



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

TESIS

**ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM
PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE
CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO
CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017.**

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

Autor:

Bach. Tello Tantaleán, Jhon Brandon

Asesor:

Dra. Sotomayor Nunura Gioconda del Socorro

Línea de Investigación:

**Desarrollo de Nuevos Materiales
Materiales Compuestos**

Pimentel – Perú

2019

TESIS

**ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE
EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA
UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017.**

Aprobado por:

Dra. Sotomayor Nunura Gioconda del Socorro
Asesor

Msc. Marín Bardales Noe Humberto
Presidente de jurado

Msc. Ing. Ballena del Río Pedro Manuel
Secretario de jurado

Ing. Reinoso Torres Jorge Jeremy Junior
Vocal de jurado

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres por apoyarme y ayudarme a llegar a este punto de mi vida profesional, porque ellos son el pilar que me inspiran y apoyan a seguir adelante, también a mi hermano porque deseo ser un ejemplo para él y motivarle a lograr sus metas, además a todas las personas que me apoyaron para lograr todo este trabajo.

Jhon Brandon

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Juan y Elizabeth, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera y confiar en mi persona, demostrándome que con esfuerzo y perseverancia las cosas más grandes se pueden lograr, además agradecerles por el esfuerzo que han realizado para permitirme realizar mis estudios en esta ciudad de Chiclayo. A mi hermano Christopher, por su constante apoyo, y por inspirarme a mejorar cada día. A Nathaly por apoyarme y motivarme, siendo mi gran fortaleza todo este tiempo.

A mis tíos y primos quienes me acogieron en su hogar en estos años de estudio y que motivaron a seguir adelante con sus consejos y experiencias; además del apoyo incondicional en el desarrollo de esta investigación.

También agradezco a mis amigos que contribuyeron generosamente durante el proceso de mi desempeño como estudiante.

A la Universidad Señor de Sipán (USS), Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil por el staff de profesionales puestos a disposición de la educación. Al mismo tiempo agradecer al técnico Wilson Arturo Olaya Aguilar por apoyo y orientación para el correcto desarrollo de esta investigación.

A las empresas “Tubos y Postes S.R.L.” y “Piedra Azul” por el apoyo técnico, logístico y profesional, además de las prestaciones de sus servicios para el procesamiento de los materiales utilizados en esta investigación.

A la empresa Bizalab S.A.C. por los servicios prestados por su laboratorio para el análisis mineralógico por Difracción de Rayos X y por el análisis químico por FRX.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

El autor

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
Resumen	xvi
Abstract	xvii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	18
1.1 Realidad problemática	19
1.1.1 Internacional.....	19
1.1.1.1 México.....	19
1.1.1.2 Colombia.....	19
1.1.2 Nacional.....	20
1.1.3 Local.....	20
1.2 Antecedentes de estudio.....	22
1.2.1 Internacional.....	22
1.2.1.1 México.....	22
1.2.1.2 Colombia.....	23
1.2.2 Nacional.....	23
1.2.2.1 Lima.....	23
1.2.2.2 Cajamarca.....	24
1.2.3 Local.....	24
1.3 Teorías relacionadas al tema	25
1.3.1 Aditivo para concreto.....	25
1.3.1.1 Generalidades.....	25
1.3.1.2 Usos de aditivos para concreto.....	26
1.3.1.3 Modos de uso.....	26
1.3.1.4 Clasificación.....	27
1.3.1.5 Aditivo Sika® Cem Plastificante.....	35
1.3.2 Concreto reciclado.....	39
1.3.2.1 Generalidades.....	39
1.3.2.2 Normatividad sobre los agregados reciclados.....	39
1.3.2.3 Tipos de residuos de la construcción y demolición	45
1.3.2.4 Áridos reciclados	46
1.3.2.5 Aplicaciones del concreto reciclado	47
1.3.2.6 Obras donde emplearon concreto reciclado.....	48
1.3.2.7 Concreto reciclado obtenido para esta investigación.....	50
1.3.3 Diseños de mezclas de concreto de altas resistencias.....	58
1.3.3.1 Generalidades del concreto de alta resistencia.....	58
1.3.3.2 Materiales que componen el diseño de mezcla.....	58
1.3.3.3 Criterios para el diseño de mezcla.....	75
1.3.3.4 Selección del método de diseño.....	76
1.3.3.5 Diseños de mezclas por el Método ACI 211.....	76
1.3.3.6 Determinación de las propiedades del concreto en estado fresco.....	97
1.3.3.7 Determinación de las propiedades del concreto en estado endurecido.....	102
1.3.4 Impacto ambiental.....	106
1.3.5 Seguridad y salud ocupacional.....	107
1.3.6 Gestión de riesgos y prevención de desastres.....	107
1.3.7 Estimación de costo.....	108
1.3.8 Gestión de mantenimiento.....	108
1.3.9 Normativa.....	109
1.3.10 Estado del arte.....	110
1.3.11 Definición de términos.....	111
1.3.12 Lista de símbolos y siglas.....	113
1.4 Formulación del problema	113
1.5 Justificación.....	113
1.5.1 Justificación económica.....	113

