economía. La optimización del comportamiento del concreto o mortero que contiene un aditivo reductor de agua de alto rango (o súperplastificante), es necesaria desde el punto de vista tecnológico, para la obtención de un hormigón trabajable, resistente y durable, con buena economía. (Barreda, Villagrán y Sota 2005).

En el sector construcción de la Región de Cajamarca, existe la preocupación de producir concretos de alta resistencia como de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, para ello es necesario seleccionar ciertos aditivos que cumplan con las especificaciones técnicas, teniendo en consideración las condiciones climatológicas.

Existen obras viales, como son la reparación y construcción de pavimentos rígidos de calles y avenidas principales que son de alto tráfico y necesitan ponerse en servicio dichos pavimentos a edades muy tempranas, para dar tráfico a los 3 días de su colocación, para solucionar este inconveniente es importante el uso de aditivos en la preparación de la mezcla del concreto, para que el concreto alcance alta resistencia a edades tempranas.

Debido al crecimiento de la zona urbana de la ciudad de Cajamarca, la Municipalidad Provincial de Cajamarca, el Gobierno Regional y el Gobierno Nacional y otras entidades Públicas y Privadas ejecutan diferentes obras de infraestructura en los sectores de: Vivienda, Saneamiento, Salud, Educación, Transportes y Minas en la Región Cajamarca, para ejecutar dichas obras se necesitan grandes volumen de mezcla de concreto, siendo necesario para ello el uso de agregados, cemento, agua y en algunos casos aditivos químicos de acuerdo al tipo de concreto que se desea obtener.

La finalidad de la investigación fue calcular y analizar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, debido a la incorporación del aditivo sika viscocrete – 3330.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la Influencia del aditivo sika viscocrete - 3330, en la resistencia del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, a edades tempranas - Cajamarca 2018?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

- La investigación se justifica, porque permite conocer la influencia de la incorporación del aditivo sika viscocrete - 3330, en la resistencia del concreto de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, a edades tempranas.
- Desde el punto de vista técnico- práctico la investigación se justifica porque, se desea aplicar las reglas en el uso del aditivo sika viscocrete-3330, en el concreto simple $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, para la construcción de elementos estructurales y al mismo tiempo contribuir con la puesta en servicio en el menor tiempo posible una estructura de concreto.
- Con la presente investigación se pretende busca incentivar en el Perú y en Cajamarca, la producción industrial de concretos diseñados para diferente resistencia a la compresión, haciendo uso de aditivos súperplastificantes de tercera generación, los cuales otorgan ventajas de lograr altas resistencias a la compresión a edades tempranas.

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- El presente trabajo de investigación, se desarrolló en la Provincia de Cajamarca, para la realización de los diferentes ensayos, se utilizó un laboratorio de ensayo de materiales externo a la Universidad Nacional de Cajamarca, cuyo funcionamiento está autorizado con Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI.
- El cemento utilizado es el Cemento Portland Tipo I.
- Los agregados finos y gruesos se utilizó la cantera "La Victoria" que se encuentra ubicada en el Km 4+300 de la carretera Cajamarca – Jesús, fundo La Victoria de la Universidad Nacional de Cajamarca. Geográficamente se encuentra entre los paralelos $7^{\circ}11'04''$ y $7^{\circ}11'07''$ de latitud sur y los meridianos $78^{\circ}27'53''$ y $78^{\circ}27'59''$ de longitud oeste.
- El diseño de mezclas de concreto para la investigación tanto para los grupos de control como para los grupos experimentales, se determinó siguiendo el método del módulo de finura de la combinación de agregados para una resistencia a la compresión especificada de 350 kg/cm^2 , los especímenes fueron ensayados a compresión a los 3, 5, 7, 14 y 28 días de elaborados, edades consideradas como puntos de control, para verificar el desarrollo progresivo de la resistencia con el tiempo.

- El presente trabajo de investigación consiste en la incorporación del aditivo sika viscoconete - 3330, a la mezcla del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, luego mediante ensayos de resistencia a la compresión en el laboratorio, determinar la influencia del aditivo en la resistencia a edades tempranas.

1.3.1. Limitaciones

Para la obtención de datos y desarrollo de esta investigación no se presentó limitación alguna.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Determinar la influencia del aditivo sika viscoconete -3330, en la resistencia del concreto $F'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, a edades tempranas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, sin aditivo a edades tempranas de 3, 5, 7, 14 y 28 días, respectivamente.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo sika viscoconete – 3330 del 1%, 1.5%, 1.8% y 2%, a edades tempranas de 3, 5, 7, 14 y 28 días, respectivamente.
- Comparar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, elaborado sin aditivo, con la resistencia a la compresión del concreto con aditivo sika viscoconete – 3330, con porcentajes del 1%, 1.5%, 1.8% y 2 %, a edades tempranas de 3, 5, 7, 14 y 28 días.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Alonso (2011), en su Tesis Doctoral: “Comportamiento y compatibilidad de cementos y aditivos súperplastificantes basados en policarboxilatos, efecto de la naturaleza de los cementos y estructura de los aditivos”, Universidad Autónoma de Madrid (España), resumió que los aditivos súperplastificantes son un componente esencial en la preparación de hormigones con características mejoradas, hasta el punto de que el desarrollo de los hormigones de altas prestaciones no hubiera sido posible sin estos aditivos orgánicos. La importancia de los aditivos súperplastificantes no se limita, las posibilidades de desarrollo de sistemas cementantes con prestaciones mejoradas, la reducción de agua y/o de cemento, a la reducción en la vibración en la puesta en obra.

Juan Reina Cardoza (2010), en la Tesis titulada: “Influencia de la tasa de aditivo súperplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido”, Universidad El Salvador, llegó a la conclusión que la resistencia a la compresión obtenidos a 7 días de edad, la resistencia a la compresión están en el rango de 85% a 104% de la resistencia en estudio para las diferentes tasas de dosificación de aditivo, los resultados a 28 días de edad, alcanzaron la resistencia a compresión en estudio especificada en el rango de 100% a 122%, indica que para el concreto de resistencia $f'c=500 \text{ Kg/cm}^2$, a medida se incrementa la tasa de dosificación de aditivo en el rango de 600 a 1800 ml/100kg de cemento, se incrementa la resistencia a la compresión obtenida respecto a la resistencia en estudio definida en el rango de 9 a 19%.

Raymundo Rivera y Jorge Rivera (2005), en el Artículo Científico titulado: “Concreto de alta resistencia, muy económico, durable y sustentable”, Universidad Autónoma de Nuevo León (México) , abordan el tema relacionado a la posibilidad de elaborar concretos de alto comportamiento, en un proceso holístico que considere un bajo contenido de Cemento Portland, que resulte económico al utilizar un aditivo súperplastificante para lograr alta trabajabilidad y resistencia, concluyendo que la utilización de súperplastificantes ayuda a

reducir el contenido de agua de 35%, obteniendo concreto muy económico, resistente, durable y sustentable.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Aguilar Chanini José Miguel (2015), en la Tesis titulada: "Fabricación y evaluación de concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante y sílices con cemento Portland Tipo IP en la ciudad de Tacna". Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (Tacna), llegó a las principales conclusiones que la dosis adecuada del aditivo superplastificante para producir concretos de alta resistencia de comportamiento autocompactante (10 -11 pulgadas de asentamiento) y sin segregación es del 2,00% y que las resistencias obtenidas con los concretos adicionados de aditivo superplastificante, microsílíce y nanosílíce superan ampliamente al resultado logrado por el concreto patrón; habiendo logrado concretos desde 828 – 1,282 kg/cm², para el primer caso y 611 kg/cm² de resistencia a compresión para segundo caso; ambos ensayados a 90 días de edad.

Huarcaya Garzón (2014), en la Tesis titulada: "Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo poli funcional sikament 290N y aditivo súperplastificante de alto desempeño sika viscoflow 20E", Universidad Ricardo Palma (Perú), en donde se realiza ensayos para conocer la trabajabilidad del concreto debido al uso de estos aditivos, además se hace un análisis comparativo de resultados entre un diseño patrón y otros diseños con aditivos y se concluye que con el aditivo sikament 290N al 1.0 % mantiene su trabajabilidad por un tiempo mayor que los otros diseños.

Mayta Rojas Jhonathan Wilson (2014), en la Tesis titulada "Influencia del aditivo súperplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo", Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Civil, en la cual llegó a la conclusión que el aditivo superplastificante ocasiona lo siguiente: aumenta la trabajabilidad del concreto, retrasa brevemente el tiempo de fraguado, y además se obtuvo resistencias a la compresión por encima del 70% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en 3 días, para dosis de 650 ml del aditivo superplastificante.

2.1.3. Antecedentes Locales

Bernal Díaz Daniel (2017), en la Tesis de Maestría: "Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cemento tipo I y aditivos súperplastificantes", EPG Universidad Nacional de Cajamarca. Las principales conclusiones que obtuvo fue que usando aditivos súperplastificantes en una proporción de 1.00% del peso del cemento en la elaboración de concreto, el mayor incremento de resistencia a compresión se logró combinando aditivo superplastificante sika plast 1000 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 y el costo de la mezcla del grupo de control, sin aditivo, fue mayor en 14.03% que el costo de la mezcla de los grupos experimentales, con aditivo superplastificante.

Nielser Kelman Sangay Quiliche (2017), en la Tesis titulada: "Influencia del aditivo eucon 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Cajamarca", Universidad Nacional de Cajamarca, quien llegó a la conclusión que a mayor dosificación de aditivo eucon por peso de cemento, la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ aumenta, siendo la dosificación que mayor aumento produce, la de 1.7% de aditivo eucon 1037 por peso de cemento, alcanzado un aumento comparado con la mezcla patrón de 28.21% a la edad de 7 días y 14.92% a la edad de 28 días. Respecto a los costos de los materiales para un concreto elaborado con una dosificación de aditivo eucon 1037 por peso de cemento comparado con un concreto convencional, este es mayor debido al incremento de otros materiales (aditivos de última generación), los costos incrementan a medida que se va adicionando mayor % de aditivo; siendo para una adición de 1.7% de aditivo mayor en un 5.42% (19.71 soles) del costo de un concreto patrón elaborado con cemento Pacasmayo tipo I.

Juan Fernando Torres Trigoso (2013), en la Tesis titulada "Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo sika rapid 1", Universidad Nacional de Cajamarca-Facultad de Ingeniería, en la cual concluyó que el porcentaje más adecuado fue del 1% de aditivo puesto que la resistencia a la compresión con el porcentaje de 1% fue mayor que 0.5% en 3.86% y para el porcentaje de 1.50% sólo fue menor en 0.40% que es un porcentaje muy bajo; y en cuanto al 2% fue menor en 2.76%, que no es muy considerable puesto que en proporción es el doble en la cantidad de aditivo y por tanto duplica el costo.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Concreto

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que hace un material ideal para la construcción.

Según Ottazzi (2004), el concreto es un material compuesto constituido por un material cementante, agua y agregado. El cemento, una vez hidratado genera la adhesión química entre los componentes. La figura N° 01, detalla las proporciones normales de los materiales integrantes del concreto, por lo general los agregados representan entre el 60% al 75% del volumen total del concreto, el cemento de 7% a 15%, el agua de 15% a 21% y el aire atrapado entre 1% al 3%, eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo, representando pequeñas proporciones del orden del 0.1% al 1.5%.

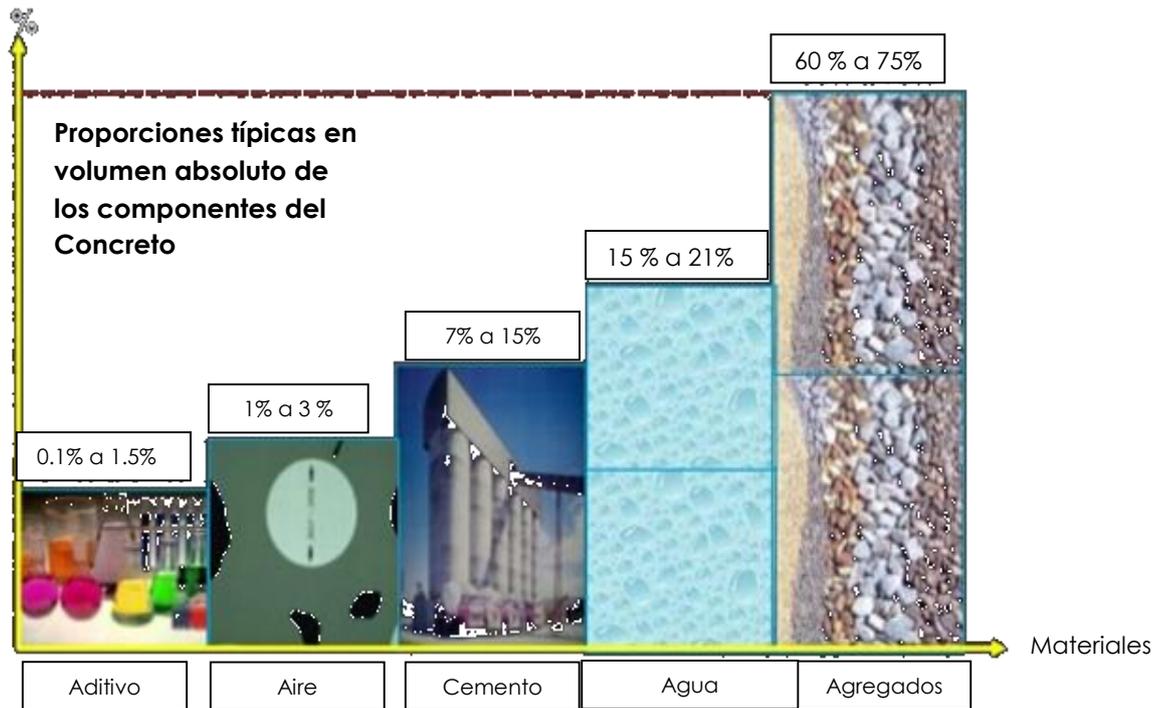


Fig. N° 01.- Proporciones en volumen absoluto de los componentes del Concreto.
Fuente: Ottazzi (2004).

2.2.2. Fabricación del concreto

El concreto es una mezcla de Cemento Portland, agregados (fino y grueso), aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas; y algunas veces se añaden sustancias llamados aditivos que mejoran o modifican las propiedades del concreto. (Abanto Castillo, 1996).

2.2.3. Componentes del concreto

La Tecnología del concreto define cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo.

Científicamente está demostrada la conveniencia del empleo de aditivos para 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 Carbajal, 1992).

2.2.4. Características del cemento portland tipo I

El Cemento Portland es un polvo de color gris, más o menos verdoso. Se vende en bolsas que tienen un peso neto de 42.5 Kg y un pie cúbico (1 pie³) de capacidad. En aquellos casos en que no se conozca el valor real se considerará para el cemento un peso específico de 3.15 glcm³. (Abanto Castillo, 1996).

La hidratación del cemento es tanto más rápida y más completa cuando mayor sea la finura de su molido. (Aragón Masías & Solano Jiménez, 2006)

Si se divide la resistencia de un concreto por su contenido de cemento, se obtiene una medida de la eficiencia del cemento: (Rivera López, 1984).

Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Resistencia a la compresión } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}\right)}{\text{Contenido de Cemento } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} \text{ de mezcla}\right)} \dots \dots \dots (1)$$

Si el cemento posee una finura excesiva, su retracción y calor de hidratación serán muy altos, se vuelve más susceptible a la meteorización y disminuye su resistencia a las aguas agresivas. (Quiroz Crespo & Salamanca Osuna, 2006)

2.2.5. Fraguado y endurecimiento del concreto

La fragua es la pérdida de plasticidad que sufre la pasta de cemento. Hay dos etapas de fraguado: a) Fraguado inicial cuando la masa empieza a perder plasticidad; b) Fraguado final, cuando la pasta de cemento deja de ser deformable y se convierte en un bloque rígido. El endurecimiento es el desarrollo lento de la resistencia. (Abanto Castillo, 1996)

Durante el desarrollo del endurecimiento de la pasta de cemento, se producen variaciones de volumen, de dilatación si el ambiente tiene un alto contenido de humedad o de contracción si éste es bajo. (Zabaleta G., 1988, pág. 12).

Una calidad normal de cemento fragua inicialmente a los 40-50 minutos ó a los 30 minutos para los cementos de mayor grado de finura, considerándose normal un tiempo de fraguado final entre 4 y 7 horas. (Rivva López, 2000).

2.2.6. El Cemento.

Los cementos son conglomerantes hidráulicos, materiales artificiales de naturaleza inorgánica y minera, que finalmente molidos y convenientemente amasados con agua forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire libre como debajo del agua” . (Alejandro Ramón Martínez, 2014).

2.2.7. Requisitos de calidad del cemento

Las Normas NTP 334.009 y ASTM C595, señalan que los cementos portland indicados en la sección anterior, deberán satisfacer los requisitos físicos-químicos, obligatorios y opcionales prescritos en la norma, estos requerimientos exigidos por la norma, tiene como finalidad proveer un producto que cumpla con los estándares de calidad.

Tabla 1: Requisitos físicos del cemento.

| Requisitos físicos. | Tipos | | | | | |
|---|-------|------|------------|------------|------------|-----|
| | I | II | V | MS | IP | Ico |
| Resistencia a la compresión | | | | | | |
| 3 días | 120 | 100 | 80 | 100 | 130 | 130 |
| 7 días | 190 | 170 | 150 | 170 | 200 | 200 |
| 28 días | 280* | 280* | 210 | 280* | 250 | 250 |
| Tiempo de fraguado, minutos | | | | | | |
| Inicial, mínimo | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Final, máximo | 375 | 375 | 375 | 420 | 420 | 420 |
| Expansión en autoclave, % máximo | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| Resistencia a los sulfatos | – | – | 0.04* | 0.1 | 0.10* | – |
| % máximo de expansión | | | 14 días | 6 meses | 6 meses | |

Fuente: NPT 334.009

2.2.8. Agregados

Se 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. Los agregados son la fase discontinua del concreto. (Enrique Riwa López, 2000).

Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto (70% a 85% de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía del concreto. (Portland Cement Association, 2004).

Los agregados empleados en la preparación de los concretos de peso normal (2200 a 2500 Kg/m³), deberán cumplir con los requisitos de la Norma NTP 400.037 o de la Norma ASTM C33, así como las especificaciones del proyecto. (Enrique Rivva López, 1992).

La calidad del agregado es importante desde que aproximadamente un 80 % del volumen de concreto es ocupada por éste. Desde los estudios iniciales de (Gilkey, 1923), se dejó de considerar al agregado como un material inerte de relleno cuya aplicación permitía disminuir únicamente el costo de la unidad cúbica del concreto.

2.2.8.1. Clasificación de los agregados

Según Pasquel (1998), no son necesariamente las únicas ni las más completas, pero responden a la práctica usual en tecnología del concreto, a su vez la clasificación se encuentra enmarcada en la norma **NTP 400.011**.

a. Según su procedencia

Pueden ser naturales o artificiales. Los agregados naturales son formados por procesos geológicos naturales, los agregados artificiales provienen de un proceso de transformación de materiales naturales, algunos agregados de este tipo los constituyen la escoria de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, el micro sílice etc.

b. Según su tamaño

Se ha establecido convencionalmente la clasificación entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) en función de las partículas mayores y las menores de 4.75 mm (Malla Standard ASTM # 4).

c. Según su densidad

Entendiendo densidad como la gravedad específica, es decir el peso entre el volumen de sólidos referido a la densidad del agua, se acostumbra clasificarlos en normales con $G_e = 2.5$ a 2.75 , ligeros con $G_e < 2.5$ y pesados con $G_e > 2.75$, cada uno de ellos marca comportamientos diversos en relación al concreto.

2.2.8.2. Propiedades físicas de los agregados

Pasquel (1998), considera que las propiedades físicas de mayor importancia son el peso específico, peso unitario, humedad, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, denominada granulometría o gradación. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas standard que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas.

a. Peso específico.

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas NTP 400.021 y 400.022 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación.

En la Figura N° 02, se muestra gráficamente la distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno, estableciéndose las siguientes expresiones para la determinación en laboratorio del peso específico:

a.1. Para el agregado fino:

- Peso Específico de masa.

$$P_{em} = \frac{W_o}{V - V_a} = \text{-----} \quad (2)$$

P e.m = Peso específico de masa.

Donde:

V = Volumen del frasco (cm^3).

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en estufa (gr).

V_a = Peso en (gr) o Volumen (cm^3) del agua añadida al frasco.

- **Peso específico de masa saturada con superficie seca.**

$$P. e. s. s = \frac{500}{V - Va} = \text{-----} \quad (3)$$

P.e.s.s = Peso específico del material saturado con superficie seca.

- **Peso específico aparente.**

$$P. e. a = \frac{Wo}{(V - Va) - (500 - Wo)} = \text{-----} \quad (4)$$

P.e.a = Peso específico aparente.

- **Porcentaje de absorción.**

$$Ab(\%) = \frac{500 - Wo}{Wo} \times 100 = \text{-----} \quad (5)$$

a.2 Para el agregado grueso.

- **Peso específico de masa seca:**

$$Pem = \frac{A}{B - C} \text{-----} \quad (6)$$

- **Peso específico saturado superficialmente seco.**

$$Pess = \frac{B}{B - C} \text{-----} \quad (7)$$

- **Peso específico aparente.**

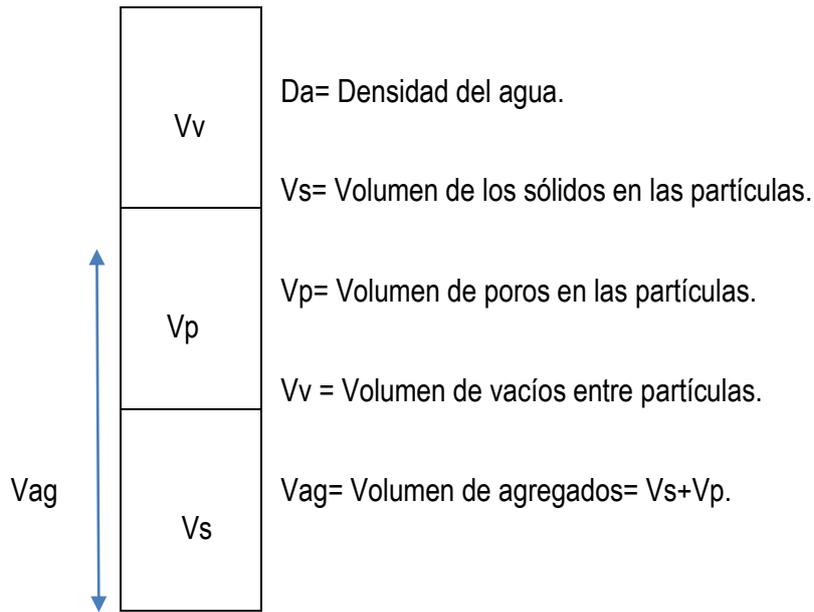
$$Pess = \frac{A}{A - C} \text{-----} \quad (8)$$

Donde:

A= Peso en el aire, de la muestra seca al horno (gr).

B= Peso en el aire, de la muestra saturada con superficie seca (gr).

C= Peso en el agua, de la muestra saturada (gr).



A = Peso de los sólidos.

B = Peso en el aire saturado.

C = Peso saturado superficialmente seco sumergido

Figura N° 2.-: Distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno. Fuente: Pasquel, 1998.

b. Peso unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para la determinación del peso unitario suelto y compactado se encuentra en la norma NTP 400.017. El valor obtenido para el peso unitario compactado, es el que se emplea en algunos métodos de diseños de mezclas para estimar las proporciones.

La expresión para calcular esta propiedad es la siguiente:

$$\text{Peso Unitario} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Volumen}} \text{----- (09)}$$

c. Porcentaje de vacíos

Es la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de los agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario.

La norma NTP 400.017 indicada anteriormente, establece la fórmula para calcularlo, empleando los valores de peso específico masa y peso unitario:

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{P_{em} * D_a - P.U}{P_{em} * D_a} * 100\% \text{ --- (10)}$$

Donde:

P_{em} : Peso específico de la masa.

D_a : Densidad del agua.

P.U: Peso unitario seco.

d. Absorción

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Las normas NTP 400.021 y 400.022 establecen la metodología para su determinación expresada en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso S.S.S} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \text{ --- (11)}$$

e. Contenido de humedad.

La estructura interna de una partícula de agregado, se constituye de materia sólida y de vacíos que pueden contener o no agua. El contenido de humedad, es la relación entre el peso del agua contenido en el agregado y el peso del agregado sólido seco, expresado en porcentaje. Según la norma NTP 339.185, la humedad se expresa de la siguiente manera:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso original de muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso Seco}} * 100\% \text{ --- (12)}$$

Las condiciones de humedad de los agregados, de la Figura N° 2, son:

- **Secados al horno:** Son completamente absorbentes.
- **Secados al aire:** Están secos en la superficie de la partícula pero contienen cierta humedad interior, siendo por lo tanto algo absorbentes.
- **Saturados y superficialmente secos (s.s.s):** No absorben ni ceden agua a la mezcla de Concreto.
- **Húmedos:** Contienen un exceso de humedad en la superficie (agua libre).

f. Módulo de finura

El módulo de finura es el indicador del grosor predominante en el conjunto de partículas en un agregado, el módulo de finura pueden considerarse como un tamaño promedio ponderado, pero que representa la distribución de las partículas. (Lezama Leiva, 2013).

El módulo de finura está en relación inversa tanto a las áreas superficiales, como al valor lubricante del agregado; por lo que la demanda de agua por área superficial será menor mientras mayor sea el módulo de finura. NTP 400.011 (2008).

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar:

3", 1', 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y dividiendo entre 100.

Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.3 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para concreto de alta resistencia.

g. Superficie específica

La superficie específica de una partícula de agregado es el área superficial de la misma. Se expresa en cm^2/g . Cuanto mayor es la superficie específica mayor el área superficial a ser cubierta con pasta y menor el diámetro de las partículas. (Enrique Rivva López, 2000).

h. Resistencia a la abrasión

Se mide en función inversa al incremento del material fino; y cuando la pérdida de peso se expresa en porcentaje de la muestra original se le denomina porcentaje de desgaste. Los diferentes métodos para medir los efectos de abrasión, el más usado es la prueba de los ángeles, por la rapidez con que se efectúa y porque se puede aplicar a cualquier tipo de agregado. En los agregados gruesos, ensayados al desgaste según el método (NTP 400.019 y NTP 400.020), se aceptará una pérdida no mayor del 50% del peso original.

2.2.9. Granulometría de los agregados fino, grueso y global

2.2.9.1 Agregado fino

La NTP 400.011 sostiene que son partículas provenientes de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 3/8".

a. Requisito granulométrico

La NTP 400.037, señala lo límites que debe estar graduado los cuales están indicados en la Tabla N° 2.

La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 4, N° 8, N°16, N°30, N° 50 y N° 100 de la serie de Tyler.

Tabla 2: Requisitos granulométricos del agregado fino.

| Malla N° | % Que pasa |
|----------|------------|
| 3/8" | 100 |
| N° 4 | 95 - 100 |
| N° 8 | 80 - 100 |
| N° 16 | 50 - 85 |
| N° 30 | 25 - 100 |
| N° 50 | 99 - 100 |
| N° 100 | 100 - 100 |

Fuente: NTP. 400.011

2.2.9.2 Agregado grueso

La NTP 400.011 señala que los agregados gruesos son partículas retenidas en el tamiz N°4 (4.75 mmm), provenientes de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

a. Requisito granulométrico.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037, los cuales están indicados en la Tabla N° 3. Es recomendable tener en cuenta lo siguiente: La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4".

Tabla 3: Requisitos granulométricos del agregado grueso

| Huso N° ASTM | Tamaño Máximo Nominal | Porcentaje que pasa por los tamices normalizados | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------------|--|-----------------|------------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | | 100mm (4") | 90 mm 3 1/2" | 75 mm (3") | 63 mm (2 1/2") | 50 mm (2") | 37.5 mm 1 1/2" | 25 mm (1") | 19 mm 3/4" | 12.5 mm 1/2" | 9.50 mm (3/8" | 4.75 mm N° 4 | 2.36 mm N° 8 | 1.18 mm N° 16 |
| 1 | 90 a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2") | 100 | 90 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | | |
| 2 | 63 a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2") | | | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | | |
| 3 | 50 a 25 mm (2" a 1") | | | | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | |
| 357 | 50 a 4.75 mm (2" a N° 4) | | | | 100 | 95 a 100 | | 35 a 70 | | 10 a 30 | | 0 a 5 | | |
| 4 | 37.5 a 19 mm (1 1/2" a 3/4") | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | |
| 467 | 37.5 a 4.5 mm (1 1/2" a N° 4) | | | | | 100 | 90 a 100 | | 35 a 70 | 10 a 30 | | 0 a 5 | | |
| 5 | 25 a 9.5 mm (1" a 1/2") | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | | | |
| 56 | 25 a 9.5 mm (1" a 3/8") | | | | | | 100 | 90 a 100 | 40 a 85 | 10 a 40 | 0 a 5 | 0 a 5 | | |
| 57 | 25 a 4.75 mm (1" a N° 4) | | | | | | 100 | 95 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 10 | 0 a 5 | |
| 6 | 19 a 9.5 mm (3/4" a N° 4) | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | 0 a 5 | | |

| | | | | | | |
|----|-------------------------------|-----|----------|------------|-----------|-------|
| 67 | 19 a 4.75 mm (3/4" a N° 4) | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 |
|----|-------------------------------|-----|----------|------------|-----------|-------|

Fuente NTP 400.037.

2.2.9.3. Características físicas de los agregados para el concreto

a) Forma y textura superficial (NTP 400.011/ASTM CI25)

La forma del agregado depende mucho del tipo de roca que lo originó, ya que para ciertas piedras resulta determinante el sistema de clivaje, las posibles instrucciones en la roca y su estado de meteorización. (Sánchez de Guzmán, 1997).

Las formas de las partículas de un agregado no es un índice de la calidad de producción de resistencia. (Abanto Castillo).

Se considera que son indeseables partículas de perfil elongado o laminado en exceso del 0% al 15% del peso total del agregado grueso. (Rivva López, 2000).

La forma de los agregados se define en: Angular, subangular, subredondeada, redondeada (Pasquel Carbajal, 1998).

La textura reviste especial importancia por su influencia en la adherencia entre los agregados y la pasta de cemento, así como también, por su efecto sobre las propiedades del concreto endurecido, tales como, densidad, resistencia a la compresión y a la flexión, cantidad requerida de agua, etc. (Sánchez de Guzmán, 1997).

b) Tamaño máximo (NTP 400.011/ASTM CI25)

La Norma NTP 400.037, lo define como aquel que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso. (Riwa López, 1992).

Se considera que; cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta 1 1/2". En tamaños mayores, sólo es aplicable a concretos con bajo contenido de cemento. (Abanto Castillo, 2000).

Está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más del agregado grueso tamizado. (Lezama Leiva, 1996).

c) Tamaño máximo nominal (NTP 400.011/ASTM C125)

La Norma NTP 400.037, lo define como aquel que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. (Rivva López, 1992).

d) Material más fino que pasa el tamiz N° 200 (NTP 400.018/ASTM C117)

El suelo fino (material que pasa el tamiz No. 200 -74 μ m) puede estar presente como polvo o puede estar recubriendo las partículas del agregado, aun cuando delgadas capas de limo o arcilla cubran las partículas, puede haber peligro porque debilitan la adherencia entre la pasta de cemento y las partículas del agregado, perjudicando la resistencia y la durabilidad de las mezclas. Si están presentes algunos tipos de limos y arcillas en cantidades excesivas, el agua necesaria en la mezcla puede aumentar considerablemente. (Rivva López, 2000).

2.2.10 . Agua para mezclas de concreto

El agua en la elaboración del concreto debe de ser apta para el consumo humano libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas. NTP 339.088 (2014).

a. Agua de mezclado

El agua de mezclado deberá de desarrollar funciones como: Reaccionar con el cemento, produciendo su hidratación, actuar como un lubricante, contribuyendo a la trabajabilidad de la mezcla, asegurar el espacio necesario en la pasta, para el desarrollo de los productos de hidratación y la hidratación completa del cemento requiere del: 22% al 25%, del agua de mezclado. NTP 339.088 (2014).

b. Agua de curado

El agua de curado no debe contener sustancias agresivas para el concreto endurecido o las armaduras ya que durante las primeras edades, el concreto es sumamente permeable; no emplear agua con elevados contenidos de cloruros en caso de estructuras armadas, evitar sustancias que puedan provocar decoloraciones o manchas superficiales y

mantener reducida la diferencia de temperatura entre el agua de curado y el concreto para evitar la aparición de fisuras.

El curado según el ACI 308 R, es el proceso por el cual el concreto elaborado con cemento hidráulico madura y endurece con el tiempo, como resultado de la hidratación continua del cemento en presencia suficiente cantidad de agua y de calor, las medidas de curado deben de poner en práctica tan pronto como el concreto esté en riesgo de secarse prematuramente y cuando dicho secado deteriore el concreto o impida el desarrollo de propiedades requeridas.

El agua de curado tiene por objeto mantener el concreto saturado, para que se logre la casi total hidratación del cemento permitiendo el incremento de la resistencia. NTP 339.088 (2014).

El agua en el concreto tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de estas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento. Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve o no para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer si es apta para el consumo humano, ya que lo que no daña al hombre no daña al concreto. (Pasquel, 1998).

2.2.10.1 Requisitos de calidad del agua

La Norma NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los límites señalados en la tabla N° 4.

Tabla N° 4: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado.

| Descripción | Limite Permissible | |
|-----------------------|--------------------|--------|
| Sólidos en suspensión | 5000 ppm | Máximo |
| Materia orgánica | 3 ppm | Máximo |
| Alcalinidad (NaCH03) | 1000 ppm | Máximo |

| | | |
|----------------------------------|----------|--------|
| Sulfatos (ión SO ₄) | 600 ppm | Máximo |
| Cloruros (ión Cl -) | 1000 ppm | Máximo |
| Ph | 5 a 8 | Máximo |

Fuente : NTP 339.088

2.2.11. Resistencia a la compresión del concreto

La propiedad más importante del concreto es la resistencia a la compresión, es un indicador de la calidad del concreto, hasta los años 70 estaba limitada dado que el principal factor, la relación entre el agua y el cemento estaba limitada a 0.45 por falta de fluidez para fabricar el concreto, los diseños estructurales tradicionales se orientaban a dimensionar por resistencia; hasta que aparecieron los aditivos súperplastificantes, revolucionando así la Tecnología del Concreto pudiendo lograrse concretos de alto comportamiento muy fluidos y resistentes y a su vez logrando que el concreto haya llegado a desplazar al acero en la construcción de edificios altos y en puentes.(Rivera y Rivera 2005).

La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga. Los cilindros para pruebas de aceptación deben de tener un tamaño de 6" x 15" (150 x 300 mm). Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se cabecean con mortero de azufre (ASTM C-617) o con almohadillas de neopreno (ASTM C-1231).

Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más de 0.5% y los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002"(0.05mm).

2.2.12. Los aditivos

De acuerdo a la Norma Española (UNE-EN 934-2, 2002), se denominan aditivos a aquellos productos que se incorporan en el momento del amasado del hormigón o inmediatamente después, en una cantidad no superior al 5 % en masa, con relación al contenido de cemento, con objeto de modificar las propiedades y características de la mezcla en estado fresco y/o endurecido.

Por otro lado el comité del "American Concrete Institute" (ACI 116R) y la norma NTP 334.088, definen al aditivo como un material, que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como ingrediente del mortero o concreto y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado.

Los aditivos súperplastificantes o reductores de alto rango son surfactantes aniónicos de naturaleza orgánica, que una vez disueltos en agua, dispersan las partículas de cemento y mejoran la cohesión y plasticidad del sistema cementante (Alonso 2011).

2.2.12.1 Clasificación de los aditivos

La Asociación de productores de cemento (Asocem, 2000), manifiesta que en armonía con el desarrollo de los aditivos y su aplicación más extensiva en nuestro medio, se ha dado la nueva norma NTP 334.088, que reemplaza a las anteriores normas nacionales 339.086 y 339.087 del año 1981.

El antecedente de la nueva norma se encuentra en la ASTM C 494. La norma indica su denominación, se refiere a aditivos químicos, comprendidos dentro de la nomenclatura de la norma ASTM. No se consideran algunos aditivos de uso limitado, como son aquellos que regulan la contracción del concreto, fungicidas y germicidas, generadores de burbujas de gas, etc. Tampoco incluye a los incorporadores de aire.

2.1.13. Propiedades de los aditivos súperplastificantes o reductores de agua de alto rango

La Norma NTP 334.088 y ASTM C 494, denominan propiamente como aditivos súperplastificantes o reductores de agua de alto rango, a los que se encuentran en la categoría "Tipo F". Portugal (2007) señala que los aditivos súperplastificantes pueden ser usados para tres funciones principales:

- **Incrementar la trabajabilidad (función súperplastificante)**

Dada una mezcla de concreto con un asentamiento, relación agua/cemento y cantidad de cemento definidos, el aditivo se utiliza para incrementar la trabajabilidad de la mezcla, sin cambiar otra característica del diseño de mezcla, dependiendo de la dosis y tipo de aditivo en la prueba de cono de Abrams, el Slump puede ser incrementado de manera considerable.

- **Incrementar la resistencia (función reductora de agua)**

Dada una mezcla de concreto con un asentamiento y cantidad de cemento definidos, el aditivo se utiliza para encontrar la cantidad de agua más aditivo que producirá el Slump deseado; según la dosis y tipo de aditivo, la reducción de agua puede llegar hasta el orden del 40%, con el consiguiente incremento de resistencia, dada la menor relación agua/cemento; esta función es empleada para producir concretos de alta resistencia.

- **Reducir la cantidad de cemento**

Dada una mezcla de concreto con una relación agua/cemento, Slump y cantidad de cemento definidos, el aditivo se usa para reducir la cantidad de agua, manteniendo constante la relación agua/cemento, con la consiguiente reducción de la cantidad de cemento; esta función ha sido muy empleada, sin embargo no es muy recomendada usarla para reducir al máximo la cantidad de cemento, dada la reducción en la durabilidad del concreto; si bien puede conseguirse ahorros de hasta el 30% del contenido del cemento, en un análisis de los costos puede ser anti-económico por el mayor uso de Aditivo.

- **Compatibilidad cemento - aditivo súperplastificante**

A pesar de los beneficios evidentes que produce la utilización de los aditivos súperplastificantes producen en los sistemas cementantes, en la práctica la utilización de estos aditivos súperplastificantes, conduce en ocasiones a efectos anómalos o indeseables como pueden ser la segregación de las pastas, baja trabajabilidad inicial, una pérdida rápida de la misma, difícil bombeo, cortos mantenimientos de la fluidez o excesivos retrasos en el fraguado. En estas situaciones, se considera que existe un problema de incompatibilidad aditivo-cemento.

- **Mecanismo de Acción**

Según Kosmatka et al (2004), las partículas de cemento tienen en su superficie cargas eléctricas positivas y negativas, debido a ello en un concreto sin aditivo, estas partículas se atraen unas a otras mediante fuerzas electrostáticas formando un grumo "flóculo" (Figura N°3).

Figura N° 3: Formación de un flóculo de cemento. Fuente : Kosmatka et al (2004).

Así la partícula de cemento queda cargada negativamente, lo que evita la formación de flóculos, ya que las partículas de cemento generan fuerzas de repulsión electrostática entre ellas y este hecho mejora la hidratación (ver Figura N°4).

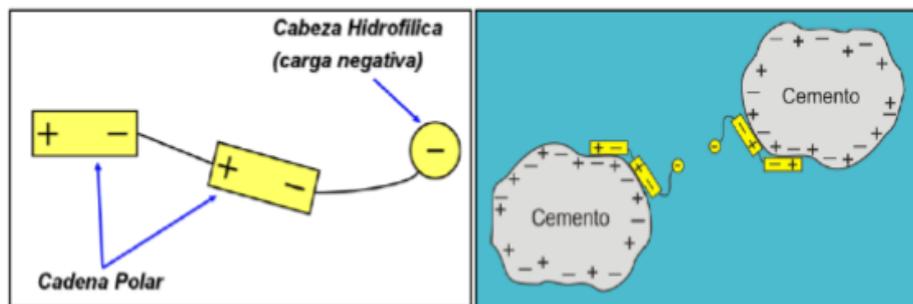
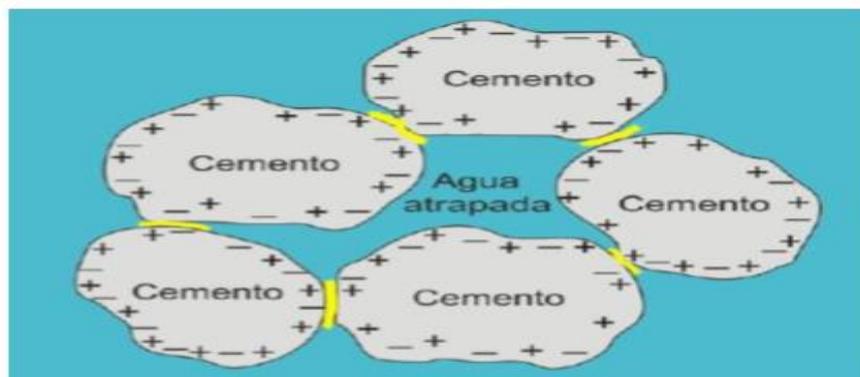


Figura N°4: Molécula de aditivo reductor de agua (izquierda), repulsión entre partículas de cemento (derecha). Fuente: Kosmatka et al (2004).

Un típico reductor de agua súperplastificante consta de una cadena polar principal con grupos



negativos (cationes) y varias cadenas laterales hidrófilas. Cuando el aditivo es adicionado a la mezcla la cadena polar principal (que es muy flexible), se adhiere a la superficie de la partícula de cemento generando repulsión electrostática entre las

partículas de cemento debido a la repulsión de los grupos de cationes que rodean a la cadena principal. (Ver Figura 05).

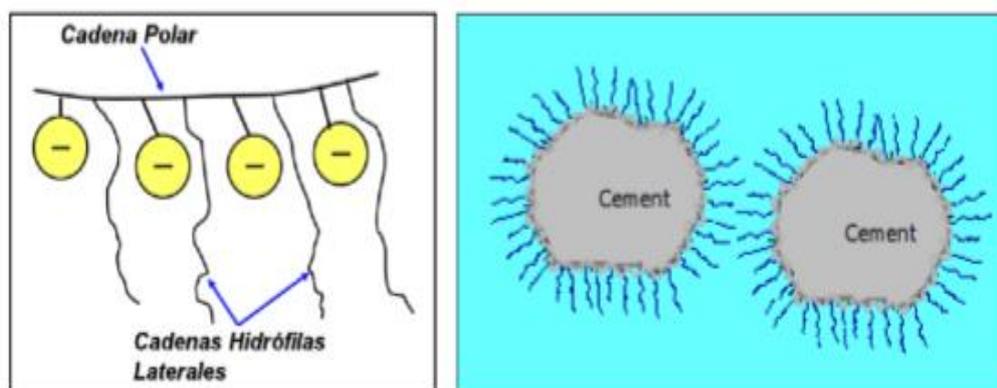


Figura N° 5: Molécula de aditivo reductor de agua de alto rango (izquierda), dispersión entre partículas de cemento (derecha). Fuente: Kosmatka et al (2004).

El doble efecto de dispersión de las partículas de cemento debido a los aditivos súperplastificantes mejora la hidratación del cemento y genera un aumento en la resistencia a la compresión del concreto de hasta 20%. El efecto de un reductor de agua convencional y de alto rango depende del nivel de dosificación, la secuencia de mezclado y la concentración de aditivo (Alonso, 2011).

2.2.14. Evolución de aditivos súperplastificante según su composición

Alonso (2011), asevera que los primeros súperplastificantes utilizados, hacia la década de 1940, fueron los lignosulfonatos modificados. Estos aditivos se utilizaban como reductores de agua y su mejora como aditivo sika cem plastificante, se consigue con la eliminación de las impurezas (carbohidratos) y seleccionando aquellas fracciones de mayor peso molecular. Su rango de reducción de agua oscila entre el 5 y el 10%.

Estos aditivos súperplastificantes convencionales (lignosulfonatos y derivados de melanina y naftaleno), se adsorben sobre los granos de cemento a través de sus grupos aniónicos (grupos sulfónicos), debido a la carga positiva superficial de las partículas de cemento.

En el caso de los aditivos súperplastificantes convencionales, su adsorción induce potenciales zetas negativos y mayores en valor absoluto que el correspondiente valor inicial del cemento.

2.2.15. Diseño de mezclas

2.2.15.1. Generalidades

Según Rivva (2007), el diseño de mezclas se define como el proceso de selección de los componentes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuada y que en el estado endurecido, cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador e indicados en los planos y especificaciones de obra. En la selección de las proporciones de las mezclas de concreto el diseñador debe de tener en cuenta que la composición de la mezcla está determinada por:

- 1.-Las propiedades que debe de tener el concreto no endurecido.
- 2.-Las propiedades que debe detener el concreto endurecido.
- 3.-El costo de la unidad cúbica de concreto.

En la selección de las proporciones de las mezclas de concreto el diseñador debe tener en cuenta que la composición de la mezcla está determinada por:

- Análisis granulométrico de agregado grueso y agregado fino.
- Peso unitario compactado del agregado grueso.
- Peso específico de masa, porcentaje de absorción de los agregados.
- Requerimiento de agua de mezclado, determinado en base a la experiencia con los agregados a ser empleados en obra.
- Tabla de interrelaciones entre la resistencia y la relación agua - cemento

2.2.15.2. Elección de la resistencia promedio

Si no se cuenta con registros estadísticos, se utilizará la siguiente tabla para la determinación de la resistencia promedio requerida.

Tabla N° 5: Grado de control de resistencia.

| | |
|-----------|--------------|
| Excelente | 10% - 11.50% |
| Bueno | 15% |
| Regular | 18% |
| Inferior | 20% |
| Malo | 25% |

Fuente: Rivva (2007)

2.2.15.3. Elección del asentamiento (Slump).

Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla.

Tabla N° 6 : Consistencia y asentamiento

| Consistencia | Asentamiento | Trabajabilidad |
|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | 0" (0mm) a 2" | |
| Seca | (50mm) | Poco trabajable |
| | 3" (75mm) a 4" | |
| Plástica | (100mm) | Trabajable |
| Húmeda | ≥ 5"(125mm) | Muy trabajable |

Fuente : Rivva (2007)

Si las especificaciones de obra no indican la consistencia, ni asentamiento requerido para la mezcla a ser diseñada, utilizando la tabla siguiente, podemos seleccionar un valor adecuado para un determinado trabajo que se va a realizar. Se deberá usar las mezclas de la consistencia más densas que pueden ser colocadas eficientemente.

Tabla N° 7 : Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción

| Tipos de construcción | Revenimiento (cm) | |
|---|--------------------------|---------------|
| | Máximo | Mínimo |
| Zapatas y muros de sedimentación reforzados | 8 | 2 |
| zapatas, simples cajones y muros de subestructura | 8 | 2 |
| Vigas y muros reforzados | 10 | 2 |
| Columnas | 10 | 2 |
| Pavimentos y losas | 8 | 2 |
| Concreto ciclópeo y masivo | 5 | 2 |

Fuente: ACI 211

2.2.15.4. Selección de tamaño máximo del agregado

Las Normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura.

2.2.15.5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire

El comité 211 del ACI, proporciona una primera estimación del agua de mezclado, para concretos elaborados con diferentes tamaños máximos de agregados con o sin aire incorporado.

Tabla N° 8: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.

| Asentamiento | Agua en L/m ³ , para los tamaños máximos nominales del agregado grueso y consistencia indicados | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| Concreto sin aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 195 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 110 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | |
| Cont. Aire atrapado (%) | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |

| Concreto con aire incorporado | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | |
| Promedio recomendable para el contenido total de aire (%) | 8 | 7 | 6 | 5 | 4.5 | 4 | 3.5 | 3 |

Fuente: ACI 211 y ACI 318.

En la tabla N° 8, no se considera para la estimación del agua de mezclado las incidencias del perfil, textura y granulometría de los agregados.

La tabla N° 9, sirve para calcular la cantidad de agua de mezcla tomando en consideración además de la consistencia y tamaño máximo del agregado, el perfil del mismo.

Tabla N° 9: Volumen unitario de agua de mezclado para asentamientos y tamaño máximo nominal

| TMN | Volumen unitario de agua (Lt/m ³), para asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados | | | | | |
|------|---|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | 1" a 2" | | 3" a 4" | | 6" a 7" | |
| | Agregado redondeado | Agregado angular | Agregado redondeado | Agregado angular | Agregado redondeado | Agregado angular |
| 3/8" | 185 | 212 | 201 | 227 | 230 | 250 |
| 1/2" | 182 | 201 | 197 | 216 | 219 | 238 |
| 3/4" | 170 | 189 | 185 | 204 | 208 | 227 |

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1" | 163 | 182 | 178 | 197 | 197 | 216 |
| 1 1/2" | 155 | 170 | 170 | 185 | 185 | 204 |
| 2" | 148 | 163 | 163 | 178 | 178 | 197 |
| 3" | 136 | 151 | 151 | 167 | 163 | 182 |

Fuente: Rivva (2007).

Los valores de la Tabla N° 9, corresponden a mezclas sin aire incorporado, para la elección del aire atrapado se tomará de la Tabla N° 10.

Tabla N° 10: Determinación del aire atrapado según el tamaño máximo nominal

| Tamaño máximo nominal | Aire atrapado |
|-----------------------|---------------|
| 3/8" | 3.00% |
| 1/2" | 2.50% |
| 3/4" | 2.00% |
| 1" | 1.50% |
| 1 1/2" | 1.00% |
| 2" | 0.50% |
| 3" | 0.30% |

Fuente: Rivva (2007).

2.2.15.6. Elección de la relación agua - cemento (a/c)

Existen dos criterios (por resistencia y por durabilidad), para la selección de la relación agua / cemento (a/c), de los cuales se elegirá el menor de los valores con el cual se garantiza el cumplimiento de las especificaciones. Es importante que la relación agua/cemento (a/c), seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

a.- Relación agua- cemento (a/c)

En la relación agua/cemento, la importancia del agua resulta de gran magnitud, ya que ella y su relación con el cemento están altamente ligados a una gran cantidad de

propiedades del material final que se obtendrá, en donde usualmente conforme más agua se adicione, aumenta la fluidez de la mezcla y por lo tanto su trabajabilidad y plasticidad, lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra; no obstante, también comienza a disminuir la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre.(Guevara et al/2011).

La relación a/c de diseño, que es el valor a ser seleccionado de las tablas, se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla, cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco (sss), es decir que no toma ni aporta agua. Mientras que la relación a/c afectiva, se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tiene en consideración la condición real de humedad del agregado. (Rivva López, 1992).

b.- Selección de la relación a/c por resistencia

- Esta Tabla N° 11 ó 12, es una adaptación de la confeccionada por el Comité 211 del ACI.
- La resistencia corresponde a ensayos en probetas cilíndricas estándar de: 15 cm x 30 cm, preparadas y curadas de acuerdo a la norma ASTM C31.
- La relación a/c se basa en TMN comprendidos entre 3/4" y 1". La resistencia producida por una relación a/c dada, deberá incrementarse conforme el TMN disminuye.

Fuente: Rivva López (1992).

Tabla N° 11: Relación a/c por resistencia a la compresión del concreto.

| F'c (28 días) | Relación a/c en peso | |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
| 150 | 0.80 | 0.71 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 400 | 0.43 | |
| 450 | 0.38 | |

Fuente: Comité ACI 211

Tabla N° 12: Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto

| Relación agua/cemento | Resistencia probable a los 28 días (f'cr) | |
|-----------------------|---|----------------------|
| | Sin aire incorporado | Con aire incorporado |
| 0.35 | 420 | 335 |
| 0.45 | 350 | 280 |
| 0.54 | 280 | 225 |
| 0.63 | 225 | 180 |
| 0.71 | 175 | 140 |
| 0.80 | 140 | 110 |

Fuente : Rivva (2007)

Tabla N° 13: Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.

| Resistencia a la compresión a los 28 días f'_{cr} (Kg/cm ²) | Relación agua/cemento de diseño en peso | |
|---|---|----------------------|
| | Sin aire incorporado | Con aire incorporado |
| 450.00 | 0.38 | |
| 400.00 | 0.43 | |
| 350.00 | 0.48 | 0.4 |
| 300.00 | 0.55 | 0.46 |
| 250.00 | 0.62 | 0.53 |
| 200.00 | 0.70 | 0.61 |
| 150.00 | 0.80 | 0.71 |

Fuente: Rivva (2007).

• **Relación agregado - cemento**

La relación agregado – cemento, típica varía entre 4:1 a 4.5:1, pero ésta depende fundamentalmente del tipo de agregado. Tanto la relación agua/cemento y la relación agregado/cemento, deben satisfacer las características de permeabilidad, capacidad de carga y durabilidad.

2.2.15.7. Cálculo del contenido de cemento

Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c, han sido estimadas la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto, es determinada dividiendo la cantidad de agua entre la relación a/c. Sin embargo, es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima. Tales requerimientos podrían ser especificados para asegurar un acabado satisfactorio.

$$\text{Contenido de cemento } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} \right) = \frac{\text{Contenido de agua de mezcla } \left(\frac{\text{L}}{\text{m}^3} \right)}{\text{Relación } \frac{a}{c} \text{ (para } f'_{cr})} \text{ --- (13)}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3) = \frac{\text{Contenido de cemento (Kg)}}{\text{Peso específico de cemento } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)} \text{ --- (14)}$$

2.2.16. Estimación del contenido de agregado grueso y fino

2.2.16.1. Método del módulo de finura de la combinación de agregados

Las investigaciones realizadas en la Universidad de Maryland, han permitido establecer que la combinación de los agregados fino y grueso cuando estos tienen granulometrías comprendidas dentro de los límites que se establece la norma ASTM C 33, debe producir un concreto trabajable en condiciones ordinarias y se aproxime a los valores indicados en la tabla N°14.

Actualmente en los diseños de mezcla se considera que para mezclas ricas de alta resistencia, agregado de 1 1/2" a 3/8" puede ser el más conveniente, en tanto que en mezclas de resistencia media es más conveniente emplear agregado grueso de 3/4" a 1", y para mezclas pobres los mejores resultados se obtendrían con tamaños máximos mayores. (Riwa López, 1992).

El módulo de fineza de agregados combinados (Abanto Castillo, pág. 30). Cuando se combinan materiales de diferentes dimensiones como arena y grava, el procedimiento para determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados es el siguiente:

- a) Se calcula el módulo de fineza de cada uno de los agregados por separado.
- b) Se calcula el factor en que cada uno de ellos entra en la combinación.
- c) El módulo de fineza de la combinación de agregados será igual a la suma de los productos de los factores indicados por el módulo de fineza de cada agregado.

Es decir, si llamamos módulo de fineza de la combinación de agregados a m_g , módulo de fineza del agregado fino a: m_f y módulo de fineza del Agregado Grueso a: m_g .

Tabla N° 14: Módulo de fineza de la combinación de agregados.

| TMN | Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de Cemento en sacos/metro cúbico indicados | | | | |
|--------|---|------|------|------|------|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3/8" | 3.88 | 3.96 | 4.04 | 4.11 | 4.19 |
| 1/2" | 4.38 | 4.46 | 4.54 | 4.61 | 4.69 |
| 3/4" | 4.88 | 4.96 | 5.04 | 5.11 | 5.19 |
| 1" | 5.18 | 5.26 | 5.34 | 5.41 | 5.49 |
| 1 1/2" | 5.48 | 5.56 | 5.64 | 5.71 | 5.79 |
| 2" | 5.78 | 5.86 | 5.94 | 6.01 | 6.09 |
| 3" | 6.08 | 6.16 | 6.24 | 6.31 | 6.39 |

Fuente: Rivva (2007).

De la tabla N°14, podemos obtener el módulo de fineza de la combinación de agregados (**mc**), al mismo tiempo se cuenta con el módulo de fineza del agregado fino (**mf**) y el módulo de fineza del agregado grueso (**mg**), de los cuales se hará uso para obtener el porcentaje de agregado fino respecto al volumen total de los agregados mediante el uso de la siguiente formula:

$$rf = \frac{mg - mc}{mg - mf} * 100 \text{ --- (15)}$$

rf: Porcentaje del volumen del agregado fino, con respecto al volumen total de los agregados.

mg: Módulo de fineza del agregado grueso.

mf: Módulo de fineza del agregado fino

• Cálculo de las proporciones en peso

Consiste en obtener los pesos de los componentes del Concreto respecto al peso del Cemento.

| | | | |
|---|---|---|--|
| Cemento: | agregado fino: | agregado grueso | agua |
| $\frac{\text{peso cemento}}{\text{peso cemento}}$ | $\frac{\text{peso del agregado fino}}{\text{peso del cemento}}$ | $\frac{\text{peso agregado grueso}}{\text{peso del cemento}}$ | $\frac{\text{agua efectiva}}{\text{peso del cemento}}$ |

2.2.16.2. Cálculo de las proporciones en volumen

Cemento: agregado fino: agregado grueso agua (L/bolsa)

$$\frac{\text{vol.del cemento}}{\text{vol. del cemento}} : \frac{\text{vol.del agregado fino}}{\text{vol.del cemento}} : \frac{\text{vol.del agregado grueso b}}{\text{vol.del cemento}} \quad \text{agua} \left(\frac{L}{\text{bolsa}} \right)$$

- Prueba de ensayos

El ensayo de aceptación se realiza para verificar cuantitativamente, si el concreto cumple con lo especificado en las normas técnicas.

2.2.17. Concreto en estado fresco

• Trabajabilidad

De acuerdo al comité ACI 309R, la trabajabilidad es aquella propiedad del mortero o del Concreto recién mezclado que determina la facilidad y homogeneidad con que puede ser mezclado, transportado, colocado, compactado y acabado.

• Estabilidad

Es el desplazamiento o flujo que se produce en el concreto sin mediar la aplicación de fuerzas externas. Se cuantifica por medio de la exudación y la segregación, evaluadas con métodos standard que permiten comparar dichas características entre varios diseños, siendo obvio que se debe buscar obtener los valores mínimos.

• Compactibilidad

Es la facilidad con que el concreto o mortero fresco es compactado o consolidado para reducir el volumen de vacíos y por lo tanto el aire atrapado.

• Movilidad

Es la facilidad del concreto a ser desplazado mediante la aplicación de trabajo externo. Se evalúa en función de la viscosidad, cohesión y resistencia interna al corte. La viscosidad viene dada por la fricción entre las capas de la pasta de cemento, la cohesión es la fuerza de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados y la resistencia interna al corte la provee la habilidad de las partículas de agregados a rotar y desplazarse dentro de la pasta.

2.2.17.1. Medios para evaluar la trabajabilidad del concreto en estado fresco

Para preparar mezclas de concreto que satisfagan las condiciones de obra, deben tomarse en cuenta las características que presenta el concreto en estado fresco, las cuales son verificables por medios accesibles y en conjunto se complementan para ofrecer una perspectiva global de su trabajabilidad.

Dichas características son:

- a) Homogeneidad y uniformidad
- b) Consistencia
- c) Estabilidad
- e) Compactibilidad

• Homogeneidad y Uniformidad

Torre (2004), señala que la homogeneidad es la cualidad que tiene un concreto para que sus componentes se distribuyan regularmente en la masa. Es posible considerar la homogeneidad del concreto fresco desde dos puntos de vista.

• Homogeneidad del mezclado.

Corresponde a la homogeneidad "en el seno de la bachada", esta depende esencialmente, del acto de mezclado, que involucra la forma y la secuencia como se administran los ingredientes.

• Homogeneidad de producción (uniformidad)

Para evaluar la homogeneidad y uniformidad al término del mezclado, se toman dos muestras de concreto fresco en diferentes porciones de la bachada ya sea después del 10% o bien, antes del 90% de la descarga, según lo establecido en la norma ASTM C94 y haciendo uso del método de muestreo descrito en la norma NTP 339.036 (ASTM C172).

• Consistencia (cohesión y viscosidad)

Rivva López (2010), advierte que la consistencia de concreto se relaciona principalmente con en el grado de movilidad alcanzado por las mezclas de concreto para diferentes condiciones de humedad; entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación.

El comité ACI 309R, clasifica al concreto por el asentamiento de la mezcla fresca.

El método de determinación empleado conocido como método del cono de asentamiento (NTP 339.035).

- **Estabilidad (segregación y exudación)**

Un concreto trabajable, en estado fresco, no debe presentar segregación ni exudación excesiva, que eventualmente originen fisuras por retracción plástica.

a.- Segregación

En los concretos con contenidos de piedra mayor del 55% en peso con respecto al peso total de agregados, es frecuente confundir la segregación con la apariencia normal de estos concretos, lo cual es muy simple de verificar obteniendo dos muestras de concreto fresco de sitios diferentes y comparar el contenido de gruesos por lavado, que no deben diferir en más del 6% (Pasquel, 1998).

b.- Contracción plástica

El comité ACI 224R, señala que las fisuras por contracción plástica son fisuras que aparecen en ocasiones, en la superficie del concreto fresco, poco después de haber sido colocado y cercano al tiempo en que se realiza el acabado. Estas fisuras se desarrollan por la pérdida de agua por la evaporación de la superficie del concreto y generalmente se asocian con los colados de climas cálidos.

2.2.18. Concreto en estado endurecido

a.- Resistencia

Se emplea la resistencia a la compresión, por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran al incrementarse esta resistencia. La resistencia a la compresión de un concreto (**f'c**) **debe ser alcanzada a los 28 días**, después de vaciado y realizado el curado respectivo. Se deben preparar 3 probetas de ensayo de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión en determinada edad, por el promedio. Evaluándose generalmente a las edades de 7, 14 y 28 días. Las probetas se retirarán de los moldes entre las 18 y 24 horas después de moldeadas, para luego sumergirlas en agua para su curado. (**Abanto Castillo, 2000**)

• **Ley de Powers**

La resistencia del concreto es función del grado de hidratación del cemento, de la relación gel/espacio ocupada por el gel y de la relación a/c, es decir:

$$S = 2380 x^3 \quad ; \text{ siendo } x = \frac{0.647 y}{0.319 y + a/c} \text{ --- (16)}$$

- S = Resistencia del concreto a los 28 días, en Kg/cm².
- X = Relación gel/espacio.
- Y = Grado de hidratación del cemento.
- a/c = Relación agua - cemento.

b. Módulo de Elasticidad

El Módulo de Elasticidad, definido por la ecuación $E = \text{esfuerzo} / \text{deformación}$ es una medida de la rigidez, o sea la resistencia del hormigón a la deformación. El módulo de elasticidad del hormigón estructural normalmente varía entre: 1.4×10^5 y 4.2×10^5 [Kg/cm²] y se suele asumir como 2.1×10^5 [Kg/cm²]. En general, los módulos de elasticidad se determinan a partir de pruebas a la compresión de cilindros de hormigón. (Quiroz Crespo & Salamanca Osuna, 2006).

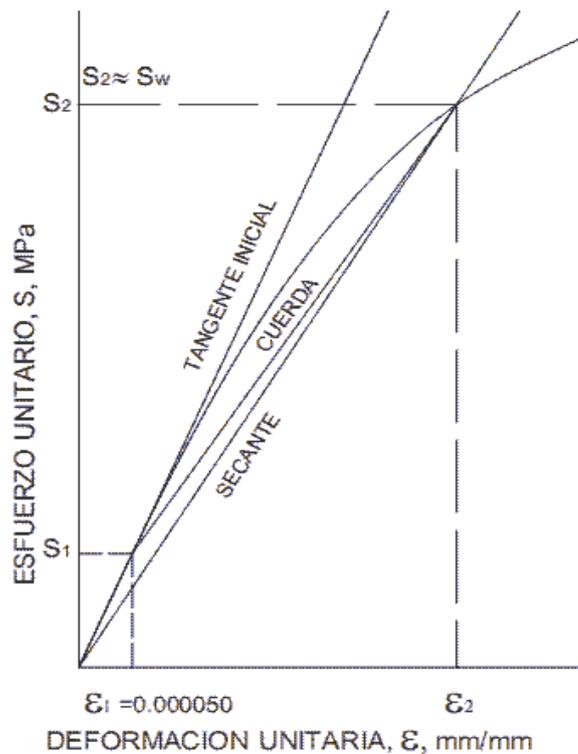


Figura N° 6.- Curva – Esfuerzo – Deformación para el hormigón.
Fuente: Quiroz Crespo et al. (2006).

Una ecuación de amplio uso para calcular el módulo de elasticidad, dado en el ACI 318M-02, relaciona el módulo de elasticidad con la resistencia a la compresión, f'_c [Kg/cm²] y el peso unitario del hormigón, W_c [Kg/m³]. Esta ecuación es satisfactoria para valores de W_c entre 1500 y 2500 Kg/m³. (Quiroz Crespo & Salamanca Osuna, 2006, pág. 126)

$$E_c \text{ [Kg/cm}^2\text{]} = W_c^{1.5} \times 0.14 \sqrt{f'_c} \text{ ----- (17)}$$

Para hormigón de peso normal el módulo de elasticidad, la ecuación se puede considerar como:

$$E_c \text{ [Kg/cm}^2\text{,]} = 15000 \sqrt{f'_c} \text{ ----- (18)}$$

c. Resistencia a la compresión del concreto

Las pruebas de compresión de los cilindros de concreto, se deben realizar sobre una máquina de pruebas calibrada, operada por motor, que proporcione una velocidad de carga uniforme de 1.4 a 3.5 Kg/cm² por segundo y que cumpla con los requisitos de ASTM E4, para las máquinas de prueba. Las superficies de apoyo deben ser planas y estar limpias y el cilindro debe estar centrado en las cabezas de prueba. Las pruebas de concretos con resistencias a compresión mayores de 420 Kg/cm², requieren de atención especial de la resistencia de los materiales usados para el cabeceo y a la rigidez de la máquina de pruebas. (Instituto Mexicano del cemento y del concreto, 1999). **(NTP 339.034/ASTM C39)**

Para el ensayo de compresión deben sumergirse en agua los cilindros por 24±4 horas inmediatamente antes de la rotura para asegurar una condición uniforme de humedad; o deben ensayarse tan pronto como sea posible, en estado húmedo; se llevan a la máquina de ensayo y se aplica carga a una velocidad constante (1.4 a 3.5 Kg/cm²/s) hasta que el cilindro falle. (Rivera López, 2002).

La Resistencia a la compresión se calcula así: (Rivera López, 2002)

$$R_c = \frac{P}{A} \text{ ----- (19)}$$

Donde:

P = Carga máxima aplicada en Kg.