1.5.2 Justificación ambiental.....	114
1.5.3 Justificación social.....	114
1.5.4 Justificación técnica.....	114
1.6 Hipótesis.....	115
1.7 Objetivos.....	115
1.7.1 Objetivo general.....	115
1.7.2 Objetivos específicos.....	115
1.8 Delimitación de la investigación.....	115
CAPÍTULO II. MATERIAL Y MÉTODO.....	116
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	117
2.1.1 Tipo de investigación.....	117
2.1.2 Diseño de investigación.....	117
2.2 Población y muestra.....	117
2.2.1 Población.....	117
2.2.2 Muestra.....	118
2.3 Variables, operacionalización.....	118
2.3.1 Variables.....	118
2.3.1.1 Variable independiente.....	119
2.3.1.2 Variable dependiente.....	119
2.3.2 Operacionalización.....	119
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	122
2.4.1 Técnicas de recolección.....	122
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	122
2.4.3 Validez y confiabilidad.....	122
2.5 Procedimientos de análisis de datos.....	123
2.5.1 Diagrama de flujo de procesos.....	123
2.5.2 Descripción de procesos.....	123
2.5.2.1 Ensayos aplicados a los agregados naturales de cantera y al concreto reciclado.....	123
2.5.2.2 Diseños de mezclas para concretos de altas resistencias.....	138
2.5.2.3 Evaluación del comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.....	142
2.5.2.4 Análisis de costos para la producción de los concretos de altas resistencias.....	156
2.5.2.5 Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote y la velocidad de pulso ultrasonido.....	157
2.5.3 Fórmulas.....	158
2.5.3.1 Ensayos aplicados a los agregados.....	158
2.5.3.2 Ensayos aplicados al concreto.....	162
2.6 Criterios éticos.....	167
2.6.1 Ética de la recolección de datos.....	167
2.6.2 Ética de la publicación.....	168
2.6.3 Ética de la aplicación.....	168
2.7 Criterios de rigor científico.....	168
2.7.1 Generalidades.....	168
2.7.2 Fiabilidad.....	169
2.7.3 Replicabilidad.....	169
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	170
3.1 Resultados en tablas y figuras.....	171
3.1.1 Ensayos aplicados a los agregados naturales de cantera y al concreto reciclado.....	171
3.1.1.1 Ensayos aplicados a los agregados finos.....	171
3.1.1.2 Ensayos aplicados a los agregados gruesos.....	180
3.1.1.3 Relación de proporciones.....	190
3.1.2 Diseños de mezclas para concretos de altas resistencias.....	191
3.1.2.1 Resistencia de diseño $f'c=280$ kg/cm ²	191
3.1.2.2 Resistencia de diseño $f'c=350$ kg/cm ²	193
3.1.2.3 Resistencia de diseño $f'c=420$ kg/cm ²	195
3.1.3 Evaluación del comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.....	197
3.1.3.1 Ensayos aplicados al concreto en estado fresco.....	197