A = Área de la sección transversal en cm².

R_c = Resistencia a la Compresión del cilindro en Kg/cm², con aproximación a 1 Kg/cm².

10 Kg/cm² = 1 MPa

Una práctica usual consiste en hacer una optimización preliminar antes de que las probetas de control tengan 28 días de edad (normalmente a 7 días), ya que es muy frecuente el tener la necesidad de contar con diseños aprobados a la brevedad. (Pasquel Carbajal, 1998).

2.3. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN

a. Medidas de tendencia central

Deben su nombre al hecho de que sus valores tienden a ocupar posiciones centrales o intermedias entre el menor y mayor valor del conjunto de datos, una de las medidas central más común que se usó en la presente investigación es la media aritmética.

- **La media aritmética**

Formula de la media aritmética de datos no tabulados.

La media aritmética o simplemente media (o promedio) de una muestra x_1, x_2, \dots, x_n , de tamaño “ n ” de una variable o característica x , se denota por “ $M(x)$ ” , y se define como la suma de todos los valores observados en la muestra , dividida por el número total de observaciones “ n ” es decir: (Luis Dicovski Riobóo, 2012).

$$M(x) = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \dots\dots\dots(20)$$

$$M(x) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots(21)$$

b. Medidas de dispersión o de variabilidad

Indican cuan dispersos están los datos, mientras mayor sea su valor, más dispersos se encuentran las observaciones. Las más importantes de ellos es la **varianza** y la desviación típica (o **desviación estándar**) y el coeficiente de variación. (Luis Dicovski Riobóo, 2012).

- **Varianza y desviación típica**

Estas medidas son más utilizadas en el estudio de la dispersión. La varianza mide la dispersión de los datos respecto a la media aritmética y la desviación típica o desviación estándar es simplemente la raíz cuadrada positiva de la varianza. Luis Dicovski Riobóo, 2012).

- **Desviación de una muestra**

La **desviación estándar** (σ) es igual a la raíz cuadrada de la diferencia entre el promedio de los cuadrados de los valores y el cuadrado del valor promedio.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots(22)$$

- **Varianza de una muestra**

La **varianza** o **variancia** de una muestra x_1, x_2, \dots, x_n , de una variable o característica x es $V(x)$, se define como la media del cuadrado de las desviaciones de las observaciones con respecto de la media aritmética de esos datos. Luis Dicovski y Riobóo, 2012).

- Para datos no tabulados.

$$V(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n} \dots\dots\dots(23)$$

Donde:

\bar{x} = Media aritmética de los datos.

X_i = Datos de la muestra.

$V(x)$ = Varianza de la muestra.

- **Coefficiente de variación**

En estadística cuando se desea hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se utiliza el **coeficiente de variación** (C.V).

$$C.V = \frac{\sigma}{M(X)} * 100\% \dots\dots\dots(24)$$

c. Método estadístico para el análisis de la información

El método de Tukey se utiliza en ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores mientras controla la tasa de error por familia en un nivel especificado. Es importante considerar la tasa de error por familia cuando se hacen comparaciones múltiples, porque la probabilidad de cometer un error de tipo I para una serie de comparaciones es mayor que la tasa de error para cualquier comparación individual. Para contrarrestar esta tasa de error más elevada, el método de Tukey ajusta el nivel de confianza de cada intervalo individual para que el nivel de confianza simultáneo resultante sea igual al valor que usted especifique. (Luis Rodríguez Ojeda, 2007).

d. Uso de comparaciones múltiples para evaluar las diferencias en las medias de grupo

Las comparaciones múltiples de las medias permiten examinar cuáles medias son diferentes y estimar el grado de diferencia. Usted puede evaluar la significancia estadística de las diferencias entre las medias usando un conjunto de intervalos de confianza, un conjunto de pruebas de hipótesis o ambos. Los intervalos de confianza permiten evaluar la significancia práctica de las diferencias entre las medias, además de la significancia estadística. Como es habitual, la hipótesis nula de no diferencia entre medias se rechaza si y solo si el intervalo de confianza no contiene el cero.

Para el análisis y evaluación de los datos obtenidos con los ensayos en el laboratorio, teniendo en consideración la Hipótesis planteada en la presente Tesis de investigación, se utilizó la Prueba de Tukey.

En **Estadística**, el análisis de la varianza (**ANOVA** por sus siglas en inglés, Analysis Of Variance) es una colección de modelos **estadísticos** y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas.

e. Prueba de Tukey

Sirve para probar todas las diferencias entre Medias de tratamiento de un Experimento.

- La única exigencia es que el número de repeticiones sea constante en todos los tratamientos.
- Sirve para comparar las medias de los tratamientos de dos a dos o sea para evaluar la Hipótesis:

$$H_0 : \quad \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \quad (\text{Las medias son iguales})$$

$$H_1 : \quad \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \quad (\text{Las medias son diferentes})$$

• Procedimiento

- 1.- Se calcula el valor crítico de todas las comparaciones por pares.
- 2.- Se obtiene el error Estándar de cada Promedio.
- 3.- Obtener el T_α .
- 4.- Calcular la diferencia de las medias y realizar las comparaciones con el valor crítico.

• Cuando utilizar Tukey

- Cuando el tamaño de las muestras seleccionadas para cada grupo son iguales.
- Cuando el interés fundamental es comparar promedios entre dos grupos y son múltiples las comparaciones que estamos haciendo, por lo tanto este TEST de TUKEY es el más utilizado.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Cemento**

El Cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas, posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la molienda entre estas rocas es llamada Clinker, esta se convierte en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse los agregado finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregado gruesos.

- **Concreto simple**

Concreto que no tiene armadura de refuerzo o que la tiene en una cantidad menor que el mínimo porcentaje especificado para el Concreto armado.

- **Concreto armado**

Concreto que tiene armadura de refuerzo, en una cantidad igual o mayor que la requerida en la norma técnica Peruana y en el que ambos materiales actúan juntos para resistir esfuerzos de compresión y flexibilidad.

- **Concreto de peso normal**

Es un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 Kg/m³.

- **Concreto pre fabricado**

Elementos de concreto simple o armado fabricados, en una ubicación diferente a su posición final en la estructura en estado endurecido.

- **Concreto ciclópeo**

Es el concreto simple en cuya masa se incorporan un porcentaje de piedra grande y mediana según el diseño, no contiene armadura.

- **Concreto de cascote**

Es el constituido por cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y agua.

- **Concreto premezclado**

Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra en estado fresco.

- **Agregados**

Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable.

- **El agregado fino**

Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

- **El agregado grueso**

Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

- **Agua**

El agua de la mezcla debe ser limpia y libre de impurezas y en general debe ser potable.

- **Aditivo**

Un aditivo es definido, tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125, como "un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o "fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado".

- **Bachada**

Cantidad de mezcla asfáltica o de concreto que se prepara durante un ciclo del mezclador en las plantas de tipo discontinuo o por peso.

- **Concreto Fluido**

Es un material premezclado de resistencia controlada, compuesto por cemento Portland, arena, grava, agua, aditivos reductores de agua de alto rango y súperplastificantes.

- **Concreto Autocompactante**

Conocido también como concreto autoconsolidante, es un concreto altamente fluido sin segregación que puede ser extendido en el sitio, llenando la formaleta y encapsulando el refuerzo, sin ningún tipo de consolidación mecánica.

- **Revenimiento**

Propiedad del concreto en estado fresco, que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación.

La consistencia está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad, así por ejemplo, una mezcla muy trabajable para pavimentos puede ser muy consistente, en tanto que una mezcla poco trabajable en estructuras con alta concentración de acero puede ser de consistencia plástica. (Lezama Leiva, 1996).

El método de determinación empleado es conocido como método de cono de asentamiento, de Abrams o de Slump y define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o milímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica. (Rivva ,1999).

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis General

- El uso del aditivo sika visocrete – 3330, incrementa en más del 20% la resistencia del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, a edades tempranas de: 3, 5, 7, 14 y 28 días.

3.2. VARIABLES/CATEGORÍAS

3.2.1. Variable dependiente

- Resistencia del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, a edades tempranas.

3.2.2. Variable independiente

- Porcentaje (%) de aditivo sika visocrete – 3330.

Cuadro N° 01: Operacionalización / Categorización de los componentes de las hipótesis.

| Hipótesis | Variables | Definición conceptual | Definición / operacionalización de las variables | |
|---|--|---|---|--|
| | | | Indicadores | Fuente o instrumento de recolección |
| El uso del aditivo viscocrete - 3330, incrementa la resistencia del concreto, en más de 20% a edades tempranas de: 3, 5, 7, 14 y 28 días. | Resistencia del concreto $F'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, a edades tempranas | Máximo esfuerzo a compresión axial que puede soportar un espécimen de concreto $F'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$ | Resistencia del concreto $F'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, a edades tempranas | Máquina universal de ensayo a la compresión axial de especímenes de concreto |
| | Porcentaje (%) de aditivo viscocrete - 3330 Kg/cm^2 | Porcentaje de aditivo por metro cúbico de concreto $F'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$. | Porcentaje de aditivo sika viscocrete (%) | Porcentaje del peso del cemento |

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación Geográfica

El trabajo de investigación se desarrolló en la Ciudad de Cajamarca, se utilizó la Cantera “La Victoria” , que se encuentra ubicada en el Km 4+300 de la carretera Cajamarca – Jesús, a la altura del fundo “La Victoria” de propiedad de la Universidad Nacional de Cajamarca, geográficamente se encuentra entre los paralelos $7^{\circ}11'04''$ y $7^{\circ}11'07''$ de latitud sur y meridianos $78^{\circ}27'53''$ y $78^{\circ}27'59''$ de longitud oeste respectivamente , con las coordenadas UTM: (E 779854.37, N 9205018.09)

- Plano de ubicación (ver anexos pg.155).

4.2. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación elegido en la tesis, es el diseño experimental con Posprueba únicamente y grupo de control, este diseño incluye dos grupos: uno recibe el tratamiento experimental y el otro no (grupo de control). Es decir, la manipulación de la variable independiente alcanza sólo dos niveles: presencia y ausencia. Cuando concluye la manipulación, a ambos grupos se le administra una medición sobre la variable dependiente de estudio. (Mayta 2014).

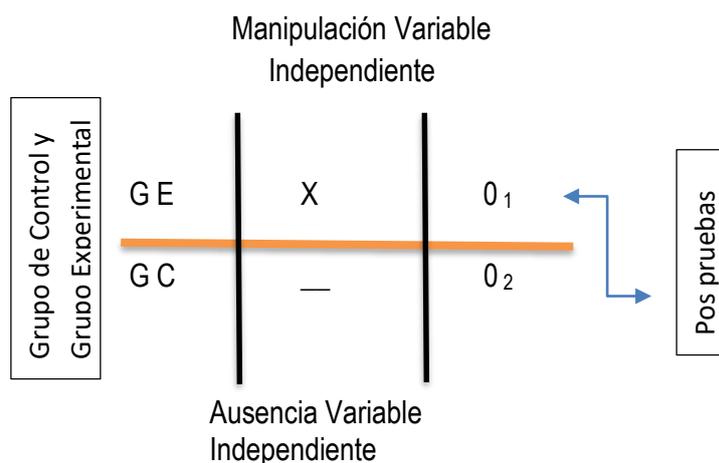


Fig. N° 7: Esquema del diseño experimental con Posprueba únicamente y grupo de control. Fuente: (Mayta 2014).

4.3. Método de Investigación

El procedimiento consistió en la fabricación de probetas de concreto patrón de $f'c= 350$ Kg/cm² sin aditivo y la fabricación de probetas de concreto de $f'c= 350$ Kg/cm² con aditivo Sika Viscocrete -3330, se usó el método hipotético deductivo siguiendo cada uno de sus pasos: observación de la realidad problemática a estudiar, formulación de la hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados supuestos.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

Para llevar a cabo la investigación se usó el criterio de homogeneidad de los miembros de la muestra, el tiempo el periodo donde se ubica la población de interés, el lugar donde está la muestra y la cantidad es decir el tamaño de la muestra teniendo en cuenta que se trató de una investigación experimental por lo tanto se realizó el control de las variables.

La unidad de análisis fue denominada "especímenes de concreto". La población de estudio consistió en un total de 250 especímenes de concreto de $f'c= 350$ Kg/cm², de las cuales 50 especímenes fueron el grupo de control fabricadas sin aditivo y 200 especímenes conformaron el grupo experimental fabricadas con aditivo viscocrete – 3330, en porcentajes de 1%, 1.8%, 1.5% y 2%, por lo tanto la muestra fue intencional, luego se realizó el ensayo de su resistencia a la compresión en ambos casos a edades tempranas de: 3, 5, 7, 14 días y 28 días, de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla N° 15: Determinación del tamaño de la muestra de investigación

| Probetas a ensayar en laboratorio | Aditivo sika viscocrete - 3330 porcentaje (%) | Relación a/c | Edad de las probetas | | | | | Sub total |
|--|---|--------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|
| | | | 3 días | 5 días | 7 días | 14 días | 28 días | |
| Concreto F'c=350 Kg/cm ² , patrón | - | 0.48 | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 50 probetas |
| Concreto F'c=350 Kg/cm ² | 1% | 0.48 | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 50 probetas |
| Concreto F'c=350 Kg/cm ² | 1.5% | 0.48 | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 50 probetas |
| Concreto F'c=350 Kg/cm ³ | 1.8% | 0.48 | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 50 probetas |
| Concreto F'c=350 Kg/cm ² | 2% | 0.48 | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 10 probetas | 50 probetas |
| | | | | | | | 250 | |
| | | | | | | | Total | probetas |

I: Cemento Tipo I

J: Aditivo Superplastificante. Sika Viscocrete – 3330

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

Técnica de observación directa de la carga y deformación del concreto en la máquina de resistencia a la compresión del laboratorio de ensayo de materiales. Se utilizó como instrumentos de recopilación de información fichas de registro.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Se utilizó la técnica de análisis estadístico, se aplicó de estadígrafos de tendencia central y de dispersión, también hojas de cálculo mediante Microsoft Excel 2013.

4.7. Componentes, equipos, materiales y herramientas usadas

Cemento: Cemento Portland Tipo I.

Agregados: Fino (arena), grueso (piedra chancada), la cantera la “Victoria”.

Agua: Potable, proveniente de la red pública de servicio de agua en Cajamarca.

Aditivos: Sika Viscocrete - 3330.

Equipos: Estufa, balanza, prensa hidráulica, deformímetro, cronómetro, cono de Abrams, máquina de los ángeles, mezcladora de concreto, computadora e impresora.

Materiales: Juego de tamices, probetas de vidrio, molde cónico, canastilla metálica, moldes, recipientes, papel y libreta de apuntes.

Herramientas: Regla metálica graduada, marcador de concreto, badilejo, carretilla, martillo de goma, palanas y cucharón.

4.8 : MATRIZ DE CONSISTENCIA METODOLÓGICA

| TÍTULO | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | | INDICADORES | METODOLOGÍA | POBLACIÓN Y MUESTRA |
|--|--|--|---|---------------|--------------------------------|--|---|--|
| "INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 350 KG/CM ² , A EDADES TEMPRANAS CAJAMARCA-2018" | ¿Cuál es la influencia del aditivo sika viscocrete - 3330 , en la resistencia del concreto f'c= 350 Kg/cm ² , a edades tempranas. | <p>Objetivo General.</p> <p>Determinar la influencia del aditivo sika viscocrete - 3330, en la resistencia del concreto f'c= 350 Kg/cm², a edades tempranas.</p> | <p>El uso del aditivo sika viscocrete - 3330 , incrementa en más del 20%, la resistencia del concreto f'c= 350 Kg/cm², a edades tempranas de : 3,5,7,14 y 28 días.</p> | INDEPENDIENTE | Aditivo sika viscocrete - 3330 | Porcentaje de aditivo por Kg. de cemento | Se utilizó el método experimental - aplicativo, obtención de datos mediante ensayos de laboratorio. | Población: La población son todas las probetas de concreto f'c= 350 Kg/cm ² , ensayadas dentro del ámbito del Departamento de Cajamarca |
| | | <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión del concreto f'c= 350 Kg/cm², sin aditivo a edades tempranas de: 3, 5, 7,14 y 28 días respectivamente.</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión del concreto f'c= 350 Kg/cm², con aditivo del: 1%,1.5%, 1.8% y 2%, a edades tempranas de: 3, 5,7, 14 y 28 días respectivamente.</p> | | | | | | |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|
| | <p>Comparar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, elaborado sin aditivo, con la resistencia a la compresión del concreto con aditivo sika viscocrete-3330, con porcentajes del 1%, 1.5 %, 1.8% y 2%, a edades tempranas de 3,5, 7,14 y 28 días.</p> | <p>$f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, a edades tempranas</p> | <p>Resistencia a la compresión del concreto</p> | <p>las especificaciones de los materiales para la elaboración del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$</p> | <p>Tesis se utilizaron 50 probetas elaboradas sin aditivo y 200 probetas elaboradas con aditivo sika viscocrete-3330</p> |
|--|---|---|---|---|--|

CUADRO N° 02.

4.9. OBTENCIÓN DE DATOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.9.1. Determinación de propiedades físico mecánicas de los agregados

Una vez obtenidos los agregados, éstos fueron transportados al laboratorio de ensayo de materiales, para realizar todos los ensayos necesarios.

a. Peso específico y absorción

Se realizó según los requerimientos de la norma NTP 400.021 y ASTM C 127 para el agregado grueso y la NTP 400.022 y ASTM C 128 para el agregado fino.

b. Peso unitario.

Se realizó según lo indicado en la norma NTP 400.022-021, ASTM C-29.

c. Contenido de humedad.

Se realizó según lo solicitado por la norma NTP 339.185, ASTM C-70

d. Análisis granulométrico.

Se realizó de acuerdo a las normas NTP 400.012, ASTM C-136, AASHTO T- 27.

e. Material más fino que el tamiz N°200.

Se realizó según de acuerdo con la norma NTP 400.018

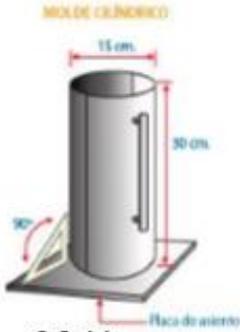
f. Resistencia a la abrasión.

Se realizó según las indicaciones de la norma (NTP 400.019)

4.9.2. Procedimiento de diseño de mezclas.

a. Selección de equipo y materiales

- Balanza con capacidad apropiada 30 Kg.
- Probeta cilíndrica, graduada y de 1000 cm³.
- Herramientas: palanas, badilejo, baldes, cucharón, enrasador.
- Cono de Abrams, para medir el asentamiento.
- Varilla de acero semiredondeada, para la compactación de la mezcla en cada una de los especímenes, liso de 60 cm de largo y de 5/8" de diámetro.
- Aceite para generar una fina lámina en las paredes interiores de los especímenes y así evitar la adherencia del concreto al momento del desmoldado.
- Mezcladora de concreto, denominado comúnmente "trompo" por su forma.
- Comba de goma.

| | | |
|---|---|---|
|  <p>Moldes metálicos</p> |  <p>Cono de Abrams</p> |  <p>Juego de tamices</p> |
|  <p>Estufa</p> |  <p>Cemento Pacasmayo</p> |  <p>Balanza</p> |



Máquina mezcladora de concreto.



Cilindro con el aditivo sika vicocrete

Fig. N° 8: Relación de maquinaria simple, equipos, instrumentos y materiales usados en el laboratorio para la presente investigación.

b. Procedimiento.

Para el diseño de mezcla se siguió el siguiente procedimiento:

Se realizó el diseño de mezclas, para un $F'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, con las propiedades encontradas de los agregados de la cantera "La Victoria" río Cajamarquino, agua potable y Cemento Portland tipo I, el diseño se realizó siguiendo los pasos del método del módulo de fineza de la combinación de agregados.

4.9.3. Elaboración de especímenes de concreto

a. Utilización de Equipos.

Se utilizó moldes cilíndricos para especímenes, varilla de compactación de 1.6 cm de diámetro por 60 cm de largo, martillo de goma de aproximadamente 0.5 Kg, probetas graduadas de vidrio, herramientas pequeñas (palanas, baldes, cucharones, badilejo, guantes, reglas, aceite), bandeja de metal, balanza, cono de Abrams, mezcladora de Concreto.

b. Procedimiento.

b.1. Mezclado.- Se realizó de acuerdo a lo especificado por la Norma Técnica Peruana NTP 339.033 b.2. Medición del asentamiento.- Se procedió a través del cono de Abrams de acuerdo a lo indicado en la norma NTP 339.035.

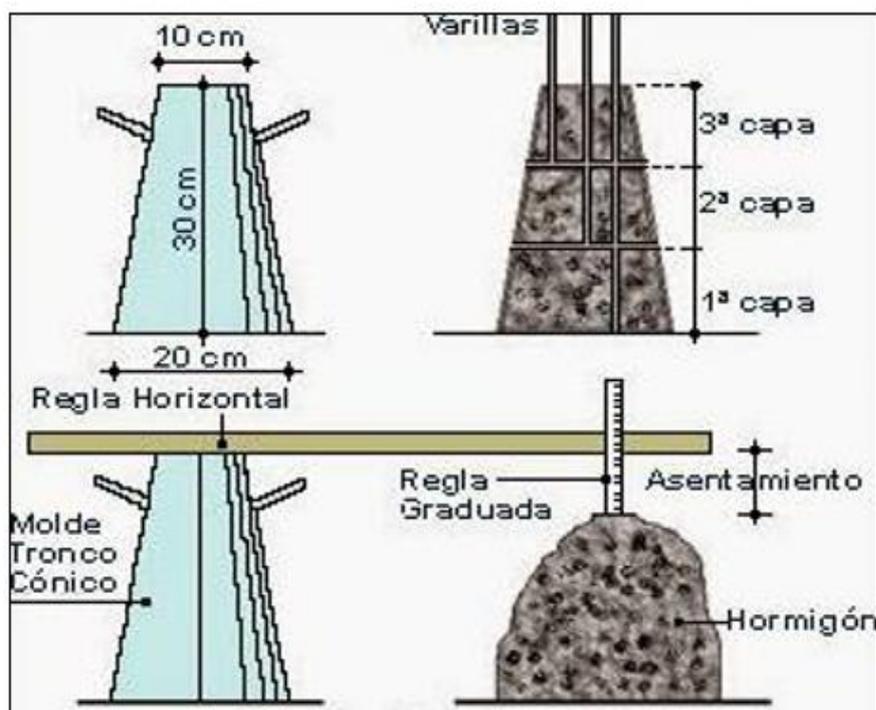


Figura N° 9.- Control del asentamiento (Slump). Fuente: Mayta (2014).

b.3. Elaboración de los especímenes de concreto.- Se siguió el procedimiento requerido por NTP 339.033.2015

Los moldes cilíndricos fueron llenados en 3 capas, con una profundidad de 10 cm, luego cada capa se apisonó dando 25 golpes con la varilla de compactación de 1.6 cm de diámetro por 60 cm de largo.

Se inició con elaboración de los especímenes de concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, sin aditivo, luego se continuó con la fabricación de los especímenes de concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo sika viscoconcrete – 3330, con diferentes porcentajes de: 1%, 1.5%, 1.8% y 2%, el número total de especímenes elaborados, fueron las que se indican en forma detallada en la tabla N° 15.

El número de probetas fabricadas diariamente ha variado entre 10 a 15 probetas, lo cual dependía del espacio disponible en la poza de curado y los ensayos de los especímenes en la máquina de prueba de Compresión.

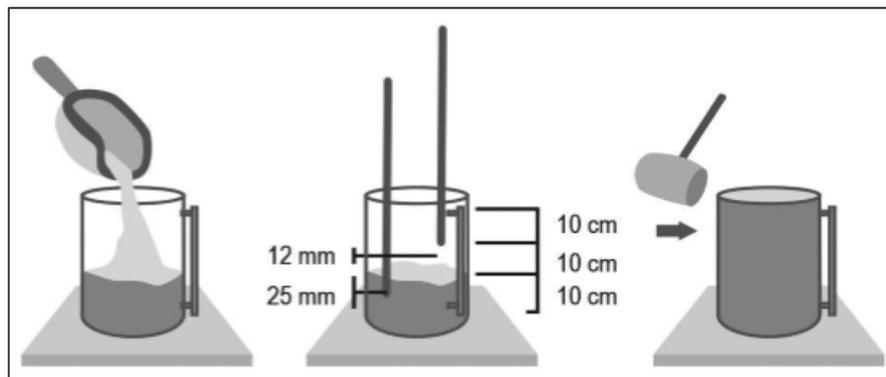


Figura 10: Llenado de moldes para elaboración de especímenes de Concreto.
Fuente: (Mayta, J, H.2014).

b.4. Curado de especímenes

Los especímenes fueron colocados en un lugar adecuado para su curado inicial durante 48 horas, se los codificó adecuadamente y traslado inmediatamente al pozo de curado del laboratorio y se lo introdujo completamente en el agua hasta completar las edades de: 3,5, 7, 14, y 28 días de elaborado.



Figura N°11.- Curado de especímenes de concreto.

4.9.4. Prueba de especímenes a la Compresión .Según la NTP339.034.

a. Selección de equipos.

Máquina de ensayo a la compresión, balanza, vernier, regla graduada, deformímetro.



Máquina de compresión axial

Figura N°12.- Balanza y máquina de ensayo de resistencia a la compresión del concreto.



Figura N°13: Equipos de medición utilizados en el laboratorio.

b. Procedimiento.

Los especímenes fueron ensayados a la compresión a los: 3,5, 7, 14 y 28 días, antes de su rotura de las probetas se pesó, se midió sus dimensiones de diámetro y altura, una vez registrado los datos anteriormente descritos, se procedió a la rotura de acuerdo a lo indicado por la norma NTP339.034.

c. Expresión de resultados.

Con los datos registrados de diámetro, altura, peso, carga de rotura, tipo de falla, se los procesó y analizó los resultados obtenidos.

Área: se calculó el área encontrando el diámetro promedio en cm y aplicando la fórmula de área de la sección circular:

$$A = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 \text{ ----- (25)}$$

Esfuerzo Axial: Representa la resistencia a la compresión (Kg/cm^2), se calculó dividiendo la carga de rotura en kilogramos entre el área en cm^2 .

$$RC = \frac{P}{A} \text{ ----- (26)}$$

4.9.5. Tratamiento y análisis de datos, presentación de resultados.

Antes del tratamiento y análisis de los datos y presentación de resultados, según el diseño de la investigación, se trató y analizó los datos y se presentó los resultados de las características de los materiales utilizados en la mezcla tanto en los grupos de control (GC), como en los grupos de experimentación (GE).

Los resultados del tratamiento y análisis de los datos de las características de los materiales fueron del: cemento, agua, agregados y aditivos.

Se determinaron las siguientes características de los agregados en laboratorio: peso específico, absorción, peso unitario, contenido de humedad, análisis granulométrico, porcentaje del material más fino del tamiz N° 200.

Los datos se trataron y analizaron de acuerdo a los dos diseños de la investigación y se presentaron los resultados según las observaciones. La presentación de estos datos se dio en tablas y gráficos. En las tablas se consideraron: el número de orden, altura, diámetro, peso, la carga de rotura, el esfuerzo, tipo de falla, modo de falla, de cada uno de los especímenes tanto de los grupos de control como de los experimentales

En el análisis sólo se consideró el esfuerzo (resistencia a la compresión), que es la variable dependiente donde se midió la influencia de los aditivos y cementos utilizados (variables independientes).

El análisis de los datos de las observaciones , se realizó teniendo en consideración que para ello se tuvo dos grupos uno denominado grupo de control conformado por los grupos con código: GC, cada grupo constó de 10 especímenes y el otro grupo denominado grupo experimental, conformados por los grupos experimentales GE, cada grupo con 10 especímenes , posteriormente luego del curado respectivo se procedió a la rotura de las probetas a edades tempranas es decir a los 3, 5, 7 ,14 y 28 días respectivamente.

La información obtenida se registró en una tabla, para luego realizar el procesamiento Estadístico correspondiente, haciendo las comparaciones, que coincide con el logro de los dos primeros objetivos planteados en la investigación, con la presentación de sus resultados en una tabla de resumen. Finalmente, utilizando el método de la comparación, se analizaron los datos tanto de los grupos de control GC sin aditivo, con los grupos experimentales GE con aditivo sika viscocrete - 3330, para determinar el nivel de variación de resistencia a la compresión, coherente con el logro del objetivo.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, DEL GRUPO DE CONTROL SIN ADITIVO (GC) Y DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES (GE) CON ADITIVO SIKA VISCOCRETE – 3330

A continuación se presentan las tablas, con los resultados obtenidos luego de realizar los ensayos en el laboratorio de resistencia a la compresión de los especímenes de concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, elaborados sin aditivo y especímenes de concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, elaborados con aditivo viscocrete-3330, en porcentaje de 1%, 1.5%, 1.8% y 2%, ensayados a edades tempranas de 3, 5, 7, 14 y 28 días.

5.2. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis y evaluación de los datos obtenidos con los ensayos en el laboratorio, teniendo en consideración la hipótesis planteada en la presente tesis de investigación, se utilizó la Prueba de Tukey.

5.3. RESULTADOS DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, DE GRUPO DE CONTROL SIN ADITIVO (GC) Y DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES CON ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DEL: 1%, 1.5%, 1.8% Y 2% (GE).

Tabla 16: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo

Cemento Portland Tipo I : a los 3 días, grupo de control (GC1)

Grupo de control GC1 : Cemento Portland Tipo I

| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
|-----------|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| 1 | 13098.00 | 30.10 | 15.10 | 179.08 | 10960.00 | 61.20 | 17.49% | Cono |
| 2 | 12986.00 | 30.11 | 15.15 | 180.27 | 9510.00 | 52.76 | 15.07% | Corte |
| 3 | 13032.00 | 30.15 | 15.12 | 179.55 | 10896.00 | 60.68 | 17.34% | Columnar |
| 4 | 12984.00 | 30.12 | 15.00 | 176.72 | 10265.00 | 58.09 | 16.60% | Cono |
| 5 | 12786.00 | 30.25 | 15.20 | 181.46 | 10785.00 | 59.43 | 16.98% | Cono |
| 6 | 12995.00 | 30.30 | 15.10 | 179.08 | 11290.00 | 63.04 | 18.01% | Corte |
| 7 | 13004.00 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 10242.00 | 56.82 | 16.23% | Corte |
| 8 | 12780.00 | 30.40 | 15.00 | 176.72 | 9879.00 | 55.90 | 15.97% | Columnar |
| 9 | 13075.00 | 30.10 | 15.12 | 179.55 | 10854.00 | 60.45 | 17.27% | Cono |
| 10 | 12630.00 | 30.24 | 15.13 | 179.79 | 9590.00 | 53.34 | 15.24% | Columnar |

Tabla 17: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo

Cemento Portland Tipo I : a los 5 días, grupo de control (GC2)

Grupo de control GC2 : Cemento Portland Tipo I

| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
|-----------|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| 1 | 12876 | 30.40 | 15.30 | 183.85 | 15196.00 | 82.65 | 23.61% | Cono |
| 2 | 12985 | 30.20 | 15.40 | 186.27 | 13594.00 | 72.98 | 20.85% | Corte |
| 3 | 13078 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 14780.00 | 81.45 | 23.27% | Cono |
| 4 | 12975 | 30.18 | 15.00 | 176.72 | 15297.00 | 86.56 | 24.73% | Columnar |
| 5 | 12862 | 30.25 | 15.20 | 181.46 | 14070.00 | 77.54 | 22.15% | Corte |
| 6 | 12578 | 30.30 | 15.10 | 179.08 | 15126.00 | 84.47 | 24.13% | Cono |
| 7 | 12654 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 14084.00 | 78.13 | 22.32% | Cono |
| 8 | 12930 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 13590.00 | 75.89 | 21.68% | Columnar |
| 9 | 12750 | 30.10 | 15.25 | 182.65 | 14190.00 | 77.69 | 22.20% | Columnar |
| 10 | 13035 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 13194.00 | 70.83 | 20.24% | Cono |

Tabla 18: Resultados de resistencia a la compresión concreto $f'c=350$ Kg/cm², especímenes sin aditivo Cemento Portland Tipo I : a los 7 días, grupo de control (GC3)

| Grupo de control GC3 : Cemento Portland Tipo I | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm ² | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12895 | 30.40 | 15.25 | 182.65 | 24150.00 | 132.22 | 37.78% | Columnar |
| 2 | 12895 | 30.20 | 15.40 | 186.27 | 23594.00 | 126.67 | 36.19% | Cono |
| 3 | 12995 | 30.15 | 15.25 | 182.65 | 22896.00 | 125.35 | 35.81% | Cono |
| 4 | 12978 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 21514.00 | 119.35 | 34.10% | Corte |
| 5 | 12992 | 30.25 | 15.35 | 185.06 | 20876.00 | 112.81 | 32.23% | Corte |
| 6 | 12891 | 30.30 | 15.40 | 186.27 | 20478.00 | 109.94 | 31.41% | Columnar |
| 7 | 13002 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 19127.00 | 106.10 | 30.32% | Corte |
| 8 | 12875 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 21325.00 | 119.08 | 34.02% | Cono |
| 9 | 12845 | 30.10 | 15.25 | 182.65 | 22442.00 | 122.87 | 35.10% | Corte |
| 10 | 12968 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 23015.00 | 123.56 | 35.30% | Corte |

Tabla 19: Resultados de resistencia a compresión del concreto $f'c=350$ Kg/cm², especímenes sin aditivo Cemento Portland Tipo I : a los 14 días, grupo de control (GC4)

| Grupo de control GC4 : Cemento Portland Tipo I | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm ² | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12788 | 30.50 | 15.25 | 182.65 | 32150.00 | 176.02 | 50.29% | Cono |
| 2 | 12912 | 30.22 | 15.40 | 186.27 | 32590.00 | 174.97 | 49.99% | Cono |
| 3 | 12778 | 30.15 | 15.25 | 182.65 | 31692.00 | 173.51 | 49.57% | Corte |
| 4 | 12679 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 32109.00 | 178.12 | 50.89% | Columnar |
| 5 | 12944 | 30.21 | 15.35 | 185.06 | 30652.00 | 165.63 | 47.32% | Cono |
| 6 | 12539 | 30.35 | 15.40 | 186.27 | 32453.00 | 174.23 | 49.78% | Cono |
| 7 | 12695 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 32170.00 | 178.46 | 50.99% | Corte |
| 8 | 12811 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 30112.00 | 168.15 | 48.04% | Cono |
| 9 | 12500 | 30.30 | 15.25 | 182.65 | 30354.00 | 166.18 | 47.48% | Corte |
| 10 | 12486 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 32101.00 | 172.34 | 49.24% | Columnar |

**Tabla 20: Resultados de resistencia a compresión del concreto $f'c=350$ Kg/cm², especímenes sin aditivo
Cemento Portland Tipo I : a los 28 días, grupo de control (GC5)**

| Grupo de control GC5 : Cemento Portland Tipo I | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Area cm ² | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12844 | 30.50 | 15.10 | 179.08 | 66210.00 | 369.72 | 105.64% | Corte |
| 2 | 12618 | 30.22 | 15.30 | 183.85 | 65390.00 | 355.66 | 101.62% | Cono |
| 3 | 12598 | 30.15 | 15.22 | 181.94 | 65896.00 | 362.19 | 103.48% | Corte |
| 4 | 12875 | 30.18 | 15.16 | 180.51 | 64709.00 | 358.49 | 102.43% | Cono |
| 5 | 12479 | 30.21 | 15.19 | 181.22 | 65680.00 | 362.43 | 103.55% | Columnar |
| 6 | 12954 | 30.35 | 15.20 | 181.46 | 63972.00 | 352.54 | 100.73% | Columnar |
| 7 | 12651 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 64980.00 | 360.47 | 102.99% | Corte |
| 8 | 12763 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 65127.00 | 358.91 | 102.55% | Cono |
| 9 | 12893 | 30.30 | 15.25 | 182.65 | 67590.00 | 370.04 | 105.73% | Cono |
| 10 | 12910 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 67226.00 | 360.92 | 103.12% | Corte |

**Tabla 21: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $F'c=350$ Kg/cm², especímenes con aditivo del 1 %
Cemento Portland Tipo I : a los 3 días, grupo experimental (GE1)**

| Grupo experimental GE1 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|--|-----------|--------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm ² | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12995.00 | 30.30 | 15.12 | 179.55 | 22650.00 | 126.15 | 36.04% | Corte |
| 2 | 13008.00 | 30.25 | 15.14 | 180.03 | 23590.00 | 131.03 | 37.44% | Corte |
| 3 | 12868.00 | 30.15 | 15.22 | 181.94 | 23896.00 | 131.34 | 37.53% | Cono |
| 4 | 13002.00 | 30.18 | 15.16 | 180.51 | 22809.00 | 126.36 | 36.10% | Cono |
| 5 | 12768.00 | 30.12 | 15.19 | 181.22 | 22549.00 | 124.43 | 35.55% | Corte |
| 6 | 12945.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 23430.00 | 129.12 | 36.89% | Cono |
| 7 | 13040.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 22345.00 | 123.96 | 35.42% | Corte |
| 8 | 13102.00 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 24786.00 | 136.59 | 39.03% | Columnar |
| 9 | 12965.00 | 30.30 | 15.25 | 182.65 | 24440.00 | 133.80 | 38.23% | Corte |
| 10 | 13062.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 22590.00 | 124.49 | 35.57% | Cono |

Tabla 22: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1 %

Cemento Portland Tipo I : a los 14 días, grupo experimental (GE4)

Grupo experimental GE4 : Aditivo sika viscocrete - 3330

| Tabla 22. Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo de 1 % | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| Grupo experimental GE2 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
| 1 | 12715 | 30.14 | 15.12 | 179.55 | 53070.00 | 295.57 | 84.45% | Columnar |
| 2 | 12868 | 30.17 | 15.14 | 180.03 | 54590.00 | 303.23 | 86.64% | Corte |
| 3 | 12617 | 30.15 | 15.22 | 181.94 | 55896.00 | 307.23 | 87.78% | Corte |
| 4 | 12974 | 30.20 | 15.16 | 180.54 | 57809.00 | 320.46 | 91.58% | Cono |
| 5 | 12858 | 30.18 | 15.14 | 180.03 | 56649.00 | 314.09 | 89.33% | Columnar |
| 6 | 12619 | 30.17 | 15.20 | 181.06 | 57677.00 | 318.85 | 90.88% | Corte |
| 7 | 12987 | 30.20 | 15.18 | 180.31 | 56010.00 | 310.68 | 88.77% | Columnar |
| 8 | 12510 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 54980.00 | 302.99 | 86.57% | Columnar |
| 8 | 12667 | 30.25 | 15.25 | 182.65 | 57312.00 | 313.86 | 89.65% | Corte |
| 10 | 12684 | 30.20 | 15.18 | 180.99 | 56218.00 | 311.33 | 89.68% | Corte |
| 8 | 12842 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 30750.00 | 169.46 | 48.42% | Columnar |
| 9 | 12775 | 30.30 | 15.25 | 182.65 | 31230.00 | 170.98 | 48.85% | Cono |
| 10 | 12695 | 30.14 | 15.40 | 186.27 | 31590.00 | 169.60 | 48.46% | Cono |

Tabla 23: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1 %

Cemento Portland Tipo I : a los 28 días, grupo experimental (GE5)

Grupo experimental GE5 : Aditivo sika viscocrete - 3330

| Tabla 23. Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1 % | | | | | | | | |
|--|-----------|-------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| Grupo experimental GE3 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
| 1 | 12874 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 69650.00 | 386.37 | 110.39% | Corte |
| 2 | 12904 | 30.17 | 15.17 | 180.03 | 70590.00 | 390.55 | 111.30% | Cono |
| 3 | 12865 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 68996.00 | 380.23 | 108.64% | Columnar |
| 4 | 12868 | 30.20 | 15.18 | 180.96 | 72452.00 | 400.63 | 114.13% | Columnar |
| 5 | 12590 | 30.25 | 15.19 | 180.03 | 70150.00 | 392.10 | 114.90% | Columnar |
| 6 | 12892 | 30.15 | 15.20 | 180.96 | 70080.00 | 389.20 | 114.14% | Corte |
| 7 | 12658 | 30.20 | 15.16 | 180.27 | 71260.00 | 395.96 | 112.99% | Corte |
| 8 | 12048 | 30.30 | 15.20 | 180.96 | 69186.00 | 382.28 | 108.79% | Columnar |
| 9 | 12980 | 30.25 | 15.20 | 180.96 | 72190.00 | 402.82 | 114.32% | Columnar |
| 10 | 12997 | 30.20 | 15.20 | 180.26 | 71340.00 | 396.66 | 112.13% | Cono |
| 8 | 12776 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 31736.00 | 174.89 | 49.97% | Cono |
| 9 | 12812 | 30.30 | 15.25 | 182.65 | 33010.00 | 180.72 | 51.64% | Cono |
| 10 | 13002 | 30.25 | 15.20 | 181.46 | 31995.00 | 176.32 | 50.48% | Cono |

**Tabla 26: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo de 1.5 %
Cemento Portland Tipo I : a los 3 días, grupo experimental (GE6)**

| Grupo experimental GE6 : Aditivo sika viscoconcrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12996.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 23650.00 | 131.19 | 37.48% | Columnar |
| 2 | 13102.00 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 24320.00 | 134.56 | 38.44% | Corte |
| 3 | 12876.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 25896.00 | 142.71 | 40.77% | Cono |
| 4 | 12879.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 27809.00 | 153.66 | 43.90% | Cono |
| 5 | 12994.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 26549.00 | 146.50 | 41.86% | Corte |
| 6 | 13014.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 28762.00 | 158.50 | 45.29% | Columnar |
| 7 | 13001.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 26523.00 | 147.13 | 42.04% | Columnar |
| 8 | 13102.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 27659.00 | 152.43 | 43.55% | Corte |
| 9 | 12875.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 28590.00 | 159.02 | 45.43% | Columnar |
| 10 | 13012.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 27590.00 | 152.05 | 43.44% | Cono |

**Tabla 27: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo de 1.5 %
Cemento Portland Tipo I : a los 5 días, grupo experimental (GE7)**

| Grupo experimental GE7 : Aditivo sika viscoconcrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12878 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 34650.00 | 192.21 | 54.92% | Columnar |
| 2 | 13003 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 33590.00 | 187.57 | 53.59% | Columnar |
| 3 | 12847 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 33896.00 | 186.80 | 53.37% | Cono |
| 4 | 12540 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 32509.00 | 179.63 | 51.32% | cono |
| 5 | 12763 | 30.18 | 15.20 | 181.46 | 35549.00 | 195.91 | 55.97% | Cono |
| 6 | 12912 | 30.17 | 15.10 | 179.08 | 33000.00 | 184.28 | 52.65% | Cono |
| 7 | 12764 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 31345.00 | 173.88 | 49.68% | Cono |
| 8 | 12893 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 32138.00 | 177.11 | 50.60% | Corte |
| 9 | 12781 | 30.25 | 15.14 | 180.03 | 33590.00 | 186.58 | 53.31% | Corte |
| 10 | 13010 | 30.24 | 15.00 | 176.72 | 32590.00 | 184.42 | 52.69% | Cono |

Tabla 28: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.5 %

Cemento Portland Tipo I : a los 7 días, grupo experimental (GE8)

| Grupo experimental GE10 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12985 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 42650.00 | 241.35 | 68.96% | Corte |
| 2 | 12796 | 30.40 | 15.24 | 182.42 | 43590.00 | 238.96 | 68.27% | Cono |
| 3 | 12895 | 30.15 | 15.10 | 179.08 | 43896.00 | 245.12 | 70.03% | Cono |
| 4 | 12895 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 45009.00 | 248.69 | 71.06% | Cono |
| 5 | 12878 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 45549.00 | 251.35 | 71.81% | Columnar |
| 6 | 13000 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 43000.00 | 236.97 | 67.71% | Columnar |
| 7 | 12997 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 43750.00 | 242.70 | 69.34% | Corte |
| 8 | 12776 | 30.30 | 15.12 | 179.55 | 44168.00 | 245.99 | 70.28% | Cono |
| 9 | 12675 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 44590.00 | 248.01 | 70.86% | Columnar |
| 10 | 13002 | 30.24 | 15.15 | 180.27 | 42590.00 | 236.26 | 67.50% | Columnar |

Tabla 29: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo de 1.5 %

Cemento Portland Tipo I : a los 14 días, grupo experimental (GE9)

| Grupo experimental GE11 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12860 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 63093.00 | 350.00 | 100.00% | Columnar |
| 2 | 12578 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 63098.00 | 349.10 | 99.74% | Corte |
| 3 | 12630 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 64555.00 | 355.76 | 101.64% | Columnar |
| 4 | 12600 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 62809.00 | 347.05 | 99.16% | Corte |
| 5 | 12592 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 63058.00 | 347.96 | 99.42% | Cono |
| 6 | 12520 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 64712.00 | 356.62 | 101.89% | Columnar |
| 7 | 12781 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 63045.00 | 349.73 | 99.92% | Corte |
| 8 | 12943 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 63548.00 | 350.21 | 100.06% | Corte |
| 9 | 12784 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 63124.00 | 351.10 | 100.31% | Corte |
| 10 | 12778 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 62432.00 | 344.06 | 98.30% | Columnar |

Tabla 30: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.5 %

Cemento Portland Tipo I : a los 28 días, grupo experimental (GE10)

| Grupo experimental GE10 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12665 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 75770.00 | 420.32 | 120.09% | Columnar |
| 2 | 12784 | 30.40 | 15.00 | 176.72 | 75590.00 | 427.75 | 122.21% | Columnar |
| 3 | 12976 | 30.15 | 15.30 | 183.85 | 78896.00 | 429.12 | 122.61% | Corte |
| 4 | 12578 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 76809.00 | 424.40 | 121.26% | Cono |
| 5 | 12797 | 30.18 | 15.35 | 185.06 | 76876.00 | 415.42 | 118.69% | Cono |
| 6 | 12614 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 77244.00 | 425.68 | 121.62% | Corte |
| 7 | 12972 | 30.20 | 15.30 | 183.85 | 76985.00 | 418.73 | 119.64% | Columnar |
| 8 | 12518 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 78020.00 | 429.96 | 122.85% | Corte |
| 9 | 12945 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 77590.00 | 431.56 | 123.30% | Columnar |
| 10 | 12480 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 79590.00 | 427.29 | 122.08% | Corte |

Tabla 31: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo de 1.8 %

Cemento Portland Tipo I : a los 3 días, grupo experimental (GE11)

| Grupo experimental GE11 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12990 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 30650.00 | 170.03 | 48.58% | Columnar |
| 2 | 13108 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 31590.00 | 176.40 | 50.40% | Corte |
| 3 | 13025 | 30.15 | 15.15 | 180.27 | 30896.00 | 171.39 | 48.97% | Corte |
| 4 | 12874 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 31190.00 | 176.50 | 50.43% | Columnar |
| 5 | 12961 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 31976.00 | 176.45 | 50.41% | Cono |
| 6 | 12888 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 32012.00 | 176.41 | 50.40% | Cono |
| 7 | 13001 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 30126.00 | 170.48 | 48.71% | Columnar |
| 8 | 13010 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 32685.00 | 180.12 | 51.46% | Cono |
| 9 | 12876 | 30.25 | 15.25 | 182.65 | 31590.00 | 172.95 | 49.41% | Cono |
| 10 | 12942 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 30590.00 | 168.58 | 48.17% | Columnar |

Tabla 32: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350$ Kg/cm², especímenes con aditivo del 1.8 %

Cemento Portland Tipo I : a los 5 días, grupo experimental (GE12)

| Grupo experimental GE12 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|----------------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm² | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm² | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12990 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 42650.00 | 236.59 | 67.60% | Cono |
| 2 | 13007 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 43590.00 | 241.17 | 68.91% | Corte |
| 3 | 13054 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 41896.00 | 230.88 | 65.97% | Columnar |
| 4 | 12999 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 42809.00 | 236.54 | 67.58% | Corte |
| 5 | 13013 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 42549.00 | 234.79 | 67.08% | Columnar |
| 6 | 13015 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 41614.00 | 229.33 | 65.52% | Cono |
| 7 | 12989 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 42000.00 | 232.99 | 66.57% | Corte |
| 8 | 12878 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 41000.00 | 225.95 | 64.56% | Cono |
| 9 | 13001 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 40090.00 | 222.98 | 63.71% | Columnar |
| 10 | 12756 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 42590.00 | 234.71 | 67.06% | Columnar |

Tabla 33: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350$ Kg/cm², especímenes con aditivo del 1.8 %

Cemento Portland Tipo I : a los 7 días, grupo experimental (GE13)

| Grupo experimental GE13 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|----------------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm² | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm² | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12672 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 50050.00 | 277.64 | 79.33% | Columnar |
| 2 | 12586 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 49590.00 | 274.37 | 78.39% | Corte |
| 3 | 12770 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 48896.00 | 269.46 | 76.99% | Cono |
| 4 | 12774 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 50109.00 | 276.87 | 79.11% | cono |
| 5 | 12810 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 48745.00 | 268.98 | 76.85% | Cono |
| 6 | 12692 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 49320.00 | 271.80 | 77.66% | Columnar |
| 7 | 12900 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 46431.00 | 257.57 | 73.59% | Columnar |
| 8 | 12885 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 50345.00 | 277.45 | 79.27% | Corte |
| 9 | 12756 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 48542.00 | 269.99 | 77.14% | Cono |
| 10 | 12815 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 50325.00 | 277.34 | 79.24% | Cono |

**Tabla 34: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350$ Kg/cm², especímenes con aditivo de 1.8 %
Cemento Portland Tipo I : a los 14 días, grupo experimental (GE14)**

| Grupo experimental GE14 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm ² | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12673 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 64650.00 | 358.63 | 102.47% | Cono |
| 2 | 12870 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 63590.00 | 351.83 | 100.52% | Columnar |
| 3 | 12653 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 63896.00 | 352.12 | 100.61% | Columnar |
| 4 | 12581 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 64809.00 | 358.10 | 102.31% | Corte |
| 5 | 12583 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 64549.00 | 356.19 | 101.77% | Cono |
| 6 | 12750 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 63000.00 | 347.19 | 99.20% | Columnar |
| 7 | 12478 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 62988.00 | 349.42 | 99.83% | Columnar |
| 8 | 12759 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 65012.00 | 358.27 | 102.36% | Corte |
| 9 | 12689 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 64590.00 | 359.25 | 102.64% | Cono |
| 10 | 12700 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 63590.00 | 350.44 | 100.13% | Cono |

**Tabla 35: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350$ Kg/cm², especímenes con aditivo del 1.8 %
Cemento Portland Tipo I : a los 28 días, grupo experimental (GE15)**

| Grupo experimental GE15 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm ² | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12784 | 30.20 | 15.10 | 179.08 | 81665.00 | 456.03 | 130.29% | Corte |
| 2 | 12998 | 30.40 | 15.12 | 179.55 | 81230.00 | 452.40 | 129.26% | Corte |
| 3 | 12976 | 30.15 | 15.13 | 179.79 | 80456.00 | 447.50 | 127.86% | Columnar |
| 4 | 12987 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 81245.00 | 448.91 | 128.26% | Columnar |
| 5 | 13001 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 79865.00 | 440.71 | 125.92% | Corte |
| 6 | 13007 | 30.17 | 15.10 | 179.08 | 78880.00 | 440.48 | 125.85% | Corte |
| 7 | 12578 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 80890.00 | 448.72 | 128.21% | Columnar |
| 8 | 12875 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 81543.00 | 449.37 | 128.39% | Corte |
| 9 | 12772 | 30.40 | 15.13 | 179.79 | 80023.00 | 445.09 | 127.17% | Cono |
| 10 | 13012 | 30.30 | 15.18 | 180.98 | 81650.00 | 451.15 | 128.90% | Columnar |

Tabla 36: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350$ Kg/cm², especímenes con aditivo del 2 %

Cemento Portland Tipo I : a los 3 días, grupo experimental (GE16)

| Grupo experimental GE16 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm ² | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 13085 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 38656.00 | 214.44 | 61.27% | Cono |
| 2 | 13012 | 30.15 | 15.00 | 176.72 | 37590.00 | 212.72 | 60.78% | Columnar |
| 3 | 12954 | 30.10 | 15.20 | 181.46 | 36096.00 | 198.92 | 56.83% | Cono |
| 4 | 12876 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 37809.00 | 208.91 | 59.69% | Corte |
| 5 | 12796 | 30.18 | 15.18 | 180.98 | 37549.00 | 207.47 | 59.28% | Columnar |
| 6 | 12988 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 35236.00 | 194.18 | 55.48% | Cono |
| 7 | 13080 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 36745.00 | 203.84 | 58.24% | Cono |
| 8 | 12765 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 36000.00 | 198.39 | 56.68% | Cono |
| 9 | 13001 | 30.35 | 15.13 | 179.79 | 35670.00 | 198.40 | 56.68% | Columnar |
| 10 | 13100 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 34590.00 | 190.62 | 54.46% | Corte |

Tabla 37: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350$ Kg/cm², especímenes con aditivo del 2 %

Cemento Portland Tipo I : a los 5 días, grupo experimental (GE17)

| Grupo experimental GE17 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm ² | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12873 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 45650.00 | 253.24 | 72.35% | Columnar |
| 2 | 12987 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 42590.00 | 237.83 | 67.95% | Cono |
| 3 | 13002 | 30.15 | 15.12 | 179.55 | 46312.00 | 257.93 | 73.69% | Cono |
| 4 | 12995 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 43809.00 | 242.06 | 69.16% | Corte |
| 5 | 13002 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 44154.00 | 243.65 | 69.61% | Cono |
| 6 | 12751 | 30.17 | 15.10 | 179.08 | 45246.00 | 252.66 | 72.19% | Columnar |
| 7 | 13825 | 30.20 | 15.12 | 179.55 | 44760.00 | 249.28 | 71.22% | Corte |
| 8 | 13617 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 45876.00 | 252.82 | 72.23% | Columnar |
| 9 | 12980 | 30.25 | 15.15 | 180.27 | 47590.00 | 264.00 | 75.43% | Cono |
| 10 | 13005 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 43260.00 | 238.40 | 68.11% | Cono |

Tabla 38: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 2 %

Cemento Portland Tipo I : a los 7 días, grupo experimental (GE18)

| Grupo experimental GE18 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12960 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 61850.00 | 350.00 | 100.00% | Corte |
| 2 | 12856 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 61590.00 | 343.93 | 98.26% | Columnar |
| 3 | 12785 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 62836.00 | 346.28 | 98.94% | Cono |
| 4 | 12792 | 30.20 | 15.20 | 181.46 | 63809.00 | 351.64 | 100.47% | Columnar |
| 5 | 12783 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 64549.00 | 356.19 | 101.77% | Cono |
| 6 | 12888 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 63030.00 | 347.35 | 99.24% | Columnar |
| 7 | 12698 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 62000.00 | 350.85 | 100.24% | Corte |
| 8 | 12692 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 66000.00 | 363.72 | 103.92% | Columnar |
| 9 | 12980 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 64590.00 | 359.25 | 102.64% | Cono |
| 10 | 12895 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 62590.00 | 344.93 | 98.55% | Columnar |

Tabla 39: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 2 %

Cemento Portland Tipo I : a los 14 días, grupo experimental (GE19)

| Grupo experimental GE19 : Aditivo sika viscocrete - 3330 | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
| 1 | 12855 | 30.20 | 15.12 | 179.55 | 72234.00 | 402.30 | 114.94% | Cono |
| 2 | 12712 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 73411.00 | 404.56 | 115.59% | Cono |
| 3 | 12452 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 69612.00 | 383.62 | 109.61% | Columnar |
| 4 | 12388 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 74809.00 | 413.35 | 118.10% | Corte |
| 5 | 12610 | 30.18 | 15.17 | 180.74 | 71549.00 | 395.86 | 113.10% | Cono |
| 6 | 12500 | 30.17 | 15.15 | 180.27 | 73450.00 | 407.45 | 116.41% | Cono |
| 7 | 12941 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 70900.00 | 393.31 | 112.37% | Corte |
| 8 | 12524 | 30.30 | 15.16 | 180.51 | 72000.00 | 398.88 | 113.97% | Columnar |
| 9 | 12602 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 73293.00 | 407.66 | 116.47% | Corte |
| 10 | 12600 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 74320.00 | 409.57 | 117.02% | Corte |

Tabla 40: Resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 2 %

Cemento Portland Tipo I : a los 28 días, grupo experimental (GE20)

Grupo experimental GE20 : Aditivo sika viscocrete - 3330

| Ensayo N° | Peso (gr) | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Área cm^2 | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm^2 | Porcentaje de Resistencia obtenido | Tipo de falla |
|-----------|-----------|--------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|
| 1 | 12775 | 30.20 | 15.10 | 179.08 | 86879.00 | 485.14 | 138.61% | Columnar |
| 2 | 12896 | 30.40 | 15.25 | 182.65 | 89325.00 | 489.04 | 139.73% | Corte |
| 3 | 12768 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 88196.00 | 486.04 | 138.87% | Cono |
| 4 | 12665 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 89109.00 | 492.36 | 140.68% | Cono |
| 5 | 12583 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 89249.00 | 492.49 | 140.71% | Corte |
| 6 | 12912 | 30.17 | 15.22 | 181.94 | 88120.00 | 484.34 | 138.38% | Columnar |
| 7 | 12884 | 30.20 | 15.12 | 179.55 | 87435.00 | 486.96 | 139.13% | Corte |
| 8 | 12940 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 89171.00 | 491.41 | 140.40% | Columnar |
| 9 | 12798 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 88060.00 | 489.79 | 139.94% | Cono |
| 10 | 12818 | 30.24 | 15.14 | 180.03 | 87590.00 | 486.53 | 139.01% | Corte |

5.4. RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, DE LOS ESPECÍMENES SIN ADITIVO Y CON ADITIVO SIKAVISCOCRETE -3330.

Tabla N° 41: Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo, a las edades de 3, 5, 7,14 y 28 días.

| Aditivo | Indicador | 3 días | 5 días | 7 días | 14 días | 28 días |
|-------------|---------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Sin Aditivo | Máximo | 63.04 | 86.56 | 132.22 | 178.46 | 370.04 |
| | Mínimo | 52.76 | 70.83 | 106.10 | 165.63 | 352.54 |
| | Media | 58.17 | 78.82 | 119.79 | 172.76 | 361.14 |
| | Desviación Estándar | 3.25 | 4.73 | 7.68 | 4.41 | 5.22 |
| | Coefficiente de variación | 5.59% | 6.00% | 6.41% | 2.55% | 1.42% |

Tabla N° 42: Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1%, 1.5%, 1.8% y 2%, a las edades de 3, 5, 7,14 y 28 días.

| Aditivo | Indicador | 3 días | 5 días | 7 días | 14 días | 28 días |
|------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Aditivo del 1% | Máximo | 136.59 | 170.98 | 196.66 | 320.26 | 401.52 |
| | Mínimo | 123.96 | 157.89 | 172.87 | 295.57 | 380.23 |
| | Media | 128.73 | 166.50 | 184.29 | 309.81 | 390.20 |
| | Desviación Estándar | 4.14 | 4.59 | 7.59 | 7.17 | 6.96 |
| | Coefficiente de variación | 3.21.5% | 2.76% | 4.11.5% | 2.31.5% | 1.78% |
| Aditivo del 1.5% | Máximo | 159.02 | 195.91 | 251.35 | 356.62 | 431.56 |
| | Mínimo | 131.19 | 173.88 | 236.26 | 344.06 | 415.42 |
| | Media | 147.77 | 184.84 | 243.54 | 350.16 | 425.02 |
| | Desviación Estándar | 8.91 | 6.31 | 4.88 | 3.56 | 5.01 |
| | Coefficiente de variación | 6.01.8% | 3.41.5% | 2.01% | 1.01.5% | 1.18% |
| Aditivo del 1.8% | Máximo | 180.12 | 241.17 | 277.64 | 359.25 | 456.03 |
| | Mínimo | 168.58 | 222.98 | 257.57 | 347.19 | 440.48 |
| | Media | 173.93 | 232.59 | 272.15 | 354.14 | 448.04 |
| | Desviación Estándar | 3.56 | 5.15 | 5.89 | 4.21 | 4.64 |
| | Coefficiente de variación | 2.05% | 2.21% | 2.16% | 1.19% | 1.02% |
| | Máximo | 214.44 | 264.00 | 363.72 | 413.35 | 492.49 |

| | | | | | | |
|----------------|--------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | Mínimo | 190.62 | 237.83 | 343.93 | 383.62 | 484.34 |
| Aditivo del 2% | Media | 202.79 | 249.19 | 351.41 | 401.66 | 488.41 |
| | Desviación Estándar | 7.55 | 8.15 | 6.16 | 8.45 | 2.86 |
| | Coeficiente de variación | 3.71.5% | 3.27% | 1.75% | 2.10% | 0.59% |

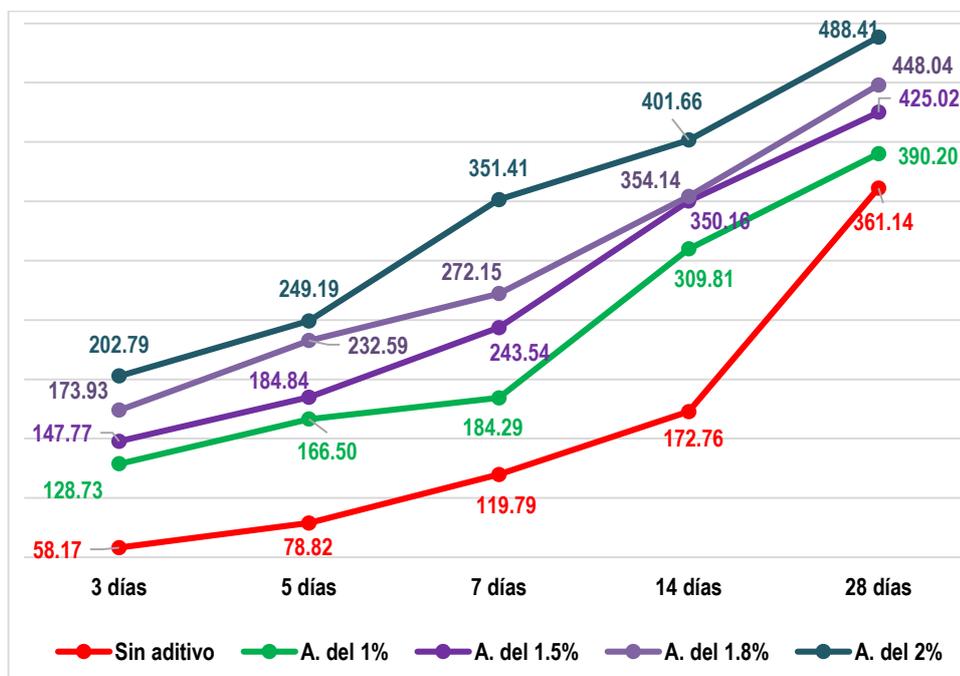


Figura N°14: Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin Aditivo y con aditivo del 1%, 1.5%, 1.8% y 2 %, a las edades de 3, 5, 7, 14 y 28 días.

5.5 ANÁLISIS DEL GRÁFICO DE LOS RESULTADOS ESTADÍSTICOS

En las tablas N° 41 y 42, se presentan los resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo y con aditivo del 1%, 1.5%, 1.8% y 2 %, a las edades 3, 5, 7, 14 y 28 días, para el primer caso (sin aditivo), se observó que la resistencia promedio a la compresión del concreto fue de $f'c= 58.17 \text{ Kg/cm}^2$ a la edad de 3 días, la resistencia a la compresión a la edad de 28 días es de $f'c = 361.14 \text{ Kg/cm}^2$, superando la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.

La resistencia promedio a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes con aditivo del 1 %, fue de $f'c= 128.73 \text{ Kg/cm}^2$ a la edad de 3 días, llegando a $f'c= 390.20 \text{ Kg/cm}^2$ a la edad de 28 días, superando la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.

Referente a la resistencia promedio a la compresión del concreto, especímenes con aditivo del 1.5 % a la edad de 3 días fue de $f'c = 147.77 \text{ Kg/cm}^2$, llegando a $f'c = 425.02 \text{ Kg/cm}^2$ a la edad de 28 días, superando la resistencia compresión del concreto patrón $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, elaborado con 1 % de aditivo.

Se observó que la resistencia promedio a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 1.8%, a la edad de 3 días fue de $f'c = 173.93 \text{ Kg/cm}^2$, llegando a $f'c = 448.04 \text{ Kg/cm}^2$, superando la resistencia a la compresión del concreto patrón diseñado $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, elaborado con 1.5 % de aditivo.

En cuanto a la resistencia promedio a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes con aditivo del 2 % a la edad de 3 días fue de $f'c = 202.79 \text{ Kg/cm}^2$, llegando a $f'c = 488.41 \text{ Kg/cm}^2$ a la edad de 28 días, superando la resistencia a la compresión de concreto patrón diseñado $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, elaborado con 1.8 % de aditivo.

En la figura N° 14, se aprecia que las resistencias a la compresión por cada espécimen del grupo experimental (GE), a las edades de 3, 5, 7, 14 y 28 días, elaborados con aditivo, son mayores a los especímenes elaborados sin aditivo, la resistencia a la compresión de los especímenes con aditivo del 2 % son mayores a los especímenes con aditivo del 1.8% y 1.5%, los especímenes con aditivo del 1.8% su resistencia es mayor a los especímenes con aditivo del 1 % y 1.5 % , los especímenes con aditivo del 1.5% su resistencia es mayor a los especímenes con aditivo del 1.00% y la resistencia de los especímenes con aditivo 1 %; es mayor a los especímenes sin aditivo.