3.1.3.2 Ensayos aplicados al concreto en estado endurecido.....	211
3.1.4 Análisis de costos de producción de los concretos de altas resistencias.	220
3.1.4.1 Análisis de costos de producción de los materiales.	220
3.1.4.2 Análisis de costos para la producción de los concretos de alta resistencia.	224
3.2 Discusión de resultados.....	226
3.2.1 Ensayos aplicados a los agregados naturales de cantera y al concreto reciclado.	226
3.2.2 Diseños de mezclas para concretos de altas resistencias.	227
3.2.3 Evaluación del comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.....	227
3.2.3.1 Ensayos al concreto en estado fresco	227
3.2.3.2 Ensayos al concreto en estado endurecido.....	228
3.2.4 Análisis de costos para la producción de los concretos de altas resistencias.	229
3.3 Aporte práctico	230
3.3.1 Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote y la velocidad de pulso ultrasonido. 230	
3.3.1.1 Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote.....	230
3.3.1.2 Correlación entre el esfuerzo de compresión con la velocidad de pulso ultrasonido.	231
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	232
4.1 Conclusiones	233
4.1.1 Ensayos aplicados a los agregados naturales de cantera y al concreto reciclado.	233
4.1.2 Diseños de mezclas para concretos de altas resistencias.	234
4.1.3 Evaluación del comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.....	235
4.1.3.1 Concreto en estado fresco	235
4.1.3.2 Concreto en estado endurecido	235
4.1.4 Análisis de costos para la producción de los concretos de altas resistencias.	236
4.1.5 Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote y la velocidad de pulso ultrasonido. 236	
4.2 Recomendaciones	236
4.2.1 Ensayos aplicados a los agregados naturales de cantera y al concreto reciclado.	236
4.2.2 Diseños de mezclas para concretos de altas resistencias.	237
4.2.3 Evaluación del comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.....	237
4.2.4 Análisis de costos para la producción de los concretos de altas resistencias.	237
4.2.5 Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote y la velocidad de pulso ultrasonido. 238	
REFERENCIAS	239
ANEXOS.....	244