En conclusión se deduce que las resistencias a la compresión de los especímenes con aditivo del 2% a las edades de 3, 5, 7, 14 y 28 días, es mayor a todos los demás especímenes, por lo tanto el porcentaje de aditivo aumenta directamente proporcional la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla N°43: Resistencia a compresión promedio del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, de especímenes del grupo de control y experimentales a las edades de 3, 5, 7, 14 y 28 días de elaborado.

| Aditivos | Días | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | 3 días | 5 días | 7 días | 14 días | 28 días |
| Sin Aditivo | 58.2 | 78.8 | 119.8 | 172.8 | 361.1 |
| Aditivo del 1% | 128.7 | 166.5 | 184.3 | 309.8 | 390.2 |
| Aditivo del 1.5% | 147.8 | 184.8 | 243.5 | 350.2 | 425.0 |
| Aditivo del 1.8% | 173.9 | 232.6 | 272.1 | 354.1 | 448.0 |

| | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Aditivo del 2% | 202.8 | 249.2 | 351.4 | 401.7 | 488.4 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|

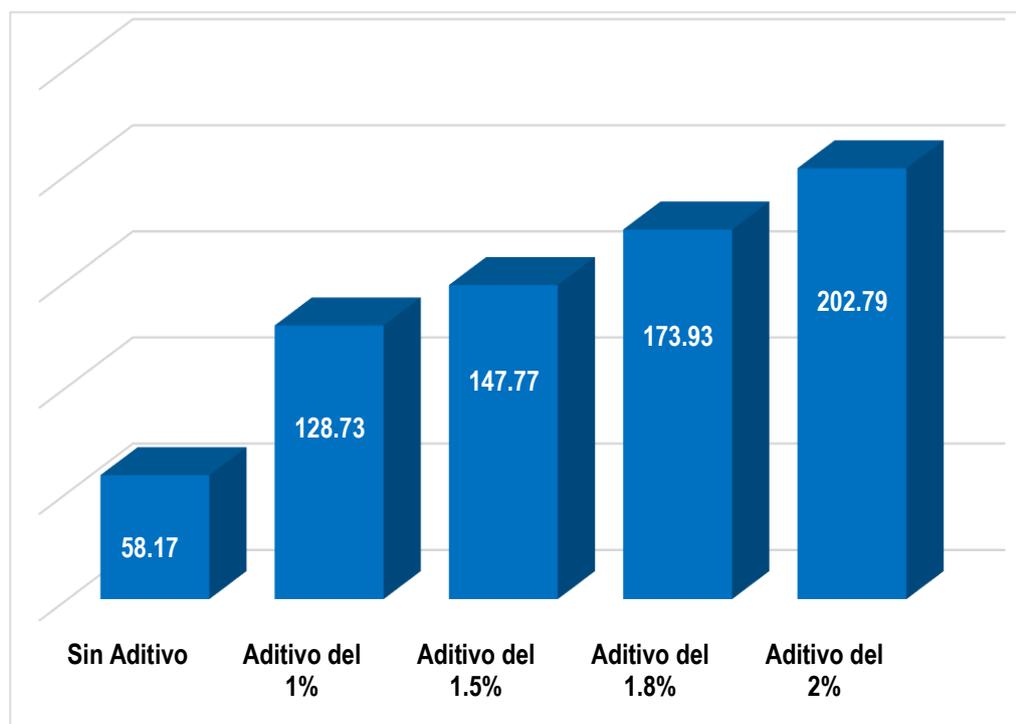


Figura N° 15: Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo y con aditivo del 1%, 1.5%, 1.8% y 2%, a la edad de 3 días.

En esta figura N° 15, se aprecia que la resistencia promedio a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, a los 3 días de edad sin aditivo es de $f'c = 58.17 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes con aditivo del 1% es de $f'c = 128.73 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 1.5% es de $f'c = 147.77 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 1.8% es de $f'c = 173.93 \text{ Kg/cm}^2$ y con aditivo del 2% es de $f'c = 202.79 \text{ Kg/cm}^2$, comparando estos valores se llegó a la conclusión, que la resistencia a la compresión del concreto aumenta cuando se usa aditivo y el incremento de la resistencia a la compresión es directamente proporcional a la cantidad de aditivo utilizado.

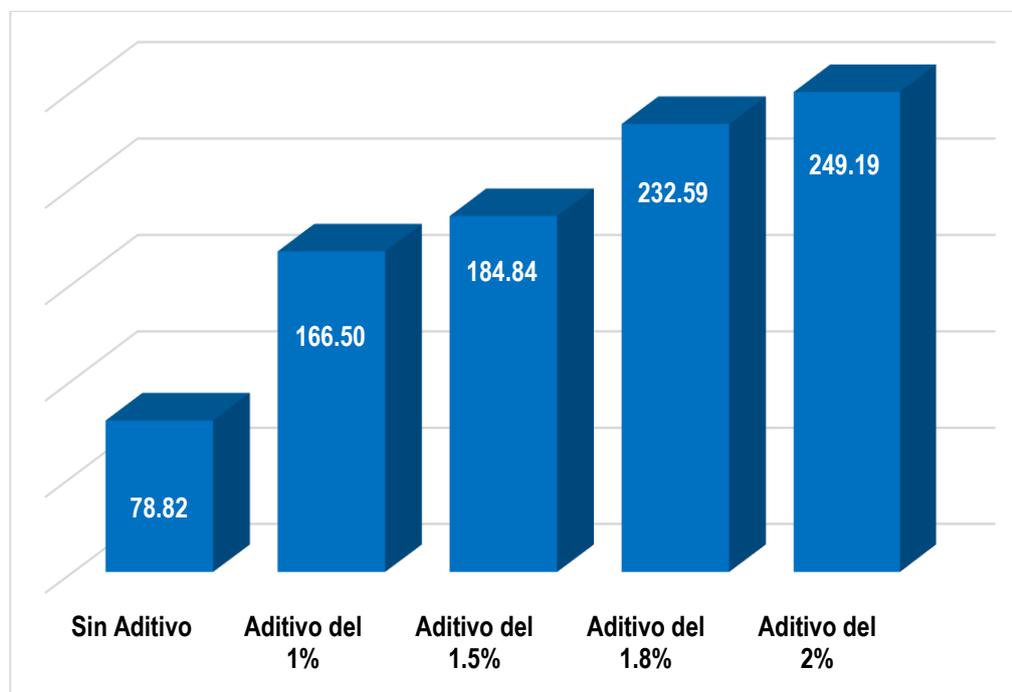


Figura N° 16: Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo y especímenes con aditivo del 1%, 1.5%, 1.8% y 2 %, a la edad de 5 días.

En esta figura N° 16, se deduce que la resistencia promedio a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, a los 5 días de edad sin aditivo es de $f'c = 78.82 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes con aditivo del 1% es de $f'c = 166.50 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 1.5% es de $f'c = 184.84 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 1.8% es de $f'c = 232.59 \text{ Kg/cm}^2$ y con aditivo del 2 % es de $f'c = 249.19 \text{ Kg/cm}^2$, evaluando estos valores se llegó a la conclusión que la resistencia a la compresión del concreto, aumenta cuando se usa aditivo y el incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo es directamente proporcional a la cantidad de aditivo utilizado.

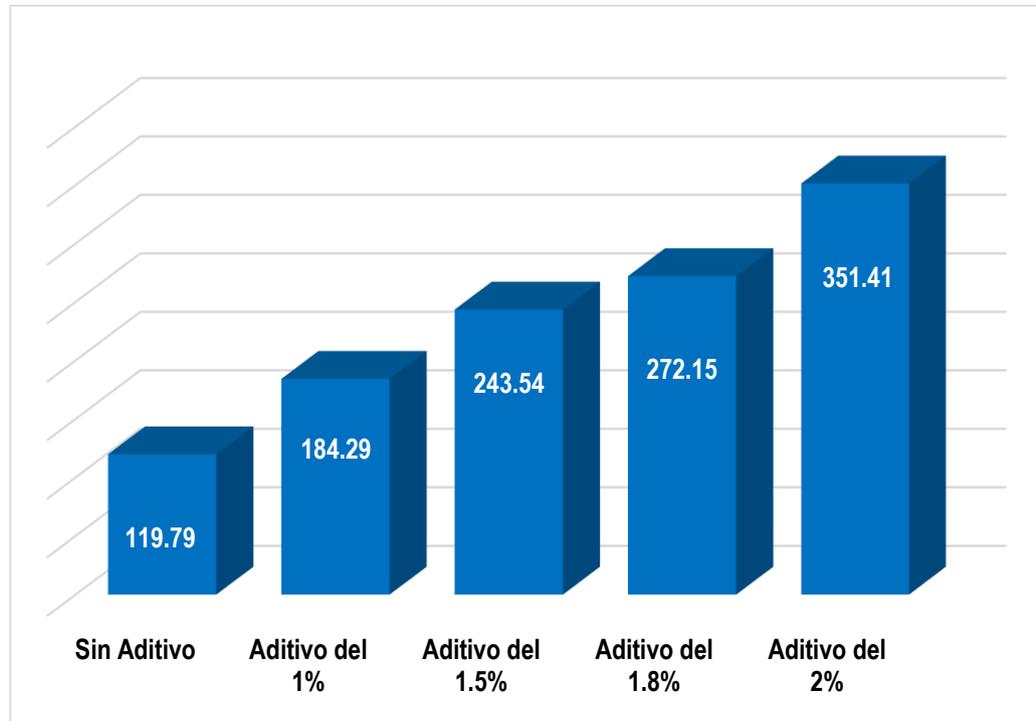


Figura N° 17: Resistencia a la compresión del concreto, especímenes sin aditivo y especímenes con aditivo del 1%, 1.5%, 1.80% y 2 %, a la edad de 7 días.

En la presente figura N° 17, se aprecia que la resistencia promedio a la compresión del concreto $f'_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, a los 7 días de edad sin aditivo es de $f'_c = 119.79 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes con aditivo del 1% es de $f'_c = 184.29 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 1.5% es de $f'_c = 243.54 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 1.8% es de $f'_c = 272.15 \text{ Kg/cm}^2$ y con aditivo del 2% es de $f'_c = 351.41 \text{ Kg/cm}^2$, comparando estos valores se llegó a la conclusión, que la resistencia a la compresión del concreto aumenta a medida que se incrementa el porcentaje de aditivo, por lo tanto la resistencia a la compresión del concreto con aditivo es directamente proporcional a la cantidad de aditivo utilizado.

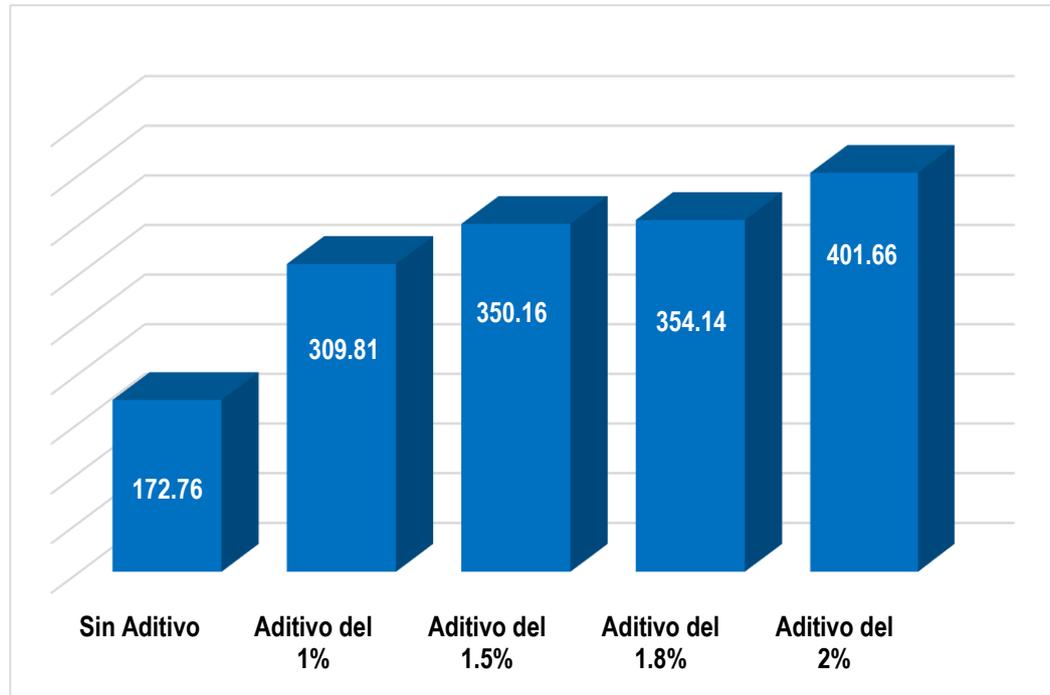


Figura N° 18: Resistencia a la compresión del concreto $F'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo y especímenes con aditivo del 1%, 1.5%, 1.8% y 2%, a la edad de 14 días.

En esta figura N° 18, se aprecia que la resistencia promedio a la compresión del concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, a los 14 días de edad sin aditivo es de $f'c=172.76 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes con aditivo del 1% es de $f'c= 309.81 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 1.5% es de $f'c=350.16 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 1.8% es de $f'c=354.14 \text{ Kg/cm}^2$ y con aditivo del 2% es de $f'c=401.66 \text{ Kg/cm}^2$, comparando estos valores se llegó a la conclusión que la resistencia a la compresión del concreto, aumenta cuando se usa aditivo y el incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo es directamente proporcional a la cantidad de aditivo utilizado.

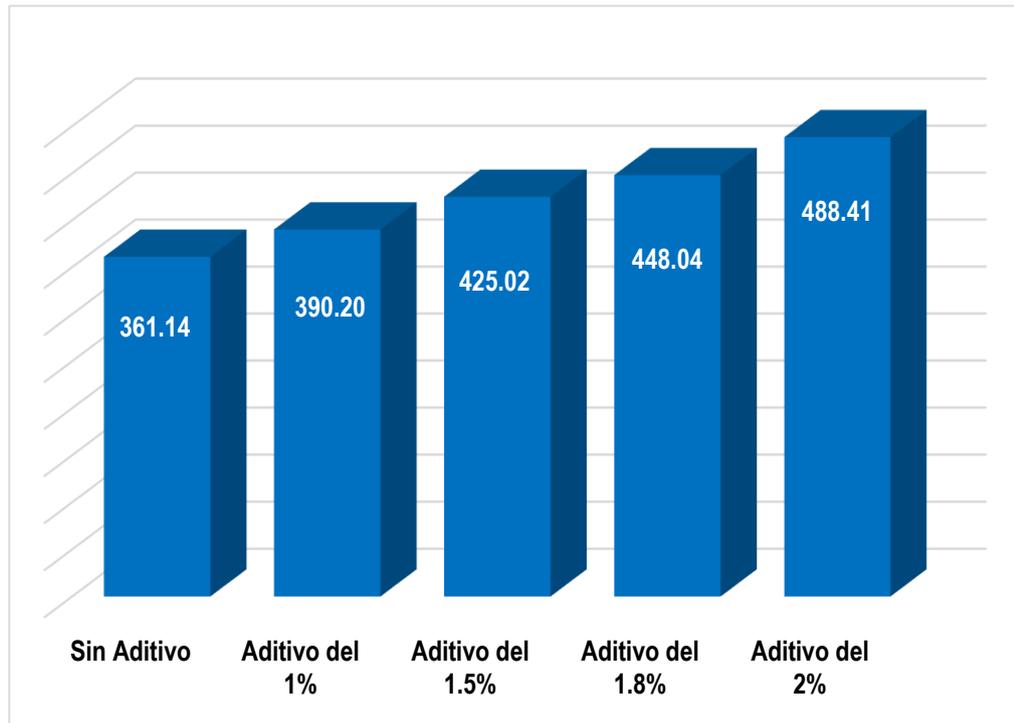


Figura N° 19: Resistencia a la compresión del concreto $F'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, especímenes sin aditivo y especímenes con aditivo del 1%, 1.5%, 1.8% y 2%, a la edad de 28 días.

En la presente figura N° 19, se aprecia que la resistencia promedio a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, a los 28 días de edad sin aditivo es de $f'c = 361.14 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes con aditivo del 1% es de $f'c = 390.20 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 1.5% es de $f'c = 425.02 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 1.8% es de $f'c = 448.04 \text{ Kg/cm}^2$ y con aditivo del 2% es de $f'c = 488.41 \text{ Kg/cm}^2$, analizando estos valores se llegó a la conclusión que todas las resistencia promedios son mayores a la resistencia del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, así mismo comparando la resistencia del concreto sin aditivo con el concreto con aditivo se obtiene una diferencia de $f'c = 127.27 \text{ Kg/cm}^2$, esto constituye un incremento de la resistencia del concreto del **35.24 %**, es decir más del 20% que se propuso en la hipótesis, demostrándose de esta manera que el aditivo sika viscocrete - 3330 incrementa la resistencia del concreto a edades tempranas.

5.6. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Utilizando especímenes con aditivos en una proporción de: 1%, 1.5%, 1.8% y 2% para compararlo con los especímenes sin aditivo se utilizó el diseño de experimentos de un factor, en consecuencia, se desarrolla el análisis de varianzas para su análisis respectivo

Tabla N° 44: Análisis de varianza para la resistencia del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes sin aditivo y con aditivos del 1%, 1.5%, 1.8% y 2%.

| Fuente | Grados de libertad | Suma de cuadrados (SC) | Promedio de los cuadrados (CM) | Valor F | Valor P |
|----------|--------------------|------------------------|--------------------------------|---------|-------------|
| Aditivos | 4 | 92812.4528 | 23203.1132 | 44.93 | 1.66584E-08 |
| Días | 4 | 251509.9650 | 62877.4913 | 121.74 | 9.16997E-12 |
| Error | 16 | 8263.5697 | 516.4731 | | |
| Total | 24 | 352585.9875 | | | |

Como se puede observar en esta tabla los valores de **P** son menores a 0.05 por lo que se puede concluir que existen diferencias significativas en los promedios de resistencia en los especímenes con aditivos del 1%, 1.5%, 1.8% y 2% con los especímenes sin aditivos. Por lo tanto, se realizó la prueba de Tukey para determinar con que especímenes se encuentran las diferencias significativas.

Mediante la contrastación de la hipótesis comparando la resistencia del concreto sin aditivo con el concreto con aditivo se obtiene una diferencia de: 127.27 Kg/cm^2 , esto constituye un incremento de la resistencia del concreto del **35.24%**, es decir más del **20%**, usando el aditivo sika viscocrete – 3330, demostrándose de esta manera la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación.

Tabla N° 45: Comparaciones por pareja para la resistencia del concreto $F'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes sin aditivo y con aditivos del 1%, 1.5%, 1.8% y 2%.

| (I) Aditivo | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | | |
|------------------|----------------------------|----------------|--------|-------------------------------|-----------------|----------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | |
| Sin Aditivo | Aditivo al 1% | -77,76980* | 20.629 | .002 | -134.461 | -21.078 |
| | Aditivo al 1.5% | -112,13060* | 20.629 | .000 | -168.822 | -55.439 |
| | Aditivo al 1.8% | -138,03360* | 20.629 | .000 | -194.725 | -81.342 |
| | Aditivo al 2% | -180,55460* | 20.629 | .000 | -237.246 | -123.863 |
| Aditivo al 1.00% | Sin Aditivo | 77,76980* | 20.629 | .002 | 21.078 | 134.461 |
| | Aditivo al 1.5% | -34.3608 | 20.629 | .457 | -91.052 | 22.331 |
| | Aditivo al 1.8% | -60,26380* | 20.629 | .031 | -116.955 | -3.572 |
| | Aditivo al 2% | -102,78480* | 20.629 | .000 | -159.476 | -46.093 |
| Aditivo al 1.50% | Sin Aditivo | 112,13060* | 20.629 | .000 | 55.439 | 168.822 |
| | Aditivo al 1% | 34.3608 | 20.629 | .457 | -22.331 | 91.052 |
| | Aditivo al 1.8% | -25.903 | 20.629 | .719 | -82.595 | 30.789 |
| | Aditivo al 2% | -68,42400* | 20.629 | .009 | -125.116 | -11.732 |
| Aditivo al 1.80% | Sin Aditivo | 138,03360* | 20.629 | .000 | 81.342 | 194.725 |
| | Aditivo al 1% | 60,26380* | 20.629 | .031 | 3.572 | 116.955 |
| | Aditivo al 1.5% | 25.903 | 20.629 | .719 | -30.789 | 82.595 |
| | Aditivo al 2% | -42.521 | 20.629 | .240 | -99.213 | 14.171 |
| Aditivo al 2.00% | Sin Aditivo | 180,55460* | 20.629 | .000 | 123.863 | 237.246 |
| | Aditivo al 1% | 102,78480* | 20.629 | .000 | 46.093 | 159.476 |
| | Aditivo al 1.5% | 68,42400* | 20.629 | .009 | 11.732 | 125.116 |
| | Aditivo al 1.8% | 42.521 | 20.629 | .240 | -14.171 | 99.213 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel de: 0.05.

Tabla N° 46: Comparaciones por pareja para la resistencia del concreto $F'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes sin aditivo y con aditivos para los 3, 5, 7, 14 y 28 días.

| (I) Días de prueba | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | | |
|--------------------|----------------------------|----------------|-------|-------------------------------|-----------------|----------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | |
| 3 días | 5 días | -40,1096* | 1.243 | .000 | -43.529 | -36.691 |
| | 7 días | -91,9576* | 1.243 | .000 | -95.377 | -88.539 |
| | 14 días | -175,4282* | 1.243 | .000 | -178.847 | -172.009 |
| | 28 días | -280,2832* | 1.243 | .000 | -283.702 | -276.864 |
| 5 días | 3 días | 40,1096* | 1.243 | .000 | 36.691 | 43.529 |
| | 7 días | -51,8480* | 1.243 | .000 | -55.267 | -48.429 |
| | 14 días | -135,3186* | 1.243 | .000 | -138.738 | -131.900 |
| | 28 días | -240,1736* | 1.243 | .000 | -243.593 | -236.755 |
| 7 días | 3 días | 91,9576* | 1.243 | .000 | 88.539 | 95.377 |
| | 5 días | 51,8480* | 1.243 | .000 | 48.429 | 55.267 |
| | 14 días | -83,4706* | 1.243 | .000 | -86.890 | -80.052 |
| | 28 días | -188,3256* | 1.243 | .000 | -191.745 | -184.907 |
| 14 días | 3 días | 175,4282* | 1.243 | .000 | 172.009 | 178.847 |
| | 5 días | 135,3186* | 1.243 | .000 | 131.900 | 138.738 |
| | 7 días | 83,4706* | 1.243 | .000 | 80.052 | 86.890 |
| | 28 días | -104,8550* | 1.243 | .000 | -108.274 | -101.436 |
| 28 días | 3 días | 280,2832* | 1.243 | .000 | 276.864 | 283.702 |
| | 5 días | 240,1736* | 1.243 | .000 | 236.755 | 243.593 |
| | 7 días | 188,3256* | 1.243 | .000 | 184.907 | 191.745 |
| | 14 días | 104,8550* | 1.243 | .000 | 101.436 | 108.274 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 38,641.

* La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

5.7. COMPARACIONES POR PAREJAS DE LOS ESPECÍMENES SIN ADITIVO CON LOS ESPECÍMENES CON ADITIVOS AL 1.00%, 1.50%, 1.80% Y 2.00%, A EDADES TEMPRANAS DE 3, 5, 7, 14 Y 28 DIAS RESPECTIVAMENTE.

Al realizar las comparaciones por parejas podemos observar que existen diferencias significativas entre los promedios de resistencia con los especímenes sin aditivos y con los especímenes con aditivos del: 1%, 1.5%, 1.8% y 2%, también cuando se realiza la comparación múltiples podemos observar que existe diferencia significativa entre los promedios de resistencia con los especímenes con aditivos del 1% y con los especímenes con aditivos del: 1.5%, 1.8% y 2%, al comparar los especímenes con aditivo del 1.5% podemos observar que existen diferencias significativas entre los promedios de resistencia con los especímenes con aditivos del 1.8% y 2%; así mismo al comparar los especímenes con aditivo del 1.8% podemos observar que existen diferencias significativas entre los promedios de resistencia con los especímenes con aditivos del 2%.

Al realizar las comparaciones por parejas podemos observar que existen diferencias significativas entre los promedios de resistencia con las edades tempranas de 3 días y con las edades de 5, 7, 14 y 28 días, también cuando se realiza la comparación múltiples podemos observar que existe diferencia significativa entre los promedios de resistencia con las edades de 5 y con las edades de 7, 14 y 28 días, al comparar los especímenes a las edades de 7 días, podemos observar que existen diferencias significativas entre los promedios de resistencia con los con los días 14 y 28 , así mismo al comparar los especímenes con edades de 14 días, podemos observar que existen diferencias significativas entre los promedios de resistencia con los especímenes de 28 días de edad.

5.8. PRUEBA DE TUKEY

Tabla N° 47: Resistencia del concreto $F'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes sin aditivo y con aditivos del: 1%, 1.5%, 1.8% y 2%.

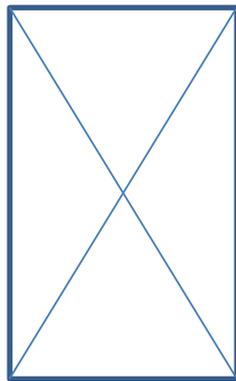
| Aditivos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | | |
|-----------------|----|------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sin Aditivo | 50 | 158.1366 | | | | |
| Aditivo al 1% | 50 | | 235.9064 | | | |
| Aditivo al 1.5% | 50 | | | 270.2672 | | |
| Aditivo al 1.8% | 50 | | | | 296.1702 | |
| Aditivo al 2% | 50 | | | | | 338.6912 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Cuando se analiza la resistencia a la compresión de los especímenes se verifica que al aplicar la prueba de **TUKEY**, arroja cinco subconjuntos, es decir indica que las diferencias entre todos los pares de medias son estadísticamente significativas. En el primer subconjunto encuentra que existe diferencias significativas en los especímenes sin aditivo y los especímenes con aditivo del 1%, 1.5%, 1.8% y 2%, el segundo subconjunto también es totalmente diferente a los demás subconjuntos y así podemos observar que cada espécimen es diferente significativamente entre los demás.

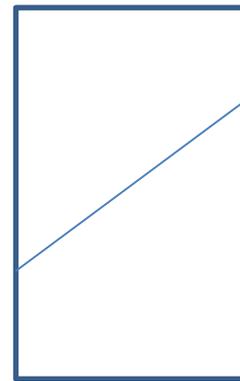
5.9. ANÁLISIS DEL TIPO DE FALLA DE LA ROTURA DE LOS ESPECÍMENES A LA COMPRESIÓN

Se observó que el tipo de falla no fue típica en cada uno de los especímenes probados a compresión, sin embargo el que tuvo mayor predominancia fue el tipo 1 (cono), que se presenta cuando se logra una carga de compresión bien aplicada, sobre un espécimen de prueba preparado y tipo 3 (columnar), se presenta en especímenes que presentan una superficie de carga convexa y deficiencia del material de refrendado, por concavidad del plato de cabeceo o convexidad en una de las placas de carga. (Ver figura 20).

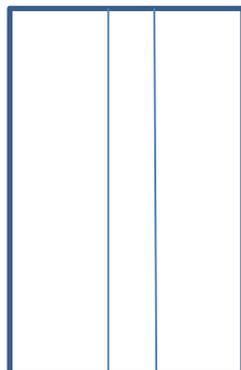
Figura N° 20: Tipos de fallas en la rotura de probetas cilíndricas ensayadas a la compresión con la máquina axial



1.-Falla Tipo cono.



2.-Falla tipo corte



3.- Falla tipo columnar.

CONCLUSIONES

1. La máxima resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes del grupo de control sin aditivo, luego de realizar los ensayos de resistencia a la compresión en el laboratorio para diferentes edades tempranas se determinó que: a los 3 días fue de $f'c = 63.04 \text{ Kg/cm}^2$, a los 5 días fue de $f'c = 86.56 \text{ Kg/cm}^2$, a los 7 días fue de $f'c = 132.22 \text{ Kg/cm}^2$, a los 14 días fue de $f'c = 178.46 \text{ Kg/cm}^2$ y a los 28 días fue de $f'c = 370.04 \text{ Kg/cm}^2$, es decir la resistencia a la compresión del concreto varía de acuerdo a la cantidad de días, a los 28 días de logra su máxima resistencia con un incremento pequeño de $f'c = 20.04 \text{ Kg/cm}^2$, que en porcentaje significa un **5.73%**.
2. La máxima resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes del grupo experimental con 1 % de aditivo sika Viscocrete-3330, luego de realizar los ensayos en el laboratorio a edades tempranas se determinó que: a los 3 días fue de $f'c = 136.59 \text{ Kg/cm}^2$, a los 5 días fue de $f'c = 170.98 \text{ Kg/cm}^2$, a los 7 días fue de $f'c = 196.66 \text{ Kg/cm}^2$, a los 14 días fue de $f'c = 320.26 \text{ Kg/cm}^2$ y a los 28 días fue de $f'c = 401.52 \text{ Kg/cm}^2$, en este caso cuando se usó aditivo, el incremento de la resistencia es mayor en comparación cuando no se usó aditivo, la resistencia alcanzada a los 28 días se incrementó en $f'c = 51.52 \text{ Kg/cm}^2$ en comparación a la resistencia $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.
3. La máxima resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes del grupo experimental con 1.5% de aditivo sika visocrete-3330, luego de realizar los ensayos en el laboratorio a edades tempranas se obtuvo que: a los 3 días fue de $f'c = 159.02 \text{ Kg/cm}^2$, a los 5 días fue de $f'c = 195.91 \text{ Kg/cm}^2$, a los 7 días fue de $f'c = 251.35 \text{ Kg/cm}^2$, a los 14 días fue de $f'c = 356.62 \text{ Kg/cm}^2$ y a los 28 días fue de $f'c = 431.56 \text{ Kg/cm}^2$, analizando este caso con aditivo del 1.5%, la resistencia a los 14 días se incrementó en $f'c = 6.62 \text{ Kg/cm}^2$, en comparación a la resistencia del grupo de control $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, por lo tanto existe influencia del aditivo en la resistencia del concreto a edades tempranas.

4. La máxima resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes del grupo experimental con 1.8 % de aditivo sika visocrete-3330, luego de realizar los ensayos en el laboratorio a edades tempranas se obtuvo que: a los 3 días fue de $f'c = 180.12 \text{ Kg/cm}^2$, a los 5 días fue de $f'c = 241.17 \text{ Kg/cm}^2$, a los 7 días fue de $f'c = 277.64 \text{ Kg/cm}^2$, a los 14 días fue de $f'c = 359.25 \text{ Kg/cm}^2$ y a los 28 días fue de $f'c = 456.03 \text{ Kg/cm}^2$, analizando este caso con aditivo del 1.8 %, la resistencia a los 14 días se incrementó en $f'c = 9.25 \text{ Kg/cm}^2$, en comparación a la resistencia del grupo de control $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, por lo tanto a medida que se aumentó el porcentaje de aditivo, directamente proporcional se incrementó la resistencia del concreto, por lo tanto se demuestra la influencia del aditivo en la resistencia del concreto a edades tempranas.

5. La máxima resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, de los especímenes del grupo experimental con 2 % de aditivo sika Viscocrete-3330, luego de realizar los ensayos en el laboratorio a edades tempranas se obtuvo que: a los 3 días fue de $f'c = 214.44 \text{ Kg/cm}^2$, a los 5 días fue de $f'c = 264.00 \text{ Kg/cm}^2$, a los 7 días fue de $f'c = 363.72 \text{ Kg/cm}^2$, a los 14 días fue de $f'c = 413.35 \text{ Kg/cm}^2$ y a los 28 días fue de $f'c = 492.49 \text{ Kg/cm}^2$, con aditivo del 2%, es decir la resistencia a los 7 días se incrementó en $f'c = 13.72 \text{ Kg/cm}^2$, en comparación al grupo de control $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, así mismo la resistencia máxima alcanzada a los 28 días se incrementó en $f'c = 142.49 \text{ Kg/cm}^2$, respecto del grupo de control siendo en porcentaje el **40.71 %**; por lo tanto se deduce que el aditivo sika visocrete-3330, influye en la resistencia del concreto a edades tempranas, haciendo una comparación de los resultados obtenidos con el grupo de control y el grupo experimental, se tiene que la diferencia de porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión es de **34.98%**, es decir en más del **20%**, cumpliéndose de esta manera con la hipótesis planteada.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una investigación referente a la resistencia del concreto $f'c = 350$ Kg/cm², a edades tempranas, usando los cementos Tipo II, Tipo III y Tipo IV, con agregados de la cantera del río Cajamarquino y aditivo sika viscocrete – 3330 en porcentajes de 1% y 2%, para verificar el incremento de la resistencia a la compresión del concreto, a edades tempranas y determinar cuál es el tipo de cemento más adecuado para la Región Cajamarca.
2. Se recomienda utilizar aditivos de última generación y adiciones activas en el diseño de mezclas de concreto, para lograr un gran aporte en el desempeño del concreto en estado fresco y endurecido, mejorando la productividad y calidad de nuestros proyectos de Infraestructura, contribuyendo a la competitividad de la industria de la construcción en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR CHANINI, JOSÉ MIGUEL (2015). Fabricación y evaluación de concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante y sílices con cemento portland tipo IP en la ciudad de Tacna. Perú. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (Tacna).
- ALONSO LÓPEZ, M. (2011), Comportamiento y compatibilidad de cementos y aditivos súperplastificantes basados en policarboxilatos. Efecto de la naturaleza de los cementos y estructura de los aditivos. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. España.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. (1980). Manual of concrete practice, Part J. Washington, D.C.: Redford Station. 3era Edition.
- BARREDA, M, F. VILLAGRÁN, Y, A. Y SOTA, J, D. (2005), Efectividad de aditivos reductores de agua de alto rango para el hormigón de alto desempeño. Artículo científico, centro de investigaciones viales. La Plata. Argentina.
- BERNAL DÍAZ DANIEL, (2017). Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos súperplastificantes. Perú. EPG. Universidad Nacional de Cajamarca.152p. S/E.
- DICOVSKIY RIOBÓO LUIS MARÍA, 2012.Estadística Básica para Ingenieros. Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.175p.- 2da Edición.
- EUROPEAN CEMENT RESEARCH ACADEMY (2005), as a platform on which the European cement industry supports- 1era Edición.
- HUARCAYA GARZÓN COLDIE IVONEE, (2014). Tesis titulada: “Comportamiento y asentamiento en el concreto polifuncional sikament 290 N y aditivo súperplastificante de alto desempeño sika viscoflow 20E” Lima - Perú- Universidad Ricardo Palma. S/E.
- JIMENEZ MONTOYA, ALVARO GARCÍA – Hormigón armado (2000).14 ava Edición – Editorial Gustavo Gili – España.
- KOSMATKA, STEVEN. (2004), diseño y control de mezclas de Concreto. Portland Cement Association, Skokie, Illinois -EE.UU.3era edición.
- LEZAMA LEIVA, J.L. (1996) Tecnología del concreto. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca – Perú. S/E.

- MARÍA DEL MAR ALONSO LÓPEZ, 2011. Comportamiento y compatibilidad de cementos y aditivos súperplastificantes basados en policarboxilatos. Efecto de la naturaleza de los cementos y estructuras de los aditivos". España. Universidad Autónoma De Madrid.338p- 2da Edición.
- NIELSER KELMAN SANGAY QUILICHE (2017). Tesis titulada:" Influencia del aditivo eucon 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$. Universidad Nacional de Cajamarca. S/E.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP334.088. (1999). Aditivos químicos en pastas, morteros y Concreto. Lima, Perú. 2da Edición.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP339.033. (2009). Hormigón (Concreto). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de Concreto en campo. Lima, Perú. 3era Edición.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP339.185. (2013). Contenido de humedad del agregado fino y grueso. Lima, Perú. 2da Edición.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP400.019. (2014). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño menores por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. Lima, Perú. 3era Edición.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.035. (2011), Método de ensayo para la medición del asentamiento del Concreto de Cemento Portland. 1ra edición, Lima, Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.011. (2008.), Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (Concretos), 1ra edición, Lima, Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.017. (2011), Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 1ra edición, Lima, Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.185. (2013), Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, 1ra edición, Lima, Perú. 2013.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012. (2013), Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, 1ra edición, Lima, Perú. 2013.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.018. (2013), Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado $75 \mu\text{m}$ ($N^{\circ}200$) por lavado en agregados, 1ra edición, Lima, Perú.

- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.021. (2011), Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. 1ra edición Lima, Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.022. (2013), Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Lima, Perú. 3era Edición.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.037. (2014), Especificaciones normalizadas para agregados en Concreto. Lima, Perú. 3era Edición.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.088. (2014), Agua de mezcla utilizada en la producción de Concreto de Cemento Portland. Requisitos, 1ra Edición, Lima, Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 334.009. (2016). Cemento Portland. Requisitos, 2014. 1ra edición, Lima, Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.034. (2013), Método de ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto, en muestras cilíndricas. 1ra edición. Lima, Perú. 2013.
- OTTAZZI PASINO GIANFRANCO (2004). Apuntes de curso de Concreto armado – Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú. 1era Edición.
- PASQUEL CARBAJAL, E. (1998). Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Lima: CIP. Portland Cement Association. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Estados Unidos: PCA. 2da Edición.
- PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (2004), Portland Cement characteristics- USA Art. Académicos. 3era Edición.
- PORTUGAL BARRIGA, P. (2007). Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Arequipa: UNSA- Perú. 1era Edición.
- PRIMI, A, & LEÓN, O. (2012). Resistencia a la Compresión a los 28 días de cilindros de Concreto húmedos y secos para un $f'c=250\text{Kg/cm}^2$. 2da Edición.
- QUIROZ CRESPO, M. V., & SALAMANCA OSUNA, L. E. (2006). Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje en la Asignatura de "Tecnología del Hormigón". Cochabamba, Bolivia: UMSS. 2da Edición.
- RAYMUNDO RIVERA (2005). Concreto de alta resistencia, muy económica, durable y sustentable - Universidad de Nuevo León (México). 1era Edición.

REINA CARDOZA, JUAN (2010). Tesis titulada: "Influencia de la tasa de aditivo súperplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido". San Salvador - Universidad de El Salvador Centro América.322p. 1era Edición.

RIVVA LÓPEZ, E. (1992), Tecnología del Concreto -Diseño de Mezclas. Lima (Perú).Editorial ICG- 1era Edición.

RODRIGUEZ OJEDA, LUIS (2007), Probabilidad y Estadística Básica para Ingenieros, con el soporte de MATLAB para cálculos y gráficos estadísticos. Escuela Superior Politécnica del Litoral – Ecuador. 1era Edición.

SANCHEZ DE GUZMÁN, DIEGO (1997), Tecnología del Concreto y mortero. Lima (Perú). Bhandar Editores – 5ta Edición.

APÉNDICES

A. PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

Tabla N° 48: Peso específico y absorción: ASTM C127 (NTP 400.022-021)

| Agregado Fino | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| Ensayo | 1° | 2° | 3° | Promedio |
| Wo (gr) | 495.15 | 495.20 | 495.92 | |
| V(cm) | 500.00 | 500.00 | 500.00 | |
| Va (cm ³) | 312.96 | 312.34 | 312.85 | |
| Pe = Wo/ (V - Va) | 2.65 | 2.64 | 2.65 | 2.65 |
| Pesss = 500/ (V - Va) | 2.67 | 2.66 | 2.67 | 2.67 |
| Pea = Wo / [(V - Va) - (500- Wo)] | 2.72 | 2.71 | 2.71 | 2.71 |
| Abs = [(500 - Wo)/Wo]*100 | 0.95 | 0.97 | 0.82 | 0.91 |

| Agregado Grueso | | | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|-------------|
| A (gr) | 4890.00 | 5100.00 | 4910.00 | |
| B (gr) | 4932.00 | 5145.00 | 4950.00 | |
| C (gr) | 3108.00 | 3215.00 | 3160.00 | |
| Pe = A / (B-C) | 2.68 | 2.64 | 2.74 | 2.69 |
| Pesss= B/(B - C) | 2.70 | 2.67 | 2.77 | 2.71 |
| Pea = A / (A - C) | 2.74 | 2.71 | 2.81 | 2.75 |
| Abs = [(B - A) /A]*100 | 0.86 | 0.88 | 0.94 | 0.89 |

Tabla N° 49: Peso unitario de los agregados fino y grueso según :ASTM C-29 (NTP 400.022 - 021)

| Agregado Fino | | | |
|--|----------------|----------|----------|
| Ensayo | 1° | 2° | 3° |
| Wr (gr) = Peso de recipiente | 6135.00 | 6135.00 | 6135.00 |
| (Wr +W m) (gr)= Peso rec. + Peso Muestra | 12108.00 | 12070.00 | 12022.00 |
| Wm (gr) = Peso de la muestra | 5973.00 | 5935.00 | 5887.00 |
| Factor (f) | 313.52 | 313.52 | 313.52 |
| PU Compactado (Kg/m ³) | 1872.65 | 1860.73 | 1845.69 |
| PU Compactado Prom. (Kg/m ³) | 1859.69 | | |

| Agregado Grueso | | | |
|--|----------------|----------|----------|
| Ensayo | 1° | 2° | 3° |
| Wr (gr) = Peso de recipiente | 6135.00 | 6135.00 | 6135.00 |
| (Wr +W m) (gr)= Peso rec. + Peso Muestra | 11692.00 | 11680.00 | 11685.00 |
| Wm (gr) = Peso de la muestra | 5557.00 | 5545.00 | 5550.00 |
| Factor (f) | 313.52 | 313.52 | 313.52 |
| PU Compactado (Kg/m ³) | 1742.22 | 1738.46 | 1740.03 |
| PU Compactado Prom. (Kg/m ³) | 1740.24 | | |

| Agregado Fino | | | |
|--|----------|----------|----------|
| Ensayo | 1° | 2° | 3° |
| Wr (gr) = Peso de recipiente | 6135.00 | 6135.00 | 6135.00 |
| (Wr +W m) (gr)= Peso rec. + Peso Muestra | 12020.00 | 12112.00 | 12045.00 |
| Wm (gr) = Peso de la muestra | 5885.00 | 5977.00 | 5910.00 |
| Factor (f) | 313.52 | 313.52 | 313.52 |
| PU Suelto Seco (Kg/m ³) | 1845.06 | 1873.90 | 1852.90 |
| PU SS Promedio (Kg/m ³) | 1857.29 | | |

| Agregado Grueso | | | |
|--|----------|----------|----------|
| Ensayo | 1° | 2° | 3° |
| Wr (gr) = Peso de recipiente | 6135.00 | 6135.00 | 6135.00 |
| (Wr +W m) (gr)= Peso rec. + Peso Muestra | 11792.00 | 11583.00 | 11685.00 |
| Wm (gr) = Peso de la muestra | 5657.00 | 5448.00 | 5550.00 |
| Factor (f) | 313.52 | 313.52 | 313.52 |
| PU Suelto Seco (Kg/m ³) | 1773.58 | 1708.05 | 1740.03 |
| PU SS Promedio (Kg/m ³) | 1740.55 | | |

| | |
|--|---------------|
| Cálculo del Factor (f) | |
| Vol. De agua en recipiente (V) cm ³ | 3164.00 |
| Wa en recipiente a 16.7 °C | 3189.60 |
| f = (1000 Kg/m ³)/Wa | 313.52 |

**Tabla N° 50: Contenido de humedad de los agregados fino y grueso según:
(NTP 339.185 -02), ASTM C-70**

| Agregado Fino | | | |
|--|-------------|--------|--------|
| Característica | 1° | 2° | 3° |
| Wr (gr) = Peso del recipiente | 43.80 | 43.60 | 43.70 |
| Wr + mh (gr)= Peso Recip. + muestra humedo | 202.00 | 206.00 | 232.20 |
| Wr + ms (gr)= Peso Recip. + muestra seca | 194.10 | 197.90 | 223.00 |
| Ww (gr) = Peso del agua | 7.90 | 8.10 | 9.20 |
| Wms (gr) = Peso muestra seca | 150.30 | 154.30 | 179.30 |
| W (%) = Contenido de humedad | 5.26 | 5.25 | 5.13 |
| Contenido de humedad promedio | 5.21 | | |

| Agregado Grueso | | | |
|--|-------------|--------|--------|
| Característica | 1° | 2° | 3° |
| Wr (gr) = Peso del recipiente | 180.00 | 181.00 | 181.00 |
| Wr + mh (gr)= Peso Recip. + muestra humedo | 521.00 | 535.30 | 548.40 |
| Wr + ms (gr)= Peso Recip. + muestra seca | 513.50 | 528.20 | 540.50 |
| Ww (gr) = Peso del agua | 7.50 | 7.10 | 7.90 |
| Wms (gr) = Peso muestra seca | 333.50 | 347.20 | 359.50 |
| W (%) = Contenido de humedad | 2.25 | 2.04 | 2.20 |
| Contenido de humedad promedio | 2.16 | | |

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla N° 51: Análisis granulométrico de los agregados ASTM C- 136 (NTP 400.012)

| Agregado Fino | | | | | |
|----------------------|-------|--------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| Primer Ensayo | | | Peso de la muestra (gr) | | 2100 |
| N° | Malla | Peso Retenido (gr) | % Retenido Parcial | % Retenido acumulado | % Que pasa |
| | (mm) | | | | |
| 4 | 4.800 | 86.0 | 4.10 | 4.10 | 95.90 |
| 8 | 2.400 | 121.0 | 5.76 | 9.86 | 90.14 |
| 16 | 1.200 | 246.0 | 11.71 | 21.57 | 78.43 |
| 30 | 0.600 | 528.0 | 25.14 | 46.71 | 53.29 |
| 50 | 0.300 | 765.0 | 36.43 | 83.14 | 16.86 |
| 100 | 0.150 | 188.0 | 8.95 | 92.10 | 7.90 |
| 200 | 0.075 | 45.0 | 2.14 | 94.24 | 5.76 |
| Cazoleta | | 121.0 | 5.8 | 100.00 | 0.00 |
| Módulo de finura | | 2.57 | | | |

| Agregado Fino | | | | | |
|----------------------|-------|--------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| Segundo Ensayo | | | Peso de la muestra (gr) | | 2100 |
| N° | Malla | Peso Retenido (gr) | % Retenido Parcial | % Retenido acumulado | % Que pasa |
| | (mm) | | | | |
| 4 | 4.800 | 93.00 | 4.43 | 4.43 | 95.57 |
| 8 | 2.400 | 145.00 | 6.90 | 11.33 | 88.67 |
| 16 | 1.200 | 255.00 | 12.14 | 23.48 | 76.52 |
| 30 | 0.600 | 512.00 | 24.38 | 47.86 | 52.14 |
| 50 | 0.300 | 873.00 | 41.57 | 89.43 | 10.57 |
| 100 | 0.150 | 158.00 | 7.52 | 96.95 | 3.05 |
| 200 | 0.075 | 45.00 | 2.14 | 99.10 | 0.90 |
| Cazoleta | | 19.0 | 0.9 | 100.00 | 0.00 |
| Módulo de finura | | 2.73 | | | |

| Agregado Fino | | | | | |
|----------------------|-------|--------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| Tercer Ensayo | | | Peso de la muestra (gr) | | 2100 |
| N° | Malla | Peso Retenido (gr) | % Retenido Parcial | % Retenido acumulado | % Que pasa |
| | (mm) | | | | |
| 4 | 4.800 | 96.00 | 4.57 | 4.57 | 95.43 |
| 8 | 2.400 | 171.00 | 8.14 | 12.71 | 87.29 |
| 16 | 1.200 | 324.00 | 15.43 | 28.14 | 71.86 |
| 30 | 0.600 | 527.00 | 25.10 | 53.24 | 46.76 |
| 50 | 0.300 | 783.00 | 37.29 | 90.52 | 9.48 |
| 100 | 0.150 | 151.00 | 7.19 | 97.71 | 2.29 |
| 200 | 0.075 | 41.00 | 1.95 | 99.67 | 0.33 |
| Cazoleta | | 7.0 | 0.3 | 100.00 | 0.00 |
| Módulo de finura | | 2.87 | | | |

| Agregado Grueso | | | | | |
|------------------------|--------|--------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| Primer Ensayo | | | Peso de la muestra (gr) | | 6400 |
| Malla | | Peso Retenido (gr) | % Retenido Parcial | % Retenido acumulado | % Que pasa |
| N° | (mm) | | | | |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.000 | 178.0 | 2.78 | 2.78 | 97.22 |
| 1/2" | 12.700 | 3687.0 | 57.61 | 60.39 | 39.61 |
| 3/8" | 9.510 | 1242.0 | 19.41 | 79.80 | 20.20 |
| 4 | 4.760 | 1198.0 | 18.72 | 98.52 | 1.48 |
| Cazoleta | | 95.0 | 1.48 | 100.00 | 0.00 |
| Módulo de finura | | 6.81 | | | |

| Agregado Grueso | | | | | |
|------------------------|-------|--------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| Segundo Ensayo | | | Peso de la muestra (gr) | | 6250 |
| Malla | | Peso Retenido (gr) | % Retenido Parcial | % Retenido acumulado | % Que pasa |
| N° | (mm) | | | | |
| 2" | 4.800 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 2.400 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 1.200 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 0.600 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1/2" | 0.300 | 3430.0 | 54.88 | 54.88 | 45.12 |
| 3/8" | 0.150 | 1353.0 | 21.65 | 76.53 | 23.47 |
| 4 | 0.075 | 1014.0 | 16.22 | 92.75 | 7.25 |
| Cazoleta | | 453.0 | 7.25 | 100.00 | 0.00 |
| Módulo de finura | | 6.69 | | | |

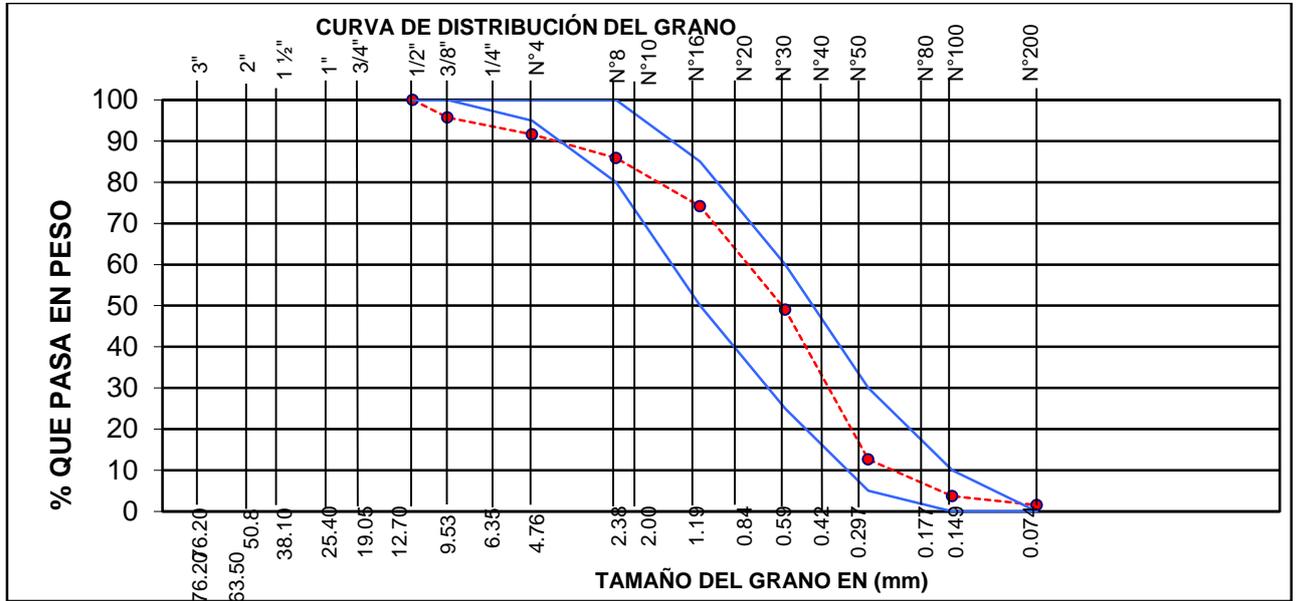
| Agregado Grueso | | | | | |
|------------------------|-------|--------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| Tercer Ensayo | | | Peso de la muestra (gr) | | 6500 |
| Malla | | Peso Retenido (gr) | % Retenido Parcial | % Retenido acumulado | % Que pasa |
| N° | (mm) | | | | |
| 2" | 4.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 2.400 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 1.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 0.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1/2" | 0.300 | 3716.00 | 57.17 | 57.17 | 42.83 |
| 3/8" | 0.150 | 1242.00 | 19.11 | 76.28 | 23.72 |
| 4 | 0.075 | 1013.00 | 15.58 | 91.86 | 8.14 |
| Cazoleta | | 529.0 | 8.14 | 100.00 | 0.00 |
| Módulo de finura | | 6.68 | | | |

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 422)

| | | | |
|----------------|--|-----------------|----------------------------|
| TESIS : | INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330, EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F _c = 350 Kg/cm ² , A EDADES TEMPRANAS - CAJAMARCA 2018 | | |
| MUESTRA | Cantera la Victoria. | MATERIAL | ARENA GRUESA DE LA CANTERA |
| FECHA | 30/10/2018 | | |

| Tamices Ø | (mm) | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulad o | % Que Pasa | ESPECIFICA- CIONES | DATOS DE LA MUESTRA | |
|-----------|--------|---------------|--------------------|-----------------------|------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|
| | | | | | | | Peso Inicial | |
| | | | | | | | Peso Inicial | 2100.0 |
| | | | | | | | Peso Lavado | 2068.0 |
| | | | | | | | Peso Perdido | 32.0 |
| 2" | 50.800 | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | | OBSERVACIONES | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | | Tamaño Máximo | |
| 1/2" | 12.700 | 15.0 | 0.7 | 0.7 | 100.0 | 100 | 100 | |
| 3/8" | 9.525 | 74.0 | 3.5 | 4.2 | 95.8 | 100 | 100 | % Que Pasa N°200: 1.52 |
| N° 4 | 4.750 | 86.0 | 4.1 | 8.3 | 91.7 | 95 | 100 | Módulo de Fineza: 2.87 |
| N° 8 | 2.380 | 121.0 | 5.8 | 14.1 | 85.9 | 80 | 100 | |
| N° 16 | 1.190 | 246.0 | 11.7 | 25.8 | 74.2 | 50 | 85 | COMENTARIOS : |
| N° 30 | 0.590 | 528.0 | 25.1 | 51.0 | 49.0 | 25 | 60 | |
| N° 50 | 0.297 | 765.0 | 36.4 | 87.4 | 12.6 | 5 | 30 | |
| N° 100 | 0.149 | 188.0 | 9.0 | 96.3 | 3.7 | 0 | 10 | |
| N° 200 | 0.074 | 45.0 | 2.1 | 98.5 | 1.5 | 0 | 0 | |
| FONDO | | 32.0 | 1.5 | 100.0 | | | | |

Figura N° 21. Curva Granulométrica del agregado fino de la cantera.

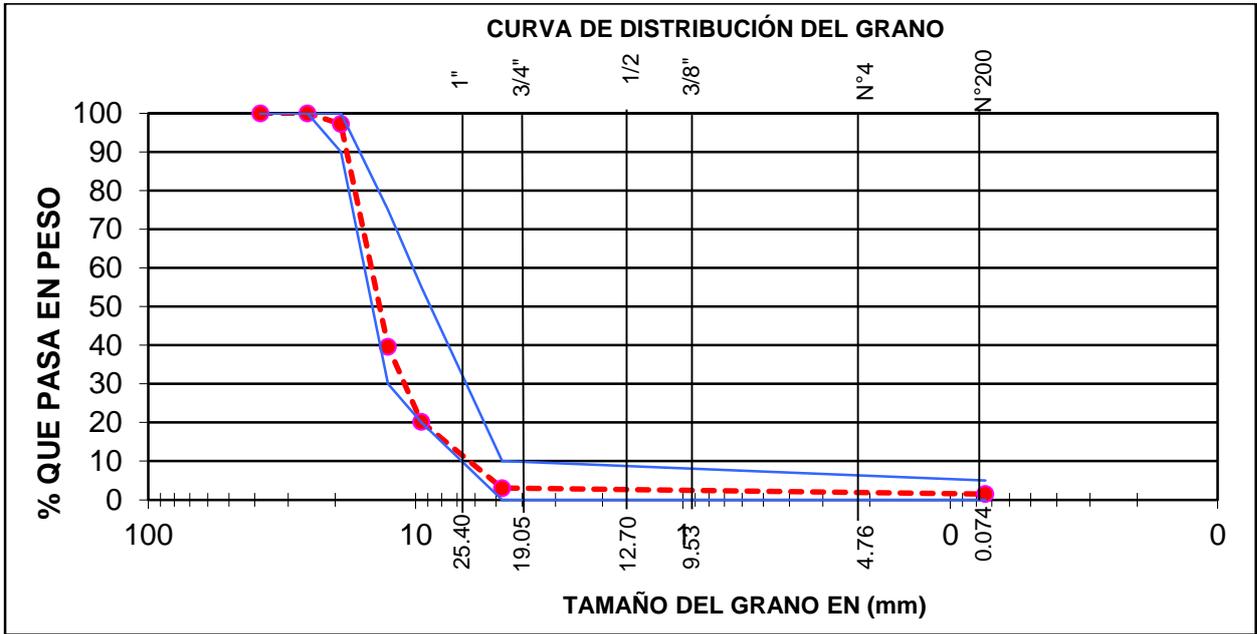


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 422)

| | | | |
|--------------------|---|----------|-------------------------------|
| TESIS DE MAESTRÍA: | INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330, EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, A EDADES TEMPRANAS - CAJAMARCA 2018 | | |
| MUESTRA | Cantera la Victoria | MATERIAL | PIEDRA CHANCADA PARA CONCRETO |
| FECHA | 30/10/2018 | | |

| Tamices ϕ | Unidad | Peso | % Retenido | % Retenido | % Que | ESPECIFICACIONES | DATOS DE LA MUESTRA | |
|----------------|--------|----------|------------|------------|-------|------------------|---|------------|
| | (mm) | Retenido | Parcial | Acumulado | Pasa | | Peso Inicial | |
| | | | | | | DESIGNACIÓN | Peso | 6400 |
| | | | | | | | Lavado | 6304 |
| | | | | | | | Peso Perdido | 96.0 |
| 2" | 50.800 | | | | | 100.0 100.0 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | 100 | 100 100 | OBSERVACIONES | |
| 1" | 25.400 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 100 | Tamaño Máximo | 1" |
| 3/4" | 19.050 | 178.0 | 2.8 | 2.8 | 97.2 | 90 100 | Tamaño Máximo Nominal | |
| 1/2" | 12.700 | 3687.0 | 57.6 | 60.4 | 39.6 | 30 75 | COMENTARIOS : | |
| 3/8" | 9.525 | 1242.0 | 19.4 | 79.8 | 20.2 | 20 55 | % Que Pasa N°200 | 1.5 |
| N° 4 | 4.750 | 1098.0 | 17.2 | 97.0 | 3.0 | 0 10 | Módulo de Fineza | 6.6 |
| N° 200 | 0.074 | 99.0 | 1.5 | 98.5 | 1.5 | 0 5 | Las muestras para los ensayos fueron alcanzadas | |
| FONDO | | 0.0 | 0.0 | 98.5 | | | al laboratorio por la parte solicitante | |

Figura N° 22: Curva Granulométrica del agregado grueso de la cantera.



B. DISEÑO DE MEZCLAS DE LOS GRUPOS DE CONTROL Y EXPERIMENTALES

CUADRO N° 3: DISEÑO DE MEZCLAS CRUPO DE CONTROL: GC

CEMENTO PORTLAND TIPO I

Realizado por: Ing. Víctor Eleodoro Cabanillas Bazán.

Chequeado por : Ing. Mg. José Luis Marchena Araujo

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

Cantera de donde se extraen los materiales : **Cantera la Victoria – Rio Cajamarquino**

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

| | | |
|--|---------------|----------|
| Resistencia a la Compresión especificada del Concreto (f'c) = | 315.00 | Kg / cm2 |
| Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera (σ) = | 26.00 | Kg / cm2 |
| Resistencia promedio a la Compresión del Concreto (F'c) = | 350.00 | Kg / cm2 |

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------|
| Peso específico de masa : | 2.658 | Tamaño máximo nominal (Pulg.) : | 3/4 " |
| Absorción (%) : | 0.91 | Peso seco compactado (Kg / m3) : | 1650.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 5.20 | Peso específico de masa : | 2.69 |
| Módulo de finura : | 2.87 | Absorción (%) : | 0.89 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 2.16 |
| CEMENTO | | Módulo de Finura (%) : | 6.50 |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM C-150 Tipo 1 PACASM. | AGUA | |
| Peso Específico : | 3.11 | | |
| | | | |

DISEÑO DE MEZCLA

| | |
|------------------------------|--|
| Selección del Asentamiento : | Tipo de consistencia : Plástica |
| | Asentamiento : 3 " a 4 " |

| | | | |
|---|--|--------------------------------------|-------------------|
| Tipo de Concreto a diseñar : | | Concreto sin aire incorporado | |
| Volumen unitario de Agua : | | 205.00 | lt / m3 |
| Contenido de aire total : | | 2.00 | % |
| Relación Agua / Cemento : | | 0.48 | |
| Factor Cemento : | | Factor Cemento = | 427.00 Kg / m3 |
| | | Factor Cemento = | 10.05 Bolsas / m3 |
| Contenido de Agregado Grueso | Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto : | 0.57 | m3 |
| | Peso del Agregado Grueso : | 940.50 | Kg / m3 |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales | | Cemento : | 0.137 m3 |
| | | Agua : | 0.205 m3 |
| | | Aire : | 0.020 m3 |
| | | Agregado Grueso : | 0.350 m3 |
| | | Suma de Volúmenes : | 0.712 m3 |
| Contenido de Agregado Fino | Volumen Absoluto de Agregado Fino : | 0.288 | m3 |
| | Peso del Agregado Fino seco : | 766.00 | Kg / m3 |
| Cantidad de materiales a ser empleados como Valores de diseño por m3. | | Cemento : | 427.00 Kg / m3 |
| | | Agua de diseño : | 205.00 lt / m3 |
| | | Agregado Fino seco : | 766.00 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso seco : | 941.00 Kg / m3 |
| Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | | Cemento : | 42.50 Kg / saco |
| | | Agua de diseño : | 20.40 lt / saco |
| | | Agregado Fino seco : | 76.24 Kg / saco |
| | | Agregado Grueso seco : | 93.66 Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado | | Cemento : | 1.00 |
| | | Agregado fino seco : | 1.79 |
| | | Agregado grueso seco : | 2.20 |
| | | Agua de Diseño : | 20.40 lt / saco |

| <i>ENSAYO DE LABORATORIO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS</i> | | | |
|---|------------------------|---|-----------------|
| CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO | | | |
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | Cantera la Victoria – Rio Cajamarquino | |
| Contenido de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino | : | 5.20 % |
| | Agregado Grueso | : | 2.16 % |
| Peso Húmedo de los Agregados : | Agregado Fino | : | 806.00 Kg / m3 |
| | Agregado Grueso | : | 961.00 Kg / m3 |
| Humedad Superficial de los Agregados : | Agregado Fino | : | 4.29 % |
| | Agregado Grueso | : | 1.27 % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino | : | 33.00 lt / m3 |
| | Agregado Grueso | : | 12.00 lt / m3 |
| | Aporte Total | : | 45.00 lt / m3 |
| Agua Efectiva | : | Agua Efectiva | 160.00 lt / m3 |
| Relación Agua / Cemento de Diseño | : | | 0.48 |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m3. | Cemento | : | 427.00 Kg / m3 |
| | Agua Efectiva | : | 160.00 lt / m3 |
| | Agregado Fino Húmedo | : | 806.00 Kg / m3 |
| | Agregado Grueso Húmedo | : | 961.00 Kg / m3 |
| Relación Agua / Cemento Efectiva | : | | 0.37 |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | Cemento | : | 42.50 Kg / saco |
| | Agua Efectiva | : | 15.93 lt / saco |
| | Agregado fino húmedo | : | 80.22 Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo | : | 95.65 Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado | Cemento | : | 1.00 |
| | Agregado fino húmedo | : | 1.89 |
| | Agregado grueso húmedo | : | 2.25 |
| | Agua Efectiva | : | 15.93 lt / saco |

Cuadro N° 04: DISEÑO DE MEZCLAS GRUPO EXPERIMENTAL (GE)

CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO : SIKA VISCOCRETE -3330 : PORCENTAJE 1 %

Fecha de Diseño :

Realizado por: Ing. Víctor Eleodoro Cabanillas Bazán.

Chequeado por : Ing. Mg. José Luis Marchena Araujo

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

Cantera de donde se extraen los materiales :

Cantera la Victoria – Rio Cajamarquino

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

| | | |
|--|---------------|----------|
| Resistencia a la Compresión especificada del Concreto (f'c) = | 315.00 | Kg / cm2 |
| Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera (σ) = | 26.00 | Kg / cm2 |
| Resistencia promedio a la Compresión del Concreto (f'c) = | 350.00 | Kg / cm2 |

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------|
| Peso específico de masa : | 2.658 | Tamaño máximo nominal (Pulg.) : | 3/4 " |
| Absorción (%) : | 0.91 | Peso seco compactado (Kg / m3) : | 1650.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 5.20 | Peso específico de masa : | 2.69 |
| Módulo de finura : | 2.87 | Absorción (%) : | 0.89 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 2.16 |
| | | Módulo de Finura (%) : | 6.50 |
| CEMENTO | | AGUA | |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM C-150 Tipo 1 PACASM. | | |
| Peso Específico : | 3.11 | | |

DISEÑO DE MEZCLA

| | | |
|------------------------------|------------------------|------------------|
| Selección del Asentamiento : | Tipo de consistencia : | Plástica |
| | Asentamiento : | 3 " a 4 " |

| | | | |
|---|--|--------------------------------------|------------------------------|
| Tipo de Concreto a diseñar : | | Concreto sin aire incorporado | |
| Volumen unitario de Agua : | | 195.00 | lt / m ³ |
| Contenido de aire total : | | 2.00 | % |
| Relación Agua / Cemento : | | 0.48 | |
| Factor cemento : | Factor Cemento | = | 406.00 Kg / m ³ |
| | Factor Cemento | = | 9.55 Bolsas / m ³ |
| Contenido de Agregado Grueso | Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto : | | 0.57 m ³ |
| | Peso del Agregado Grueso : | | 940.5 Kg / m ³ |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales | | Cemento | : 0.131 m ³ |
| | | Agua | : 0.195 m ³ |
| | | Aditivo (1%) | : 0.004 m ³ |
| | | Aire | : 0.020 m ³ |
| | | Agregado Grueso | : 0.350 m ³ |
| | | Suma de Volúmenes | : 0.699 m ³ |
| Contenido de Agregado Fino | Volumen Absoluto de Agregado Fino | | : 0.295 m ³ |
| | Peso del Agregado Fino seco | | : 800.00 Kg / m ³ |
| Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m³. | | Cemento | : 406.00 Kg / m ³ |
| | | Agua de diseño | : 195.70 lt / m ³ |
| | | Agregado Fino seco | : 800.00 Kg / m ³ |
| | | Agregado Grueso seco | : 941.00 Kg / m ³ |
| Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | | Cemento | : 42.50 Kg / saco |
| | | Agua de diseño | : 20.41 lt / saco |
| | | Agregado Fino seco | : 83.74 Kg / saco |
| | | Agregado Grueso seco | : 98.50 Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado | | Cemento | : 1.00 |
| | | Agregado fino seco | : 1.97 |
| | | Agregado grueso seco | : 2.32 |
| | | Agua de Diseño | : 20.41 lt / saco |

| <i>ENSAYO DE LABORATORIO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS</i> | | | |
|---|-------------------------------|---|-----------|
| CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO | | | |
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | Cantera la Victoria – Rio Cajamarquino | |
| Contenido de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | 5.20 | % |
| | Agregado Grueso : | 2.16 | % |
| Peso Húmedo de los Agregados : | Agregado Fino : | 842.00 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso : | 961.00 | Kg / m3 |
| Humedad Superficial de los Agregados : | Agregado Fino : | 4.29 | % |
| | Agregado Grueso : | 1.27 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | 34.00 | lt / m3 |
| | Agregado Grueso : | 12.00 | lt / m3 |
| | Aporte Total : | 46.00 | lt / m3 |
| Agua Efectiva : | Agua Efectiva : | 149.00 | lt / m3 |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | | 0.48 | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m3. | Cemento : | 406.00 | Kg / m3 |
| | Agua Efectiva : | 149.00 | lt / m3 |
| | Agregado Fino Húmedo : | 842.00 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso Húmedo : | 961.00 | Kg / m3 |
| | Aditivo Sika Viscocrete -3330 | 3.79 | Lt/m3 |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | | 0.37 | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | Cemento : | 42.50 | Kg / saco |
| | Agua Efectiva : | 15.60 | lt / saco |
| | Agregado fino húmedo : | 88.14 | Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo : | 100.60 | Kg / saco |
| | Aditivo Sika Viscocrete -3330 | 0.40 | lt / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado | Cemento : | 1.00 | |
| | Agregado fino húmedo : | 1.99 | |
| | Agregado grueso húmedo : | 2.32 | |
| | Aditivo Sika Viscocrete -3330 | 0.40 | lt/saco |
| | Agua Efectiva : | 15.60 | lt / saco |

Cuadro N° 05 : DISEÑO DE MEZCLAS GRUPO EXPERIMENTAL (GE)

CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO : SIKA VISCOCRETE -3330 : PORCENTAJE 1.5 %

Fecha de Diseño :

Realizado por: Ing. Víctor Eleodoro Cabanillas Bazán.