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Proceso de demolición de elementos prefabricados en la planta de producción de la empresa Tubos y Postes SRL.	21
<i>Figura 2.</i> Recolección de concreto reciclado de la planta de producción de la empresa Tubos y Postes S.R.L., para su estudio posterior incorporación en el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia.	22
<i>Figura 3.</i> Presentación PET de 4 lt de aditivo Sika® Cem Plastificante.	38
<i>Figura 4.</i> Puente Atirantado sobre el río Turia.	48
<i>Figura 5.</i> Estación Tláhuac, Ciudad de México.	50
<i>Figura 6.</i> Concreto reciclado, obtenido para el desarrollo de esta investigación.	51
<i>Figura 7.</i> Concreto reciclado saliendo del tambor de máquina trituradora de la planta de procesado de Piedra Azul SAC.	57
<i>Figura 8.</i> Cemento Pacasmayo Portland Tipo I - Presentación en bolsa de 42.5 kg.	64
<i>Figura 9.</i> Grados de humedad posible en una partícula del agregado.	70
<i>Figura 10.</i> Vista satelital de las canteras de origen de los agregados fino y grueso respectivamente.	73
<i>Figura 11.</i> Algoritmo para el diseño de mezclas de concreto por el método ACI 211.1.	77
<i>Figura 12.</i> Efecto de la compactación en la resistencia del concreto.	79
<i>Figura 13.</i> Relación entre f_c y f_{cr} en la dosificación del concreto.	80
<i>Figura 14.</i> Tipos de revenimiento del concreto.	98
<i>Figura 15.</i> Evolución de la resistencia axial del concreto.	101
<i>Figura 16.</i> Flujo de procesos llevados a cabo en la investigación.	123
<i>Figura 17.</i> Muestra de agregado fino luego de haber sido tamizado sucesivamente por las mallas según NTP 350.001.	124
<i>Figura 18.</i> Muestra de agregado fino reciclado para el ensayo de peso unitario suelto.	125
<i>Figura 19.</i> Proceso de compactación de agregado fino reciclado, goleándose 25 veces cada capa una con la barrilla compactadora.	126
<i>Figura 20.</i> Colocación del agregado fino reciclado dentro del molde cónico.	127
<i>Figura 21.</i> Muestra de agregado fino reciclado introducida en frasco de 500 cm ³ y llenada con agua hasta marcar 500 cm ³ para una temperatura aproximada de 23°C ± 2°C.	128
<i>Figura 22.</i> Muestras de agregado fino reciclado y agregado fino natural puestas en horno a 110°C ± 5°C.	129
<i>Figura 23.</i> Muestra significativa de agregado fino reciclado para ser analizada por difracción por rayos X.	130
<i>Figura 24.</i> Tamizado de agregado grueso de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe.	131
<i>Figura 25.</i> Medición del peso suelto húmedo de concreto reciclado grueso.	132
<i>Figura 26.</i> Compactación del agregado grueso reciclado en el molde metálico para la medición del peso compactado húmedo.	133
<i>Figura 27.</i> Muestra de agregado grueso de la cantera Tres Tomas, sumergido en la canastilla metálica para el cálculo del peso sumergido.	134
<i>Figura 28.</i> Muestra de agregado grueso secado al horno a 110°C ± 5°C para estimar el contenido de humedad.	135
<i>Figura 29.</i> Máquina de los Ángeles para determinar la resistencia a la degradación de los agregados gruesos.	136
<i>Figura 30.</i> Muestra representativa de agregado grueso reciclado seleccionada para el análisis por difracción de rayos X.	137
<i>Figura 31.</i> Procedimiento de triturado del concreto reciclado en las instalaciones de la empresa Piedra Azul en Pícsi.	137
<i>Figura 32.</i> Corrección por Slum de mezclas de prueba.	139
<i>Figura 33.</i> Probetas de muestra a la edad de 7 días para evaluación de la resistencia crítica de diseño f_{cr}	140
<i>Figura 34.</i> Elaboración de mezclas definitivas para la elaboración de elementos de concreto simple para ser estudiados en estado fresco y endurecido.	141
<i>Figura 35.</i> Materiales usados en la elaboración de concreto.	141
<i>Figura 36.</i> Curado de 324 probetas y 54 vigas que representan la muestra de esta investigación.	142
<i>Figura 37.</i> Medición del asentamiento del concreto.	143
<i>Figura 38.</i> Medición de la temperatura de mezclas.	144
<i>Figura 39.</i> Medición del peso unitario del concreto fresco.	145
<i>Figura 40.</i> Uso de Penetrómetro para determinar el esfuerzo a la penetración en diferentes intervalos de tiempo.	147