Chequeado por : Ing. Mg. José Luis Marchena Araujo

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

Cantera de donde se extraen los materiales :

Cantera la Victoria – Rio Cajamarquino

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

| | | | |
|--|----------|------------|----------|
| Resistencia a la Compresión especificada del Concreto = | (f'c) | 315 | Kg / cm2 |
| Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera (σ) = | | 26 | Kg / cm2 |
| Resistencia promedio a la Compresión del Concreto = | (f'cr) | 350 | Kg / cm2 |

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------|
| Peso específico de masa : | 2.658 | Tamaño máximo nominal (Pulg.) : | 3/4 " |
| Absorción (%) : | 0.91 | Peso seco compactado (Kg / m3) : | 1650.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 5.20 | Peso específico de masa : | 2.69 |
| Módulo de finura : | 2.87 | Absorción (%) : | 0.89 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 2.16 |
| | | Módulo de Finura (%) : | 6.50 |
| CEMENTO | | AGUA | |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM C-150 Tipo 1 PACASM. | | |
| Peso Específico : | 3.11 | | |

DISEÑO DE MEZCLA

Selección del Asentamiento :

Tipo de consistencia
:

Plástica

Asentamiento : **3 " a 4 "**

| | | | |
|---|--|--------------------------------------|------------------|
| Tipo de Concreto a diseñar : | | Concreto sin aire incorporado | |
| Volumen unitario de Agua : | | 190.50 | lt / m3 |
| Contenido de aire total : | | 2.00 | % |
| Relación Agua / Cemento : | | 0.48 | |
| Factor Cemento : | | Factor Cemento = | 397.00 Kg / m3 |
| | | Factor Cemento = | 9.34 Bolsas / m3 |
| Contenido de Agregado Grueso | Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto : | 0.57 | m3 |
| | Peso del Agregado Grueso : | 940.50 | Kg / m3 |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales | | Cemento : | 0.128 m3 |
| | | Agua : | 0.191 m3 |
| | | Aditivo (1.5%) : | 0.006 m3 |
| | | Aire : | 0.020 m3 |
| | | Agregado Grueso : | 0.350 m3 |
| | | Suma de Volúmenes : | 0.693 m3 |
| Contenido de Agregado Fino | | Volumen Absoluto de Agregado Fino : | 0.307 m3 |
| | | Peso del Agregado Fino seco : | 814.91 Kg / m3 |
| Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m3. | | Cemento : | 397.00 Kg / m3 |
| | | Agua de diseño : | 190.50 lt / m3 |
| | | Agregado Fino seco : | 815.00 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso seco : | 941.00 Kg / m3 |
| Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | | Cemento : | 42.50 Kg / saco |
| | | Agua de diseño : | 20.39 lt / saco |
| | | Agregado Fino seco : | 84.58 Kg / saco |
| | | Agregado Grueso seco : | 100.74 Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado | | Cemento : | 1.00 |
| | | Agregado fino seco : | 2.05 |
| | | Agregado grueso seco : | 2.37 |
| | | Agua de Diseño : | 20.39 lt / saco |

| <i>ENSAYO DE LABORATORIO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS</i> | | | |
|---|--------------------------|---|-----------|
| CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO | | | |
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | Cantera La Victoria – Rio Cajamarquino | |
| Contenido de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | 5.20 | % |
| | Agregado Grueso : | 2.16 | % |
| Peso Húmedo de los Agregados : | Agregado Fino : | 857.00 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso : | 961.00 | Kg / m3 |
| Humedad Superficial de los Agregados : | Agregado Fino : | 4.29 | % |
| | Agregado Grueso : | 1.27 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | 35.00 | lt / m3 |
| | Agregado Grueso : | 12.00 | lt / m3 |
| | Aporte Total : | 47.00 | lt / m3 |
| Agua Efectiva : | Agua Efectiva : | 143.50 | lt / m3 |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | | 0.48 | |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m3. | Cemento : | 397.00 | Kg / m3 |
| | Agua Efectiva : | 143.50 | lt / m3 |
| | Agregado Fino Húmedo : | 857.00 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso Húmedo : | 961.00 | Kg / m3 |
| | Sika Viscocrete - 3330 | 5.57 | lt/m3 |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | | 0.36 | |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | Cemento : | 42.50 | Kg / saco |
| | Agua Efectiva : | 15.36 | lt / saco |
| | Agregado fino húmedo : | 91.74 | Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo : | 102.88 | Kg / saco |
| | Sika Viscocrete - 3330 | 0.60 | lt / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado | Cemento : | 1.00 | |
| | Agregado fino húmedo : | 2.16 | |
| | Agregado grueso húmedo : | 2.42 | |
| | Sika Viscocrete - 3330 | 0.60 | lt / saco |
| | Agua Efectiva : | 15.36 | lt / saco |

Cuadro N° 06 : DISEÑO DE MEZCLAS GRUPO EXPERIMENTAL (GE)

CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO : SIKA VISCOCRETE -3330 : PORCENTAJE 1.8 %

Fecha de Diseño :

Realizado por: Ing. Víctor Eleodoro Cabanillas Bazán.

Chequeado por : Ing. Mg. José Luis Marchena Araujo

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

Cantera de donde se extraen los materiales : **Cantera la Victoria - Rio Cajamarquino**

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

| | | |
|---|---------------|----------------------|
| Resistencia a la Compresión especificada del Concreto (f_c) = | 315.00 | Kg / cm ² |
| Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera (σ) = | 26.00 | Kg / cm ² |
| Resistencia promedio a la Compresión del Concreto (f_{cr}) = | 350.00 | Kg / cm ² |

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
|-----------------------------------|----------------------------------|--|----------------|
| Peso específico de masa : | 2.658 | Tamaño máximo nominal (Pulg.) : | 3/4 " |
| Absorción (%) : | 0.91 | Peso seco compactado (Kg / m ³) : | 1650.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 5.20 | Peso específico de masa : | 2.69 |
| Módulo de finura : | 2.87 | Absorción (%) : | 0.89 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 2.16 |
| CEMENTO | | Módulo de Finura (%) : | 6.50 |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM C-150 Tipo 1 PACASM. | AGUA | |
| Peso Específico : | 3.11 | | |

DISEÑO DE MEZCLA

| | |
|------------------------------|--|
| Selección del Asentamiento : | Tipo de consistencia : Plástica |
| | Asentamiento : 3 " a 4 " |

| | | | |
|--|--|--------------------------------------|------------------------------|
| Tipo de Concreto a diseñar : | | Concreto sin aire incorporado | |
| Volumen unitario de Agua : | | 186.50 | lt / m ³ |
| Contenido de aire total : | | 2.00 | % |
| Relación Agua / Cemento : | | 0.48 | |
| Factor Cemento : | Factor Cemento | = | 389.00 Kg / m ³ |
| | Factor Cemento | = | 9.15 Bolsas / m ³ |
| Contenido de Agregado Grueso | Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto : | | 0.57 m ³ |
| | Peso del Agregado Grueso : | | 940.50 Kg / m ³ |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales | | Cemento | : 0.125 m ³ |
| | | Agua | : 0.187 m ³ |
| | | Aditivo (1.8%) | : 0.007 m ³ |
| | | Aire | : 0.020 m ³ |
| | | Agregado Grueso | : 0.350 m ³ |
| | | Suma de Volúmenes | : 0.688 m ³ |
| Contenido de Agregado Fino | | Volumen Absoluto de Agregado Fino | : 0.312 m ³ |
| | | Peso del Agregado Fino seco | : 829.78 Kg / m ³ |
| Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m ³ . | | Cemento | : 389.00 Kg / m ³ |
| | | Agua de diseño | : 186.50 lt / m ³ |
| | | Agregado Fino seco | : 830.00 Kg / m ³ |
| | | Agregado Grueso seco | : 941.00 Kg / m ³ |
| Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | | Cemento | : 42.50 Kg / saco |
| | | Agua de diseño | : 20.38 lt / saco |
| | | Agregado Fino seco | : 90.68 Kg / saco |
| | | Agregado Grueso seco | : 102.81 Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado | | Cemento | : 1.00 |
| | | Agregado fino seco | : 2.13 |
| | | Agregado grueso seco | : 2.42 |
| | | Agua de Diseño | : 20.38 lt / saco |

| ENSAYO DE LABORATORIO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS | | | |
|---|--------------------------|---|-----------|
| CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO | | | |
| Cantera de donde se extraen los materiales : | | Cantera la Victoria- Rio Cajamarquino. | |
| Contenido de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | 5.20 | % |
| | Agregado Grueso : | 2.16 | % |
| Peso Húmedo de los Agregados : | Agregado Fino : | 873.00 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso : | 961.00 | Kg / m3 |
| Humedad Superficial de los Agregados : | Agregado Fino : | 4.29 | % |
| | Agregado Grueso : | 1.27 | % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | 36.00 | lt / m3 |
| | Agregado Grueso : | 12.00 | lt / m3 |
| | Aporte Total : | 48.00 | lt / m3 |
| Agua Efectiva : | Agua Efectiva : | 138.50 | lt / m3 |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | | | 0.48 |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m3. | Cemento : | 389.00 | Kg / m3 |
| | Agua Efectiva : | 138.50 | lt / m3 |
| | Agregado Fino Húmedo : | 873.00 | Kg / m3 |
| | Agregado Grueso Húmedo : | 961.00 | Kg / m3 |
| | Sika Viscocrete- 3330 | 6.54 | Kg / m3 |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | | | 0.36 |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | Cemento : | 42.50 | Kg / saco |
| | Agua Efectiva : | 15.13 | lt / saco |
| | Agregado fino húmedo : | 95.36 | Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo : | 104.99 | Kg / saco |
| | Sika Viscocrete- 3330 | 0.71 | lt / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado | Cemento : | 1.00 | |
| | Agregado fino húmedo : | 2.24 | |
| | Agregado grueso húmedo : | 2.47 | |
| | Sika Viscocrete- 3330 | 0.71 | lt / saco |
| | Agua Efectiva : | 15.13 | lt / saco |

Cuadro N° 07 : DISEÑO DE MEZCLAS GRUPO EXPERIMENTAL (GE)

CEMENTO PORTLAND TIPO I

ADITIVO : SIKA VISCOCRETE -3330 : PORCENTAJE : 2 %

Fecha de Diseño :

Realizado por: Ing. Víctor Eleodoro Cabanillas Bazán.

Chequeado por : Ing. Mg. José Luis Marchena Araujo

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

Cantera de donde se extraen los materiales :

Cantera la Victoria - Rio Cajamarquino

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

| | | |
|--|---------------|----------|
| Resistencia a la Compresión especificada del Concreto (f'c) = | 315.00 | Kg / cm2 |
| Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera (σ) = | 26.00 | Kg / cm2 |
| Resistencia promedio a la Compresión del Concreto (f'cr) = | 350.00 | Kg / cm2 |

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------|
| Peso específico de masa : | 2.658 | Tamaño máximo nominal (Pulg.) : | 3/4 " |
| Absorción (%) : | 0.91 | Peso seco compactado (Kg / m3) : | 1650.00 |
| Contenido de Humedad (%) : | 5.20 | Peso específico de masa : | 2.69 |
| Módulo de finura : | 2.87 | Absorción (%) : | 0.89 |
| | | Contenido de Humedad (%) : | 2.16 |
| | | Módulo de Finura (%) : | 6.50 |
| CEMENTO | | AGUA | |
| Tipo de Cemento Portland a usar : | ASTM C-150 Tipo 1 PACASM. | | |
| Peso Específico : | 3.11 | | |

DISEÑO DE MEZCLA

Selección del Asentamiento :

Tipo de consistencia : **Plástica**

Asentamiento : **3 " a 4 "**

| | | | | |
|---|--|--------------------------------------|-------------|------------------|
| Tipo de Concreto a diseñar : | | Concreto sin aire incorporado | | |
| Volumen unitario de Agua : | | 183.50 | lt / m3 | |
| Contenido de aire total : | | 2.00 | % | |
| Relación Agua / Cemento : | | 0.48 | | |
| Factor Cemento : | Factor Cemento | = | 382.00 | Kg / m3 |
| | Factor Cemento | = | 8.99 | Bolsas / m3 |
| Contenido de Agregado Grueso | Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto : | | 0.57 | m3 |
| | Peso del Agregado Grueso : | | 940.50 | Kg / m3 |
| Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales | | Cemento | : | 0.123 m3 |
| | | Agua | : | 0.184 m3 |
| | | Aditivo (2.0%) | : | 0.007 m3 |
| | | Aire | : | 0.020 m3 |
| | | Agregado Grueso | : | 0.350 m3 |
| | | Suma de Volúmenes | : | 0.683 m3 |
| Contenido de Agregado Fino | Volumen Absoluto de Agregado Fino | | : | 0.317 m3 |
| | Peso del Agregado Fino seco | | : | 842.33 Kg / m3 |
| Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m3. | | Cemento | : | 382.00 Kg / m3 |
| | | Agua de diseño | : | 183.50 lt / m3 |
| | | Agregado Fino seco | : | 842.00 Kg / m3 |
| | | Agregado Grueso seco | : | 941.00 Kg / m3 |
| Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | | Cemento | : | 42.50 Kg / saco |
| | | Agua de diseño | : | 20.42 lt / saco |
| | | Agregado Fino seco | : | 93.68 Kg / saco |
| | | Agregado Grueso seco | : | 104.69 Kg / saco |
| Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado | | Cemento | : | 1.00 |
| | | Agregado fino seco | : | 2.20 |
| | | Agregado grueso seco | : | 2.46 |
| | | Agua de Diseño | : | 20.42 lt / saco |

ENSAYO DE LABORATORIO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO

Cantera de donde se extraen los materiales :

Cantera la Victoria - Río Cajamarquino.

| | | |
|--|--------------------------|----------------------------|
| Contenido de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | 5.20 % |
| | Agregado Grueso : | 2.16 % |
| Peso Húmedo de los Agregados : | Agregado Fino : | 886.00 Kg / m ³ |
| | Agregado Grueso : | 961.00 Kg / m ³ |
| Humedad Superficial de los Agregados : | Agregado Fino : | 4.29 % |
| | Agregado Grueso : | 1.27 % |
| Aporte de Humedad de los Agregados : | Agregado Fino : | 36.00 lt / m ³ |
| | Agregado Grueso : | 12.00 lt / m ³ |
| | Aporte Total : | 48.00 lt / m ³ |
| Agua Efectiva : | Agua Efectiva : | 135.50 lt / m ³ |
| Relación Agua / Cemento de Diseño : | | 0.48 |
| Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m³. | Cemento : | 382.00 Kg / m ³ |
| | Agua Efectiva : | 135.50 lt / m ³ |
| | Agregado Fino Húmedo : | 886.00 Kg / m ³ |
| | Agregado Grueso Húmedo : | 961.00 Kg / m ³ |
| | Sika Viscocrete - 3330 : | 7.14 Kg / m ³ |
| Relación Agua / Cemento Efectiva : | | 0.35 |
| Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento. | Cemento : | 42.50 Kg / saco |
| | Agua Efectiva : | 15.08 lt / saco |
| | Agregado fino húmedo : | 98.57 Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo : | 106.92 Kg / saco |
| | Agregado grueso húmedo : | 0.79 lt / saco |
| Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado | Cemento : | 1.00 |
| | Agregado fino húmedo : | 2.32 |
| | Agregado grueso húmedo : | 2.52 |
| | Sika Viscocrete - 3330 : | 0.79 lt / saco |

Agua Efectiva

:

15.08 lt / saco

**Cuadro N° 08 : CALCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO O RESISTENCIA MEDIA REQUERIDA
PRIMER CRITERIO**

:

σ : Desviación estándar promedio calculada de los ensayos realizados.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

| f'c (Kg / cm ²) | σ (Kg / cm ²) | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| f'cr (Kg/ cm ²) | | | | | | | | | |
| 140 | 155 | 160 | 170 | 175 | 180 | 185 | 200 | 210 | 220 |
| 175 | 190 | 195 | 205 | 210 | 215 | 220 | 235 | 245 | 255 |
| 210 | 225 | 230 | 240 | 245 | 250 | 255 | 270 | 280 | 290 |
| 245 | 260 | 265 | 275 | 280 | 285 | 290 | 305 | 315 | 325 |
| 280 | 295 | 300 | 310 | 315 | 320 | 325 | 340 | 350 | 360 |
| 350 | 365 | 370 | 380 | 385 | 390 | 395 | 410 | 420 | 430 |

SEGUNDO CRITERIO :

FACTOR DE CORRECCIÓN

| ENSAYOS | FACTOR DE CORECCIÓN |
|---------|--------------------------------|
| < 15 | Usar tabla del Tercer Criterio |
| 15 | 1.16 |

| | |
|----|------|
| 20 | 1.08 |
| 25 | 1.03 |
| 30 | 1.00 |

TERCER CRITERIO :

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

| $f'c$ (Kg / cm ²) | $f'cr$ (Kg / cm ²) | $f'c$ (Kg / cm ²) | $f'cr$ (Kg / cm ²) |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Menor de 210 | $f'c + 70$ | 175 | 245 |
| 210 a 350 | $f'c + 84$ | 280 | 364 |
| Mayor de 350 | $f'c + 98$ | 360 | 458 |

CUARTO CRITERIO :

Tenemos las siguientes ecuaciones :

$$f'cr = f'c + 1.34s \dots\dots\dots (1)$$

$$f'cr = f'c + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (2)$$

| CASO N° | Resistencia a la Compresión | Desviación estándar promedio | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión |
|---------|-------------------------------|----------------------------------|--|--|
| | $f'c$ (Kg / cm ²) | σ (Kg / cm ²) | Promedio. $f'cr$ (Kg / cm ²) | Adoptada. $f'cr$ (Kg / cm ²) |
| 1 | 350 | 20 | 377 | 377 |
| 2 | 350 | 20 | 362 | |

C:DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS DE CONTROL Y EXPERIMENTALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GC1- CEMENTO PORTLAND TIPO A LOS 3 DÍAS SIN ADITIVO

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Res. obtenido | Peso Unit. g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------|
| 1 | 3 | 13098.00 | 30.10 | 15.10 | 179.08 | 5390.28 | 10960.00 | 61.20 | 17.49% | 2.43 | Cono |
| 2 | 3 | 12986.00 | 30.11 | 15.15 | 180.27 | 5427.84 | 9510.00 | 52.76 | 15.07% | 2.39 | Corte |
| 3 | 3 | 13032.00 | 30.15 | 15.12 | 179.55 | 5413.55 | 10896.00 | 60.68 | 17.34% | 2.41 | Columnar |
| 4 | 3 | 12984.00 | 30.12 | 15.00 | 176.72 | 5322.66 | 10265.00 | 58.09 | 16.60% | 2.44 | Cono |
| 5 | 3 | 12786.00 | 30.25 | 15.20 | 181.46 | 5489.13 | 10785.00 | 59.43 | 16.98% | 2.33 | Cono |
| 6 | 3 | 12995.00 | 30.30 | 15.10 | 179.08 | 5426.10 | 11290.00 | 63.04 | 18.01% | 2.39 | Corte |
| 7 | 3 | 13004.00 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 5440.46 | 10242.00 | 56.82 | 16.23% | 2.39 | Corte |
| 8 | 3 | 12780.00 | 30.40 | 15.00 | 176.72 | 5372.14 | 9879.00 | 55.90 | 15.97% | 2.38 | Columnar |
| 9 | 3 | 13075.00 | 30.10 | 15.12 | 179.55 | 5404.57 | 10854.00 | 60.45 | 17.27% | 2.42 | Cono |
| 10 | 3 | 12630.00 | 30.24 | 15.13 | 179.79 | 5436.89 | 9590.00 | 53.34 | 15.24% | 2.32 | Columnar |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GC2- CEMENTO PORTLAND TIPO A LOS 5 DÍAS SIN ADITIVO

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resist.obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 5 | 12876.00 | 30.40 | 15.30 | 183.85 | 5589.17 | 15196.00 | 82.65 | 23.61% | 2.30 | Cono |
| 2 | 5 | 12985.00 | 30.20 | 15.40 | 186.27 | 5625.22 | 13594.00 | 72.98 | 20.85% | 2.31 | Corte |
| 3 | 5 | 13078.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 14780.00 | 81.45 | 23.27% | 2.39 | Cono |
| 4 | 5 | 12975.00 | 30.18 | 15.00 | 176.72 | 5333.26 | 15297.00 | 86.56 | 24.73% | 2.43 | Columnar |
| 5 | 5 | 12862.00 | 30.25 | 15.20 | 181.46 | 5489.13 | 14070.00 | 77.54 | 22.15% | 2.34 | Corte |
| 6 | 5 | 12578.00 | 30.30 | 15.10 | 179.08 | 5426.10 | 15126.00 | 84.47 | 24.13% | 2.32 | Cono |
| 7 | 5 | 12654.00 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 5440.46 | 14084.00 | 78.13 | 22.32% | 2.33 | Cono |
| 8 | 5 | 12930.00 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 5444.00 | 13590.00 | 75.89 | 21.68% | 2.38 | Columnar |
| 9 | 5 | 12750.00 | 30.10 | 15.25 | 182.65 | 5497.90 | 14190.00 | 77.69 | 22.20% | 2.32 | Columnar |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------|-------|-------|--------|---------|----------|-------|--------|------|------|
| 10 | 5 | 13035.00 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 5632.67 | 13194.00 | 70.83 | 20.24% | 2.31 | Cono |
|----|---|----------|-------|-------|--------|---------|----------|-------|--------|------|------|

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DEL GRUPO DE CONTROL

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GC3- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 7 DÍAS SIN ADITIVO

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. de Res. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 7 | 12895.00 | 30.40 | 15.25 | 182.65 | 5552.70 | 24150.00 | 132.22 | 37.78% | 2.32 | Columnar |
| 2 | 7 | 12895.00 | 30.20 | 15.40 | 186.27 | 5625.22 | 23594.00 | 126.67 | 36.19% | 2.29 | Cono |
| 3 | 7 | 12995.00 | 30.15 | 15.25 | 182.65 | 5507.04 | 22896.00 | 125.35 | 35.81% | 2.36 | Cono |
| 4 | 7 | 12978.00 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 5440.46 | 21514.00 | 119.35 | 34.10% | 2.39 | Corte |
| 5 | 7 | 12992.00 | 30.25 | 15.35 | 185.06 | 5598.00 | 20876.00 | 112.81 | 32.23% | 2.32 | Corte |
| 6 | 7 | 12891.00 | 30.30 | 15.40 | 186.27 | 5643.84 | 20478.00 | 109.94 | 31.41% | 2.28 | Columnar |
| 7 | 7 | 13002.00 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 5440.46 | 19127.00 | 106.10 | 30.32% | 2.39 | Corte |
| 8 | 7 | 12875.00 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 5444.00 | 21325.00 | 119.08 | 34.02% | 2.36 | Cono |
| 9 | 7 | 12845.00 | 30.10 | 15.25 | 182.65 | 5497.90 | 22442.00 | 122.87 | 35.10% | 2.34 | Corte |
| 10 | 7 | 12968.00 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 5632.67 | 23015.00 | 123.56 | 35.30% | 2.30 | Corte |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GC4- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 14 DÍAS SIN ADITIVO

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resist. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 14 | 12788.00 | 30.50 | 15.25 | 182.65 | 5570.96 | 32150.00 | 176.02 | 50.29% | 2.30 | Cono |
| 2 | 14 | 12912.00 | 30.22 | 15.40 | 186.27 | 5628.94 | 32590.00 | 174.97 | 49.99% | 2.29 | Cono |
| 3 | 14 | 12778.00 | 30.15 | 15.25 | 182.65 | 5507.04 | 31692.00 | 173.51 | 49.57% | 2.32 | Corte |
| 4 | 14 | 12679.00 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 5440.46 | 32109.00 | 178.12 | 50.89% | 2.33 | Columnar |
| 5 | 14 | 12944.00 | 30.21 | 15.35 | 185.06 | 5590.60 | 30652.00 | 165.63 | 47.32% | 2.32 | Cono |
| 6 | 14 | 12539.00 | 30.35 | 15.40 | 186.27 | 5653.16 | 32453.00 | 174.23 | 49.78% | 2.22 | Cono |
| 7 | 14 | 12695.00 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 5440.46 | 32170.00 | 178.46 | 50.99% | 2.33 | Corte |

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----------|-------|-------|--------|---------|----------|--------|--------|------|----------|
| 8 | 14 | 12811.00 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 5444.00 | 30112.00 | 168.15 | 48.04% | 2.35 | Cono |
| 9 | 14 | 12500.00 | 30.30 | 15.25 | 182.65 | 5534.43 | 30354.00 | 166.18 | 47.48% | 2.26 | Corte |
| 10 | 14 | 12486.00 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 5632.67 | 32101.00 | 172.34 | 49.24% | 2.22 | Columnar |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPO DE CONTROL

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GC5- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 28 DÍAS SIN ADITIVO

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. Obt. | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 28 | 12844.00 | 30.50 | 15.10 | 179.08 | 5461.91 | 66210.00 | 369.72 | 105.64% | 2.35 | Corte |
| 2 | 28 | 12618.00 | 30.22 | 15.30 | 183.85 | 5556.08 | 65390.00 | 355.66 | 101.62% | 2.27 | Cono |
| 3 | 28 | 12598.00 | 30.15 | 15.22 | 181.94 | 5485.39 | 65896.00 | 362.19 | 103.48% | 2.30 | Corte |
| 4 | 28 | 12875.00 | 30.18 | 15.16 | 180.51 | 5447.64 | 64709.00 | 358.49 | 102.43% | 2.36 | Cono |
| 5 | 28 | 12479.00 | 30.21 | 15.19 | 181.22 | 5474.66 | 65680.00 | 362.43 | 103.55% | 2.28 | Columnar |
| 6 | 28 | 12954.00 | 30.35 | 15.20 | 181.46 | 5507.28 | 63972.00 | 352.54 | 100.73% | 2.35 | Columnar |
| 7 | 28 | 12651.00 | 30.18 | 15.15 | 180.27 | 5440.46 | 64980.00 | 360.47 | 102.99% | 2.33 | Corte |
| 8 | 28 | 12763.00 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 5516.35 | 65127.00 | 358.91 | 102.55% | 2.31 | Cono |
| 9 | 28 | 12893.00 | 30.30 | 15.25 | 182.65 | 5534.43 | 67590.00 | 370.04 | 105.73% | 2.33 | Cono |
| 10 | 28 | 12910.00 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 5632.67 | 67226.00 | 360.92 | 103.12% | 2.29 | Corte |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES GRUPO GE1- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 3 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330 DE 1%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis.obt. | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 3 | 12699.00 | 30.30 | 15.12 | 179.55 | 5440.48 | 22650.00 | 126.15 | 36.04% | 2.33 | Corte |
| 2 | 3 | 12803.00 | 30.25 | 15.14 | 180.03 | 5445.88 | 23590.00 | 131.03 | 37.44% | 2.35 | Corte |
| 3 | 3 | 12786.00 | 30.15 | 15.22 | 181.94 | 5485.39 | 23896.00 | 131.34 | 37.53% | 2.33 | Cono |
| 4 | 3 | 12888.00 | 30.18 | 15.16 | 180.51 | 5447.64 | 22809.00 | 126.36 | 36.10% | 2.37 | Cono |
| 5 | 3 | 12843.00 | 30.12 | 15.19 | 181.22 | 5458.35 | 22549.00 | 124.43 | 35.55% | 2.35 | Corte |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------|-------|-------|--------|---------|----------|--------|--------|------|----------|
| 6 | 3 | 12792.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 23430.00 | 129.12 | 36.89% | 2.34 | Cono |
| 7 | 3 | 12717.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 22345.00 | 123.96 | 35.42% | 2.34 | Corte |
| 8 | 3 | 12796.00 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 5516.35 | 24786.00 | 136.59 | 39.03% | 2.32 | Columnar |
| 9 | 3 | 12748.00 | 30.30 | 15.25 | 182.65 | 5534.43 | 24440.00 | 133.80 | 38.23% | 2.30 | corte |
| 10 | 3 | 12690.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 22590.00 | 124.49 | 35.57% | 2.31 | Cono |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE2- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 5 DÍAS CON ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DE 1%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resist. Obt. | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 5 | 12908.00 | 30.15 | 15.12 | 179.55 | 5413.55 | 29650.00 | 165.13 | 47.18% | 2.38 | Corte |
| 2 | 5 | 12878.00 | 30.12 | 15.14 | 180.03 | 5422.48 | 30590.00 | 169.92 | 48.55% | 2.37 | Corte |
| 3 | 5 | 12904.00 | 30.17 | 15.22 | 181.94 | 5489.03 | 28896.00 | 158.82 | 45.38% | 2.35 | Corte |
| 4 | 5 | 12861.00 | 30.20 | 15.16 | 180.51 | 5451.25 | 30809.00 | 170.68 | 48.77% | 2.36 | Cono |
| 5 | 5 | 12798.00 | 30.12 | 15.19 | 181.22 | 5458.35 | 29760.00 | 164.22 | 46.92% | 2.34 | Cono |
| 6 | 5 | 12816.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 28650.00 | 157.89 | 45.11% | 2.34 | cono |
| 7 | 5 | 12764.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 30345.00 | 168.33 | 48.10% | 2.34 | Cono |
| 8 | 5 | 12811.00 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 5516.35 | 30750.00 | 169.46 | 48.42% | 2.32 | Corte |
| 9 | 5 | 12909.00 | 30.30 | 15.25 | 182.65 | 5534.43 | 31230.00 | 170.98 | 48.85% | 2.33 | Cono |
| 10 | 5 | 12812.00 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 5632.67 | 31590.00 | 169.60 | 48.46% | 2.27 | Cono |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE3- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 7 DÍAS CON ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330 DE 1%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. Obt. | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 7 | 12785.00 | 30.20 | 15.12 | 179.55 | 5422.52 | 32790.00 | 182.62 | 52.18% | 2.36 | Columnar |
| 2 | 7 | 13001.00 | 30.25 | 15.14 | 180.03 | 5445.88 | 34590.00 | 192.14 | 54.90% | 2.39 | Corte |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------|-------|-------|--------|---------|----------|--------|--------|------|-------|
| 3 | 7 | 12985.00 | 30.15 | 15.18 | 180.98 | 5456.60 | 34296.00 | 189.50 | 54.14% | 2.38 | Corte |
| 4 | 7 | 12894.00 | 30.18 | 15.16 | 180.51 | 5447.64 | 34109.00 | 188.96 | 53.99% | 2.37 | Corte |
| 5 | 7 | 12957.00 | 30.16 | 15.14 | 180.03 | 5429.68 | 33876.00 | 188.17 | 53.76% | 2.39 | Corte |
| 6 | 7 | 12958.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 31368.00 | 172.87 | 49.39% | 2.37 | corte |
| 7 | 7 | 12869.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 35452.00 | 196.66 | 56.19% | 2.36 | Cono |
| 8 | 7 | 12905.00 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 5516.35 | 31736.00 | 174.89 | 49.97% | 2.34 | Cono |
| 9 | 7 | 12950.00 | 30.30 | 15.25 | 182.65 | 5534.43 | 33010.00 | 180.72 | 51.64% | 2.34 | Cono |
| 10 | 7 | 12934.00 | 30.25 | 15.20 | 181.46 | 5489.13 | 31995.00 | 176.32 | 50.48% | 2.36 | Cono |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE4- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 14 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DE 1%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resist. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 14 | 12998.00 | 30.14 | 15.12 | 179.55 | 5411.75 | 53070.00 | 295.57 | 84.45% | 2.40 | Corte |
| 2 | 14 | 12897.00 | 30.17 | 15.14 | 180.03 | 5431.48 | 54590.00 | 303.23 | 86.64% | 2.37 | Corte |
| 3 | 14 | 12999.00 | 30.15 | 15.22 | 181.94 | 5485.39 | 55896.00 | 307.23 | 87.78% | 2.37 | Corte |
| 4 | 14 | 12897.00 | 30.20 | 15.16 | 180.51 | 5451.25 | 57809.00 | 320.26 | 91.50% | 2.37 | Corte |
| 5 | 14 | 12983.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 56649.00 | 312.60 | 89.31% | 2.37 | Corte |
| 6 | 14 | 12789.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 57677.00 | 317.85 | 90.81% | 2.34 | Corte |
| 7 | 14 | 12850.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 56010.00 | 310.71 | 88.77% | 2.36 | Columnar |
| 8 | 14 | 12771.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 54980.00 | 302.99 | 86.57% | 2.32 | Columnar |
| 9 | 14 | 12880.00 | 30.25 | 15.25 | 182.65 | 5525.30 | 57312.00 | 313.77 | 89.65% | 2.33 | Corte |
| 10 | 14 | 12789.00 | 30.24 | 15.10 | 179.08 | 5415.35 | 56218.00 | 313.93 | 89.69% | 2.36 | Corte |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE5- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 28 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330 DE 1%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|--|---------------|
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|--|---------------|