<i>Figura 41.</i> Extracción de volúmenes de agua presente en la superficie del concreto debido al proceso de exudación del concreto.	148
<i>Figura 42.</i> Elementos de concreto, seleccionados para determinar su resistencia a la compresión.	150
<i>Figura 43.</i> Lectura de la carga aplicada sobre la probeta para determinar el esfuerzo a la compresión.	150
<i>Figura 44.</i> Técnico del Laboratorio de Materiales verificando el correcto desarrollo del ensayo para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto.	151
<i>Figura 45.</i> Proceso de pulido de las caras de probetas a ser ensayadas.	152
<i>Figura 46.</i> Procedimiento de obtención del número de rebote del concreto, procurando la verticalidad del instrumento.	153
<i>Figura 47.</i> Verificación del funcionamiento del equipo por parte del técnico del laboratorio.	154
<i>Figura 48.</i> Gel acoplante para transductores de la marca Proceq.	155
<i>Figura 49.</i> Calibración del equipo ultrasonido.	155
<i>Figura 50.</i> Toma de velocidad de pulso ultrasonido en probetas cilíndricas de 6"×12".	156
<i>Figura 51.</i> Curva granulométrica del agregado fino de la cantera “La Victoria” – Pátapo.	171
<i>Figura 52.</i> Curva granulométrica del agregado fino reciclado.	172
<i>Figura 53.</i> Curva granulométrica del agregado natural vs curva granulométrica del agregado fino reciclado.	173
<i>Figura 54.</i> Masa por unidad de volumen del agregado fino natural vs Masa por unidad de volumen del agregado fino reciclado.	175
<i>Figura 55.</i> Peso específico y absorción del agregado fino natural vs Peso específico y absorción del agregado fino reciclado.	176
<i>Figura 56.</i> Contenido de humedad del agregado fino natural vs Contenido de humedad del agregado fino reciclado.	178
<i>Figura 57.</i> Difractograma de una muestra representativa de agregado fino reciclado, con los respectivos minerales identificados.	179
<i>Figura 58.</i> Curva granulométrica del agregado grueso natural.	180
<i>Figura 59.</i> Curva granulométrica del agregado grueso reciclado.	181
<i>Figura 60.</i> Curva granulométrica del agregado grueso natural vs Curva granulométrica del agregado grueso reciclado.	181
<i>Figura 61.</i> Masa por unidad de volumen del agregado grueso natural vs Masa por unidad de volumen del agregado grueso reciclado.	183
<i>Figura 62.</i> Peso específico y absorción del agregado grueso natural vs Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado.	185
<i>Figura 63.</i> Contenido de humedad del agregado grueso natural vs Contenido de humedad del agregado grueso reciclado.	186
<i>Figura 64.</i> Resistencia a la degradación en agregados gruesos por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles vs Resistencia a la degradación en agregados gruesos reciclados por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.	188
<i>Figura 65.</i> Difractograma de una muestra representativa de agregado grueso reciclado, con los respectivos minerales identificados.	189
<i>Figura 66.</i> Cantidad de materiales necesarios para la fabricación de 1m ³ de concreto de los diseños a la resistencia específica de f'c=280 kg/cm ²	191
<i>Figura 67.</i> Cantidad de materiales necesarios para la fabricación de 1m ³ de concreto de los diseños a la resistencia específica de f'c=350 kg/cm ²	193
<i>Figura 68.</i> Cantidad de materiales necesarios para la fabricación de 1m ³ de concreto de los diseños a la resistencia específica de f'c=420 kg/cm ²	195
<i>Figura 69.</i> Medición del asentamiento del concreto de los diseños a la resistencia específica de f'c=280 kg/cm ²	197
<i>Figura 70.</i> Medición del asentamiento del concreto de los diseños a la resistencia específica de f'c=350 kg/cm ²	198
<i>Figura 71.</i> Medición del asentamiento del concreto de los diseños a la resistencia específica de f'c=420 kg/cm ²	198
<i>Figura 72.</i> Determinación del contenido de aire en los diseños a la resistencia específica de f'c=280 kg/cm ²	199
<i>Figura 73.</i> Determinación del contenido de aire en los diseños a la resistencia específica de f'c=350 kg/cm ²	200

<i>Figura 74.</i> Determinación del contenido de aire en los diseños a la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm ² .	200
<i>Figura 75.</i> Determinación del tiempo de fraguado del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm ² .	205
<i>Figura 76.</i> Determinación del tiempo de fraguado del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm ² .	206
<i>Figura 77.</i> Determinación del tiempo de fraguado del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm ² .	207
<i>Figura 78.</i> Determinación de la exudación del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm ² .	208
<i>Figura 79.</i> Determinación de la exudación del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm ² .	209
<i>Figura 80.</i> Determinación de la exudación del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm ² .	210
<i>Figura 81.</i> Determinación de la resistencia a la compresión del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm ² .	211
<i>Figura 82.</i> Determinación de la resistencia a la compresión del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm ² .	212
<i>Figura 83.</i> Determinación de la resistencia a la compresión del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm ² .	213
<i>Figura 84.</i> Esfuerzo de compresión vs Número de Rebote.	230
<i>Figura 85.</i> Esfuerzo de compresión vs Velocidad de pulso ultrasonido.	231

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de los aditivos Sika según ASTM C 494.	28
Tabla 2 Clasificación de los aditivos Sika según ASTM C 1017.	33
Tabla 3 Guía de clasificación para la utilización de concreto reciclado.	40
Tabla 4 Clasificación de los agregados reciclados según Norma DIN 4226-100.	41
Tabla 5 Clasificación del concreto reciclado por BS-En 206-1.	41
Tabla 6 Clasificación de los residuos según CONAMA – Brasil.	42
Tabla 7 Normas técnicas para la gestión de los residuos de la construcción civil (RCC) en Brasil.	42
Tabla 8 Clasificación de los residuos de la construcción y demolición en México.	43
Tabla 9 Clasificación de los tipos de residuos según Rilem.	45
Tabla 10 Clasificación de los áridos reciclados según PNE 146131.	46
Tabla 11 Composición de la materia prima del cemento.	60
Tabla 12 Procedencia de muestras de los agregados usados.	72
Tabla 13 Límites permisibles de la calidad del agua para su uso en mezclas y curado.	74
Tabla 14 Valores de trabajabilidad para diferentes estructuras.	78
Tabla 15 Máxima relación Agua-Cemento por durabilidad.	81
Tabla 16 Relación entre la resistencia del cemento y las constantes K_1 y K_2 en el concreto.	82
Tabla 17 Valores aproximados de agua de mezclado en Kg. y porcentaje de aire atrapado por metro cúbico de concreto. Estos son los valores máximos, recomendados para la mezcla inicial de prueba usando agregados angulares, razonablemente bien gradados y que cumplen.	83
Tabla 18 Correspondencia entre la relación agua-cemento y la resistencia a compresión del concreto.	84
Tabla 19 Volúmenes de agregado grueso seco y compactado con varilla para 1 m ³ de concreto.	86
Tabla 20 Volúmenes de agregado grueso seco y compactado con varilla para 1 m ³ de concreto.	87
Tabla 21 Normatividad de los ensayos utilizados.	109
Tabla 22 Lista de símbolos y siglas.	113
Tabla 23 Muestra de estudio.	118
Tabla 24 Operacionalización de variables independientes.	120
Tabla 25 Operacionalización de variable dependiente.	121
Tabla 26 Base de datos usada para la elaboración de los costos de producción de 1m ³	157
Tabla 27 Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado fino natural.	174
Tabla 28 Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado fino reciclado.	174
Tabla 29 Peso específico y absorción del agregado fino natural.	175
Tabla 30 Peso específico y absorción del agregado fino reciclado.	176
Tabla 31 Contenido de humedad del agregado fino natural.	177
Tabla 32 Contenido de humedad del agregado fino reciclado.	177
Tabla 33 Minerales contenidos en una muestra representativa de agregado fino reciclado.	178
Tabla 34 Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado grueso natural.	182
Tabla 35 Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado grueso reciclado.	182
Tabla 36 Peso específico y absorción del agregado grueso natural.	184
Tabla 37 Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado.	184
Tabla 38 Contenido de humedad del agregado grueso natural.	185
Tabla 39 Contenido de humedad del agregado grueso reciclado.	186
Tabla 40 Resistencia a la degradación en agregados gruesos por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles.	187
Tabla 41 Resistencia a la degradación en agregados gruesos reciclados por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.	187
Tabla 42 Minerales contenidos en una muestra representativa de agregado grueso reciclado.	188
Tabla 43 Relación de proporciones de agregados del concreto reciclado.	190
Tabla 44 Dosificaciones de mezclas para la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm ²	192
Tabla 45 Dosificaciones de mezclas para la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm ²	194
Tabla 46 Dosificaciones de mezclas para la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm ²	196
Tabla 47 Determinación de la temperatura de mezclas de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm ²	201
Tabla 48 Determinación de la temperatura de mezclas de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm ²	201