| | | | | | | | | | | Peso Unit g/cm3 | |
|----|----|----------|-------|-------|--------|---------|----------|--------|---------|-----------------|----------|
| 1 | 28 | 13003.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 69650.00 | 386.37 | 110.39% | 2.39 | Corte |
| 2 | 28 | 12999.00 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 5494.59 | 70590.00 | 390.55 | 111.59% | 2.37 | Cono |
| 3 | 28 | 12878.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 68996.00 | 380.23 | 108.64% | 2.35 | Corte |
| 4 | 28 | 12679.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 72452.00 | 400.33 | 114.38% | 2.32 | Corte |
| 5 | 28 | 12984.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 70150.00 | 387.10 | 110.60% | 2.37 | Columnar |
| 6 | 28 | 12982.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 70080.00 | 386.20 | 110.34% | 2.37 | Corte |
| 7 | 28 | 12795.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 71260.00 | 395.30 | 112.94% | 2.35 | Corte |
| 8 | 28 | 12761.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 69186.00 | 381.28 | 108.94% | 2.32 | cono |
| 9 | 28 | 12795.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 72190.00 | 401.52 | 114.72% | 2.35 | Cono |
| 10 | 28 | 12985.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 71340.00 | 393.15 | 112.33% | 2.37 | Cono |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE6 CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 3 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DE 1.5%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resist. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 3 | 12992.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 23650.00 | 131.19 | 37.48% | 2.39 | Corte |
| 2 | 3 | 13005.00 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 5494.59 | 24320.00 | 134.56 | 38.44% | 2.37 | Corte |
| 3 | 3 | 12897.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 25896.00 | 142.71 | 40.77% | 2.36 | Cono |
| 4 | 3 | 12879.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 27809.00 | 153.66 | 43.90% | 2.36 | Cono |
| 5 | 3 | 13002.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 26549.00 | 146.50 | 41.86% | 2.38 | Corte |
| 6 | 3 | 13000.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 28762.00 | 158.50 | 45.29% | 2.37 | Columnar |
| 7 | 3 | 12890.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 26523.00 | 147.13 | 42.04% | 2.37 | Columnar |
| 8 | 3 | 12897.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 27659.00 | 152.43 | 43.55% | 2.35 | Corte |
| 9 | 3 | 12995.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 28590.00 | 159.02 | 45.43% | 2.39 | Corte |
| 10 | 3 | 13001.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 27590.00 | 152.05 | 43.44% | 2.37 | Corte |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE7 CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 5 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330 DE 1.5%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 5 | 12897.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 34650.00 | 192.21 | 54.92% | 2.37 | Columnar |
| 2 | 5 | 13002.00 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 5444.00 | 33590.00 | 187.57 | 53.59% | 2.39 | Columnar |
| 3 | 5 | 13004.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 33896.00 | 186.80 | 53.37% | 2.38 | Cono |
| 4 | 5 | 12763.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 32509.00 | 179.63 | 51.32% | 2.34 | cono |
| 5 | 5 | 12879.00 | 30.18 | 15.20 | 181.46 | 5476.43 | 35549.00 | 195.91 | 55.97% | 2.35 | Cono |
| 6 | 5 | 12805.00 | 30.17 | 15.10 | 179.08 | 5402.82 | 33000.00 | 184.28 | 52.65% | 2.37 | Cono |
| 7 | 5 | 12812.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 31345.00 | 173.88 | 49.68% | 2.35 | Cono |
| 8 | 5 | 12876.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 32138.00 | 177.11 | 50.60% | 2.34 | Corte |
| 9 | 5 | 12782.00 | 30.25 | 15.14 | 180.03 | 5445.88 | 33590.00 | 186.58 | 53.31% | 2.35 | Corte |
| 10 | 5 | 12883.00 | 30.24 | 15.00 | 176.72 | 5343.86 | 32590.00 | 184.42 | 52.69% | 2.41 | Cono |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE8- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 7 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DE 1.5%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 7 | 12790.00 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 5336.79 | 42650.00 | 241.35 | 68.96% | 2.40 | Corte |
| 2 | 7 | 12812.00 | 30.40 | 15.24 | 182.42 | 5545.42 | 43590.00 | 238.96 | 68.27% | 2.31 | Cono |
| 3 | 7 | 12889.00 | 30.15 | 15.10 | 179.08 | 5399.23 | 43896.00 | 245.12 | 70.03% | 2.39 | Cono |
| 4 | 7 | 13001.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 45009.00 | 248.69 | 71.06% | 2.38 | Cono |
| 5 | 7 | 13003.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 45549.00 | 251.35 | 71.81% | 2.38 | Corte |
| 6 | 7 | 12998.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 43000.00 | 236.97 | 67.71% | 2.37 | Corte |
| 7 | 7 | 12913.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 43750.00 | 242.70 | 69.34% | 2.37 | Corte |
| 8 | 7 | 12927.00 | 30.30 | 15.12 | 179.55 | 5440.48 | 44168.00 | 245.99 | 70.28% | 2.38 | Cono |
| 9 | 7 | 12845.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 44590.00 | 248.01 | 70.86% | 2.36 | Columnar |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------|-------|-------|--------|---------|----------|--------|--------|------|----------|
| 10 | 7 | 12954.00 | 30.24 | 15.15 | 180.27 | 5451.27 | 42590.00 | 236.26 | 67.50% | 2.38 | Columnar |
|----|---|----------|-------|-------|--------|---------|----------|--------|--------|------|----------|

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE9 CEMENTO PORTLAND TIPO I A 14 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330 DE 1.5%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 14 | 13005.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 63093.00 | 350.00 | 100.00% | 2.39 | Corte |
| 2 | 14 | 12984.00 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 5494.59 | 63098.00 | 349.10 | 99.74% | 2.36 | Corte |
| 3 | 14 | 12943.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 64555.00 | 355.76 | 101.64% | 2.37 | Corte |
| 4 | 14 | 12958.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 62809.00 | 347.05 | 99.16% | 2.37 | Corte |
| 5 | 14 | 12990.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 63058.00 | 347.96 | 99.42% | 2.38 | Cono |
| 6 | 14 | 13001.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 64712.00 | 356.62 | 101.89% | 2.37 | Corte |
| 7 | 14 | 12875.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 63045.00 | 349.73 | 99.92% | 2.36 | Corte |
| 8 | 14 | 12971.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 63548.00 | 350.21 | 100.06% | 2.36 | Corte |
| 9 | 14 | 13002.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 63124.00 | 351.10 | 100.31% | 2.39 | Corte |
| 10 | 14 | 13002.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 62432.00 | 344.06 | 98.30% | 2.37 | Columnar |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE10 CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 28 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DE 1.5%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 28 | 13002.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 75770.00 | 420.32 | 120.09% | 2.39 | Corte |
| 2 | 28 | 12976.00 | 30.40 | 15.00 | 176.72 | 5372.14 | 75590.00 | 427.75 | 122.21% | 2.42 | Corte |
| 3 | 28 | 12985.00 | 30.15 | 15.30 | 183.85 | 5543.21 | 78896.00 | 429.12 | 122.61% | 2.34 | Corte |
| 4 | 28 | 13002.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 76809.00 | 424.40 | 121.26% | 2.38 | Cono |
| 5 | 28 | 12925.00 | 30.18 | 15.35 | 185.06 | 5585.05 | 76876.00 | 415.42 | 118.69% | 2.31 | Cono |
| 6 | 28 | 12937.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 77244.00 | 425.68 | 121.62% | 2.36 | Corte |

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----------|-------|-------|--------|---------|----------|--------|---------|------|----------|
| 7 | 28 | 12786.00 | 30.20 | 15.30 | 183.85 | 5552.40 | 76985.00 | 418.73 | 119.64% | 2.30 | corte |
| 8 | 28 | 12954.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 78020.00 | 429.96 | 122.85% | 2.36 | Corte |
| 9 | 28 | 13003.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 77590.00 | 431.56 | 123.30% | 2.39 | Columnar |
| 10 | 28 | 12897.00 | 30.24 | 15.40 | 186.27 | 5632.67 | 79590.00 | 427.29 | 122.08% | 2.29 | Corte |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE11 CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 3 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330 DE 1.8%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 3 | 12987.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 30650.00 | 170.03 | 48.58% | 2.39 | Columnar |
| 2 | 3 | 13001.00 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 5444.00 | 31590.00 | 176.40 | 50.40% | 2.39 | Corte |
| 3 | 3 | 12989.00 | 30.15 | 15.15 | 180.27 | 5435.05 | 30896.00 | 171.39 | 48.97% | 2.39 | Corte |
| 4 | 3 | 12973.00 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 5336.79 | 31190.00 | 176.50 | 50.43% | 2.43 | Cono |
| 5 | 3 | 12947.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 31976.00 | 176.45 | 50.41% | 2.37 | Cono |
| 6 | 3 | 12879.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 32012.00 | 176.41 | 50.40% | 2.35 | Cono |
| 7 | 3 | 13010.00 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 5336.79 | 30126.00 | 170.48 | 48.71% | 2.44 | Cono |
| 8 | 3 | 13012.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 32685.00 | 180.12 | 51.46% | 2.37 | Cono |
| 9 | 3 | 12987.00 | 30.25 | 15.25 | 182.65 | 5525.30 | 31590.00 | 172.95 | 49.41% | 2.35 | Cono |
| 10 | 3 | 12754.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 30590.00 | 168.58 | 48.17% | 2.32 | Corte |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE12- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 5 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DE 1.8%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 5 | 12890.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 42650.00 | 236.59 | 67.60% | 2.37 | Cono |
| 2 | 5 | 13001.00 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 5494.59 | 43590.00 | 241.17 | 68.91% | 2.37 | Corte |
| 3 | 5 | 13008.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 41896.00 | 230.88 | 65.97% | 2.38 | Columnar |
| 4 | 5 | 12999.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 42809.00 | 236.54 | 67.58% | 2.38 | Corte |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------|-------|-------|--------|---------|----------|--------|--------|------|----------|
| 5 | 5 | 13003.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 42549.00 | 234.79 | 67.08% | 2.38 | Columnar |
| 6 | 5 | 13007.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 41614.00 | 229.33 | 65.52% | 2.38 | Cono |
| 7 | 5 | 12989.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 42000.00 | 232.99 | 66.57% | 2.39 | Corte |
| 8 | 5 | 13011.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 41000.00 | 225.95 | 64.56% | 2.37 | Corte |
| 9 | 5 | 12976.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 40090.00 | 222.98 | 63.71% | 2.39 | Corte |
| 10 | 5 | 12789.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 42590.00 | 234.71 | 67.06% | 2.33 | Cono |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE13 CEMENTO PORTLAND TIPO A LOS 7 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330 DE 1.8%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc.Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 7 | 13009.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 50050.00 | 277.64 | 79.33% | 2.39 | Corte |
| 2 | 7 | 12989.00 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 5494.59 | 49590.00 | 274.37 | 78.39% | 2.36 | Corte |
| 3 | 7 | 13012.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 48896.00 | 269.46 | 76.99% | 2.38 | Cono |
| 4 | 7 | 12985.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 50109.00 | 276.87 | 79.11% | 2.38 | cono |
| 5 | 7 | 12832.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 48745.00 | 268.98 | 76.85% | 2.35 | Cono |
| 6 | 7 | 13002.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 49320.00 | 271.80 | 77.66% | 2.37 | Columnar |
| 7 | 7 | 12974.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 46431.00 | 257.57 | 73.59% | 2.38 | Columnar |
| 8 | 7 | 12689.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 50345.00 | 277.45 | 79.27% | 2.31 | Corte |
| 9 | 7 | 12756.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 48542.00 | 269.99 | 77.14% | 2.35 | Cono |
| 10 | 7 | 13004.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 50325.00 | 277.34 | 79.24% | 2.37 | Cono |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE14 CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 14 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DE 1.8%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 14 | 12973.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 64650.00 | 358.63 | 102.47% | 2.38 | Cono |
| 2 | 14 | 13007.00 | 30.40 | 15.17 | 180.74 | 5494.59 | 63590.00 | 351.83 | 100.52% | 2.37 | Corte |

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----------|-------|-------|--------|---------|----------|--------|---------|------|----------|
| 3 | 14 | 13011.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 63896.00 | 352.12 | 100.61% | 2.38 | Corte |
| 4 | 14 | 12965.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 64809.00 | 358.10 | 102.31% | 2.37 | Corte |
| 5 | 14 | 12983.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 64549.00 | 356.19 | 101.77% | 2.37 | Cono |
| 6 | 14 | 13006.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 63000.00 | 347.19 | 99.20% | 2.38 | Columnar |
| 7 | 14 | 12978.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 62988.00 | 349.42 | 99.83% | 2.38 | Columnar |
| 8 | 14 | 12879.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 65012.00 | 358.27 | 102.36% | 2.34 | Corte |
| 9 | 14 | 12689.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 64590.00 | 359.25 | 102.64% | 2.33 | Cono |
| 10 | 14 | 12700.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 63590.00 | 350.44 | 100.13% | 2.31 | Cono |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE15 CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 28 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330 DE 1.8%

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 28 | 13005.00 | 30.20 | 15.10 | 179.08 | 5408.19 | 81665.00 | 456.03 | 130.29% | 2.40 | Corte |
| 2 | 28 | 12998.00 | 30.40 | 15.12 | 179.55 | 5458.43 | 81230.00 | 452.40 | 129.26% | 2.38 | Corte |
| 3 | 28 | 12976.00 | 30.15 | 15.13 | 179.79 | 5420.71 | 80456.00 | 447.50 | 127.86% | 2.39 | Columnar |
| 4 | 28 | 12987.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 81245.00 | 448.91 | 128.26% | 2.38 | Columnar |
| 5 | 28 | 13001.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 79865.00 | 440.71 | 125.92% | 2.38 | Corte |
| 6 | 28 | 13007.00 | 30.17 | 15.10 | 179.08 | 5402.82 | 78880.00 | 440.48 | 125.85% | 2.41 | Corte |
| 7 | 28 | 13002.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 80890.00 | 448.72 | 128.21% | 2.39 | Corte |
| 8 | 28 | 12875.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 81543.00 | 449.37 | 128.39% | 2.34 | Corte |
| 9 | 28 | 13011.00 | 30.40 | 15.13 | 179.79 | 5465.66 | 80023.00 | 445.09 | 127.17% | 2.38 | Cono |
| 10 | 28 | 13005.00 | 30.30 | 15.18 | 180.98 | 5483.74 | 81650.00 | 451.15 | 128.90% | 2.37 | Corte |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE16- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 3 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DE 2 %

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------|-------|-------|--------|---------|----------|--------|--------|------|----------|
| 1 | 3 | 13002.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 38656.00 | 214.44 | 61.27% | 2.39 | Cono |
| 2 | 3 | 12754.00 | 30.15 | 15.00 | 176.72 | 5327.96 | 37590.00 | 212.72 | 60.78% | 2.39 | Cono |
| 3 | 3 | 13008.00 | 30.10 | 15.20 | 181.46 | 5461.91 | 36096.00 | 198.92 | 56.83% | 2.38 | Cono |
| 4 | 3 | 12782.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 37809.00 | 208.91 | 59.69% | 2.34 | Corte |
| 5 | 3 | 12987.00 | 30.18 | 15.18 | 180.98 | 5462.02 | 37549.00 | 207.47 | 59.28% | 2.38 | Columnar |
| 6 | 3 | 12888.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 35236.00 | 194.18 | 55.48% | 2.35 | Cono |
| 7 | 3 | 13010.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 36745.00 | 203.84 | 58.24% | 2.39 | Cono |
| 8 | 3 | 13009.00 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 5516.35 | 36000.00 | 198.39 | 56.68% | 2.36 | Cono |
| 9 | 3 | 12980.00 | 30.35 | 15.13 | 179.79 | 5456.67 | 35670.00 | 198.40 | 56.68% | 2.38 | Cono |
| 10 | 3 | 13005.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 34590.00 | 190.62 | 54.46% | 2.37 | Corte |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE17- CEMENTO PORTLAND TIPO A 5 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330 DE 2 %

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 5 | 13002.00 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 5336.79 | 45650.00 | 258.33 | 73.81% | 2.44 | Corte |
| 2 | 5 | 12754.00 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 5444.00 | 42590.00 | 237.83 | 67.95% | 2.34 | Columnar |
| 3 | 5 | 13008.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 46312.00 | 255.22 | 72.92% | 2.38 | Cono |
| 4 | 5 | 12782.00 | 30.20 | 15.20 | 181.46 | 5480.06 | 43809.00 | 241.43 | 68.98% | 2.33 | Columnar |
| 5 | 5 | 12987.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 44154.00 | 243.65 | 69.61% | 2.37 | Cono |
| 6 | 5 | 12888.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 45246.00 | 249.35 | 71.24% | 2.35 | Corte |
| 7 | 5 | 13010.00 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 5336.79 | 44760.00 | 253.29 | 72.37% | 2.44 | Corte |
| 8 | 5 | 13009.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 45876.00 | 252.82 | 72.23% | 2.37 | Cono |
| 9 | 5 | 12980.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 47590.00 | 264.70 | 75.63% | 2.39 | Cono |
| 10 | 5 | 13005.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 43260.00 | 238.40 | 68.11% | 2.37 | Columnar |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE18- CEMENTO PORTLAND TIPO I A LOS 7 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DE 2 %

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 7 | 13002.00 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 5336.79 | 61850.00 | 350.00 | 100.00% | 2.44 | Corte |
| 2 | 7 | 12754.00 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 5444.00 | 61590.00 | 343.93 | 98.26% | 2.34 | Columnar |
| 3 | 7 | 13008.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 62836.00 | 346.28 | 98.94% | 2.38 | Cono |
| 4 | 7 | 12782.00 | 30.20 | 15.20 | 181.46 | 5480.06 | 63809.00 | 351.64 | 100.47% | 2.33 | Columnar |
| 5 | 7 | 12987.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 64549.00 | 356.19 | 101.77% | 2.37 | Cono |
| 6 | 7 | 12888.00 | 30.17 | 15.20 | 181.46 | 5474.61 | 63030.00 | 347.35 | 99.24% | 2.35 | Corte |
| 7 | 7 | 13010.00 | 30.20 | 15.00 | 176.72 | 5336.79 | 62000.00 | 350.85 | 100.24% | 2.44 | Corte |
| 8 | 7 | 13009.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 66000.00 | 363.72 | 103.92% | 2.37 | Cono |
| 9 | 7 | 12980.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 64590.00 | 359.25 | 102.64% | 2.39 | Cono |
| 10 | 7 | 13005.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 62590.00 | 344.93 | 98.55% | 2.37 | Columnar |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO GE19- CEMENTO PORTLAND TIPO I A 14 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330 DE 2 %

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 14 | 13002.00 | 30.20 | 15.12 | 179.55 | 5422.52 | 72234.00 | 402.30 | 114.94% | 2.40 | Cono |
| 2 | 14 | 12754.00 | 30.40 | 15.20 | 181.46 | 5516.35 | 73411.00 | 404.56 | 115.59% | 2.31 | Cono |
| 3 | 14 | 12888.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 69612.00 | 383.62 | 109.61% | 2.36 | Corte |
| 4 | 14 | 12782.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 74809.00 | 413.35 | 118.10% | 2.34 | Corte |
| 5 | 14 | 12987.00 | 30.18 | 15.17 | 180.74 | 5454.83 | 71549.00 | 395.86 | 113.10% | 2.38 | Cono |
| 6 | 14 | 12888.00 | 30.17 | 15.15 | 180.27 | 5438.65 | 73450.00 | 407.45 | 116.41% | 2.37 | Cono |
| 7 | 14 | 13001.00 | 30.20 | 15.15 | 180.27 | 5444.06 | 70900.00 | 393.31 | 112.37% | 2.39 | Corte |
| 8 | 14 | 13009.00 | 30.30 | 15.16 | 180.51 | 5469.30 | 72000.00 | 398.88 | 113.97% | 2.38 | Corte |
| 9 | 14 | 12980.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 73293.00 | 407.66 | 116.47% | 2.39 | Corte |
| 10 | 14 | 13005.00 | 30.24 | 15.20 | 181.46 | 5487.31 | 74320.00 | 409.57 | 117.02% | 2.37 | Corte |

DATOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES GRUPO E20- CEMENTO PORTLAND TIPO A LOS 28 DÍAS ADITIVO SIKA VISCOCRETE - 3330 DE 2 %**

| Ensayo N° | Edad (días) | Peso (g) | Altura cm | Diámetro cm | Área cm ² | Volumen cm ³ | Carga rotura (Kg) | Resistencia Kg/cm ² | Porc. Resis. obtenido | Peso Unit g/cm ³ | Tipo de Falla |
|-----------|-------------|----------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 28 | 12990.00 | 30.40 | 15.10 | 179.08 | 5444.00 | 86879.00 | 485.14 | 138.61% | 2.39 | Corte |
| 2 | 28 | 12870.00 | 30.40 | 15.25 | 182.65 | 5552.70 | 89325.00 | 489.04 | 139.73% | 2.32 | Corte |
| 3 | 28 | 12789.00 | 30.15 | 15.20 | 181.46 | 5470.98 | 88196.00 | 486.04 | 138.87% | 2.34 | Corte |
| 4 | 28 | 12887.00 | 30.20 | 15.18 | 180.98 | 5465.64 | 89109.00 | 492.36 | 140.68% | 2.36 | Cono |
| 5 | 28 | 12987.00 | 30.18 | 15.19 | 181.22 | 5469.22 | 89249.00 | 492.49 | 140.71% | 2.37 | Corte |
| 6 | 28 | 12897.00 | 30.17 | 15.22 | 181.94 | 5489.03 | 88120.00 | 484.34 | 138.38% | 2.35 | Corte |
| 7 | 28 | 12786.00 | 30.20 | 15.12 | 179.55 | 5422.52 | 87435.00 | 486.96 | 139.13% | 2.36 | Corte |
| 8 | 28 | 12900.00 | 30.30 | 15.20 | 181.46 | 5498.20 | 89171.00 | 491.41 | 140.40% | 2.35 | Corte |
| 9 | 28 | 12789.00 | 30.25 | 15.13 | 179.79 | 5438.69 | 88060.00 | 489.79 | 139.94% | 2.35 | Cono |
| 10 | 28 | 12968.00 | 30.24 | 15.14 | 180.03 | 5444.08 | 87590.00 | 486.53 | 139.01% | 2.38 | Corte |

D. PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N° 1: Visita y transporte de los agregados grueso y fino de la cantera la Victoria Rio Cajamarquino, para su análisis en el laboratorio y fabricación de probetas.



Foto N° 2 : Vista Panorámica de toda la cantera la Victoria - Rio Cajamarquino.



Foto N° 3 : Presentación de la maquina mezcladora de concreto y los agregados fino y grueso.



Foto N° 4: Vaciado de cemento y los agregados y agua a la máquina mezcladora de concreto $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$.



Foto N° 5: Ensayo con el cono de Abrams, para determinar el Slump, consistencia de la mezcla de concreto $F'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.



Foto N° 6: Medición del Slump, para determinar la consistencia de la mezcla de concreto $F'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.



Foto N° 7: Medición del Slump, donde se nota el Slump de 3.5", de la mezcla de concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.



Foto N° 8: Trabajos de fabricación de las probetas de concreto sin aditivo.



Foto N° 9: Trabajos de fabricación de las probetas de concreto con aditivo sika visocrete – 3330 a diferentes porcentajes.



Foto N° 10: Trabajos de fabricación de las probetas de concreto con aditivo sika visocrete – 3330.



Foto N° 11: Poza del curado de las probetas de concreto.



Foto N° 12: Medición de las medidas de las dimensiones de las diferentes probetas de concreto y peso de cada de ellas.



Foto N° 13: Realización del ensayo de resistencia a la compresión en la máquina de compresión axial.



Foto N° 14: Medición de la dimensiones de las probetas fabricadas con aditivo sika viscoconcrete – 3330 y registro de su peso respectivo.



Foto N° 15: Realización del ensayo de resistencia a la compresión de probetas con aditivo sika visconcrete - 3330.



Foto N° 16: Desencofrado y colocación de más especímenes a la poza de curado del Laboratorio de Ensayo de Materiales.



Foto N° 17: Ensayo de resistencia a la compresión de probetas con aditivo sika viscoconcrete – 3330, con la máquina de compresión axial.



Foto N° 18: Ensayo de resistencia a la compresión de probetas con aditivo sika viscoconcrete – 3330, con máquina de compresión axial.



Foto N° 19: Fabricación de las probetas de concreto con aditivo sika viscocrete – 3330 a diferentes porcentajes.



Foto N°20: Desencofrado e ingreso de especímenes a la poza de curado del laboratorio de ensayo de materiales.



Foto N° 21: Ensayo de resistencia a la compresión de probetas con aditivo sika viscoconcrete – 3330, con máquina de compresión axial.



Foto N° 22: Ensayo de resistencia a la compresión de probetas con aditivo sika viscoconcrete – 3330, con máquina de compresión axial.



Foto N° 23: Especímenes a la poza de curado del laboratorio de ensayo de materiales.



Foto N° 24: Ensayo de Resistencia a la Compresión de probetas en la máquina de Compresión Axial.



Foto N°25: Poza de curado de los especímenes en laboratorio de ensayo de materiales.



Foto N° 26: Poza de curado de especímenes en el Laboratorio de Ensayo de Materiales.



Foto N° 27: Ensayo de resistencia a la compresión de probetas con aditivo sika viscoconcrete – 3330, con máquina de compresión axial.



Foto N° 28: Ensayo de resistencia a la compresión de probetas con aditivo sika viscoconcrete – 3330, con máquina de compresión axial.



Foto N° 29: Ensayo de resistencia a la compresión de probetas en la máquina de compresión axial.



Foto N° 30: Tipo de falla en la rotura de probetas con aditivo sika viscocrete – 3330, con máquina de compresión axial.

ANEXOS

A. CONSTANCIA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución Nº 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor Nº C2755
RUC. 10266305856

CONSTANCIA

Que el señor **VÍCTOR ELEDORO CABANILLAS BAZÁN**, identificado con DNI Nº 28069501, ex alumno de la Escuela de Postgrado de la UNC, maestría Ingeniería y Gerencia de la Construcción ha realizado sus Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos, para la Tesis: "INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA VISCOCRETE -3330, EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F_c=350 \text{ Kg/cm}^2$, A EDADES TEMPRANAS – CAJAMARCA 2018", ensayos de Laboratorio que fueron realizados por el Tesista, durante los meses de Noviembre 2018 a Febrero 2019.

Se expide la siguiente constancia para los fines que el interesado crea conveniente.

Cajamarca, 4 de setiembre del 2019

Atentamente,

Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 26682

B. HOJAS TÉCNICAS



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia No. 150 Urb. El Visero de Monterico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | | CPSAA | Requisito NTP 334.009 / ASTM C150 |
|----------------------|---|-------|--------------------------------------|
| MgO | % | 2.3 | Máximo 6.0 |
| SO ₃ | % | 2.7 | Máximo 3.0 |
| Pérdida por Ignición | % | 3.0 | Máximo 3.5 |
| Residuo Insoluble | % | 0.92 | Máximo 1.5 |

| PROPIEDADES FÍSICAS | | CPSAA | Requisito NTP 334.009 / ASTM C150 |
|------------------------|--------------------|-------|--------------------------------------|
| Contenido de Aire | % | 7 | Máximo 12 |
| Expansión en Autoclave | % | 0.09 | Máximo 0.60 |
| Superficie Específica | cm ² /g | 3750 | Mínimo 2800 |
| Densidad | g/mL | 3.10 | NO ESPECIFICA |

Resistencia Compresión :

| | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Resistencia Compresión a 3días | MPa (Kg/cm ²) | 26.1 (266) | Mínimo 12.0 (Mínimo 122) |
| Resistencia Compresión a 7días | MPa (Kg/cm ²) | 33.9 (346) | Mínimo 19.0 (Mínimo 194) |
| Resistencia Compresión a 28días (*) | MPa (Kg/cm ²) | 42.3 (431) | Mínimo 28.0 (Mínimo 286) |

Tiempo de Fraguado Vicat :

| | | | |
|------------------|-----|-----|------------|
| Fraguado Inicial | min | 138 | Mínimo 45 |
| Fraguado Final | min | 267 | Máximo 375 |

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

(*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas

Supervisor de Control de Calidad

HOJA TÉCNICA

Sika® ViscoCrete®-3330

Aditivo superplastificante de alto rango para climas fríos

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para climas fríos y/o se necesita altas resistencias a tempranas edades.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra y concreto premezclado.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto pre-fabricado.
 - Acelera la fragua del concreto.
 - Para concretos de pavimentos tipos Fast Track, concretos de pronta puesta en servicio.
 - Concreto para climas fríos.
 - Concreto con alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Es adecuado para concreto bajo agua, sistemas Tremie. (la relación agua material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
 - Concreto de alta resistencia.
 - Concreto autocompactante.
- El alto poder reductor de agua, la excelente fluidez y el corto tiempo de fraguado con altas resistencias tempranas tienen una influencia positiva en las aplicaciones antes mencionadas

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-3330 actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia)
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Adecuado para la producción de concreto autocompactante.
- Incrementa las altas resistencias iniciales (producción de prefabricados)
- Alta impermeabilidad
- Menor relación agua – cemento la impermeabilidad.
- Aumenta la durabilidad del concreto.

- Reduce la exudación y segregación.
- Aumenta la cohesión del concreto.
- Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Comportamiento mejorado de contracción y deslizamiento.
- Reduce la carbonatación del concreto

Sika® ViscoCrete®-3330 no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

NORMAS

ESTÁNDARES

Cumple con la norma ASTM C-494 tipo G y ASTM C-1017

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Líquido

COLORES

Marrón claro a marrón oscuro.

PRESENTACIÓN

- Granel x 1 L
- Cilindro x 200 L
- Dispenser x 1,000 L

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

1 año a partir de la fecha de producción, en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD

1.07 Kg/L ± 0.01

USGBC VALORACIÓN LEED

Sika® ViscoCrete®-3330 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

- Para concretos plásticos suaves: 0,4 % - 1 % del peso del cemento.
- Para concretos fluidos y autocompactantes: 1 % - 2 % del peso del cemento.

MÉTODO DE APLICACIÓN

MODO DE EMPLEO

Como plastificante o superplastificante:

Sika® ViscoCrete®-3330 se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo.

Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 40 segundos del tiempo de mezclado.

El uso de Sika® ViscoCrete®-3330 garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika® ViscoCrete®-3330 debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos.

IMPORTANTE

El concreto fresco debe ser curado apropiadamente con Sika® Antisol® S. Cuando se trabaja con relaciones a (material cementante) bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos.

Para Concretos Fluidos y Concretos Autocompactantes.

Sika® ViscoCrete®-3330 también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado.

Cuando el Sika® ViscoCrete®-3330 está Congelado.

Descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva.

Combinaciones.

Sika® ViscoCrete®-3330 puede combinarse con los siguientes productos Sika®: Sika® CNI, Sika® Fume y SikaAer®, SikaRapid® - 1 entre otros.

Se recomienda realizar un ensayo previo si se realizan combinaciones de varios de los productos antes mencionados. Favor consultar a nuestro servicio técnico.

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

ECOLOGÍA

No desechar en vías acuáticas ni en el suelo. Cumplir las normas locales al respecto.

TOXICIDAD

No tóxico según los códigos suizos vigentes sobre salud y seguridad.

NOTAS LEGALES

Esta información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de Sika de los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales que no se puede deducir de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno ofrecido, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. Los derechos de propiedad de terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos se aceptan de acuerdo a los términos vigentes de venta y suministro. Los usuarios deberán referirse a la última versión de la Hoja de Datos del producto correspondiente, copia de las cuales se mandarán a quién las solicite.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 8
la misma que deberá ser destruida”**

C.- PLANO DE UBICACIÓN DE CANTERA