Tabla 49 <i>Determinación de la temperatura de mezclas de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm².</i>	202
Tabla 50 <i>Determinación del peso unitario del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².</i>	203
Tabla 51 <i>Determinación del peso unitario del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².</i>	203
Tabla 52 <i>Determinación del peso unitario del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm².</i>	204
Tabla 53 <i>Determinación del tiempo de fraguado del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².</i>	205
Tabla 54 <i>Determinación del tiempo de fraguado del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².</i>	206
Tabla 55 <i>Determinación del tiempo de fraguado del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm².</i>	207
Tabla 56 <i>Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².</i>	214
Tabla 57 <i>Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².</i>	214
Tabla 58 <i>Determinación de la resistencia a la flexión del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm².</i>	215
Tabla 59 <i>Determinación del número de rebote del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².</i>	216
Tabla 60 <i>Determinación del número de rebote del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².</i>	216
Tabla 61 <i>Determinación del número de rebote del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm².</i>	217
Tabla 62 <i>Determinación de la velocidad de pulso ultrasonido a través del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².</i>	218
Tabla 63 <i>Determinación de la velocidad de pulso ultrasonido a través del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².</i>	218
Tabla 64 <i>Determinación de la velocidad de pulso ultrasonido a través del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm².</i>	219
Tabla 65 <i>Análisis de costos para la producción de 1000m³ de arena gruesa.</i>	220
Tabla 66 <i>Análisis de costos para la producción y comercialización de 1m³ de arena gruesa.</i>	221
Tabla 67 <i>Análisis de costos para la producción de 1000m³ de piedra chancada.</i>	221
Tabla 68 <i>Análisis de costos para la producción y comercialización de 1m³ de piedra chancada.</i>	222
Tabla 69 <i>Análisis de costos de procesamiento de 1000m³ de concreto reciclado.</i>	222
Tabla 70 <i>Análisis de costos de procesamiento y comercialización de 1m³ de agregado fino reciclado y agregado grueso reciclado.</i>	223
Tabla 71 <i>Determinación del costo de producción de 1m³ de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².</i>	224
Tabla 72 <i>Determinación del costo de producción de 1m³ de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².</i>	224
Tabla 73 <i>Determinación del costo de producción de 1m³ de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=240$ kg/cm².</i>	225
Tabla 74 <i>Diseños de mezclas con aditivo Sika® Cem Plastificante.</i>	234

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1.</i> Valor promedio de f'_{cr}	80
<i>Ecuación 2.</i> Relación agua/cemento de acuerdo a la resistencia especificados para el concreto.	82
<i>Ecuación 3.</i> Cantidad de agua necesaria en el concreto.	84
<i>Ecuación 4.</i> Relación agua/cemento necesario por resistencia y por durabilidad.	85
<i>Ecuación 5.</i> Contenido de cemento.....	85
<i>Ecuación 6.</i> Cantidad de agregado grueso por $1m^3$	87
<i>Ecuación 7.</i> Masa de los finos saturados.....	88
<i>Ecuación 8.</i> Cantidad de finos secos por m^3	88
<i>Ecuación 9.</i> Dosificación teórica del concreto.....	89
<i>Ecuación 10.</i> Cantidad de agua por m^3	90
<i>Ecuación 11.</i> Cantidad de finos por m^3	90
<i>Ecuación 12.</i> Cantidad de gruesos por m^3	90
<i>Ecuación 13.</i> Rendimiento de la mezcla.....	91
<i>Ecuación 14.</i> Nueva cantidad de agua.....	92
<i>Ecuación 15.</i> Nueva cantidad de cemento.....	92
<i>Ecuación 16.</i> Nueva cantidad de agregado grueso.....	92
<i>Ecuación 17.</i> Nueva cantidad de agregado fino por m^3	93
<i>Ecuación 18.</i> Obtención de agregado fino por m^3	93
<i>Ecuación 19.</i> Segunda dosificación teórica del concreto.....	93
<i>Ecuación 20.</i> Valor promedio de probetas.....	94
<i>Ecuación 21.</i> Variación de las probetas.....	94
<i>Ecuación 22.</i> Contenido de agua igual a la corrección por resistencia.....	95
<i>Ecuación 23.</i> Cálculo del valor K_2	95
<i>Ecuación 24.</i> Nueva relación agua/cemento.....	95
<i>Ecuación 25.</i> Nueva cantidad de cemento por m^3	95
<i>Ecuación 26.</i> Nueva cantidad de agregado grueso por m^3	96
<i>Ecuación 27.</i> Nueva cantidad de agregado fino por m^3	96
<i>Ecuación 28.</i> Finos secos por metro cúbico de concreto.....	96
<i>Ecuación 29.</i> Tercera dosificación teórica del concreto.....	96
<i>Ecuación 30.</i> Módulo de fineza.....	158
<i>Ecuación 31.</i> Densidad de masa.....	158
<i>Ecuación 32.</i> Densidad de masa saturada superficial seca.....	159
<i>Ecuación 33.</i> Contenido de vacíos.....	159
<i>Ecuación 34.</i> Volumen del recipiente.....	159
<i>Ecuación 35.</i> Contenido de humedad.....	160
<i>Ecuación 36.</i> Peso específico húmedo.....	160
<i>Ecuación 37.</i> Peso específico seco.....	160
<i>Ecuación 38.</i> Contenido de humedad.....	161
<i>Ecuación 39.</i> Peso específico de la masa.....	161
<i>Ecuación 40.</i> Peso específico de masa saturada con superficie seca.....	161
<i>Ecuación 41.</i> Peso específico aparente.....	161
<i>Ecuación 42.</i> Porcentaje Absorción.....	161
<i>Ecuación 43.</i> Porcentaje de la pérdida de masa de la muestra.....	162
<i>Ecuación 44.</i> Densidad (peso unitario) del concreto, en kg/m^3	162
<i>Ecuación 45.</i> Rendimiento, volumen de concreto producido por tanda, en m^3	162
<i>Ecuación 46.</i> Rendimiento relativo.....	163
<i>Ecuación 47.</i> Contenido actual del cemento en kg/m^3	163
<i>Ecuación 48.</i> Contenido de aire (porcentaje de poros) en el concreto.....	163
<i>Ecuación 49.</i> Límite del tiempo de fraguado por análisis de regresión de datos.....	164
<i>Ecuación 50.</i> Resistencia a la penetración por análisis de regresión de datos.....	164
<i>Ecuación 51.</i> Volumen de agua de exudación.....	164
<i>Ecuación 52.</i> Masa del agua en la muestra de ensayo.....	165
<i>Ecuación 53.</i> exudación acumulada.....	165
<i>Ecuación 54.</i> Densidad del espécimen.....	165

<i>Ecuación 55.</i> Volumen del cilindro.....	165
<i>Ecuación 56.</i> Rango de velocidad de aplicación de la carga.	166
<i>Ecuación 57.</i> Módulo de rotura.....	166
<i>Ecuación 58.</i> Velocidad de pulso de ondas longitudinales.....	167

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	ENSAYOS APLICADOS A LOS AGREGADOS	245
ANEXO 2	FICHAS TÉCNICAS	287
ANEXO 3	DISEÑOS DE MEZCLAS.....	294
ANEXO 4	ENSAYOS APLICADOS AL CONCRETO.....	418
ANEXO 5	ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO	569
ANEXO 6	TRÁMITES DOCUMENTARIOS	608
ANEXO 7	PANEL FOTOGRÁFICO	611
ANEXO 8	PRESUPUESTO	628
ANEXO 9	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	632

**ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE
EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA
UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017.**

**STUDY OF THE EFFICIENCY OF ADDITIVE SIKA® CEM PLASTICIZING IN
THE DESIGN OF HIGH RESISTANCE CONCRETE MIXES USING RECYCLED
CONCRETE IN CHICLAYO - 2017.**

Tello Tantaleán Jhon Brandon¹

Resumen

Los centros para la disposición y tratamiento del concreto reciclado aún no han sido establecidos y normados por nuestras autoridades ambientales en la ciudad de Chiclayo, por lo tanto, al realizar este estudio se propone una alternativa para el aprovechamiento de los escombros como agregados del concreto reciclado en la producción de nuevos concretos destinados a la construcción de elementos estructurales y proyectos en general en la ciudad de Chiclayo. Esta investigación tiene como objetivo general evaluar las propiedades físicas y mecánicas de mezclas de concreto incorporando proporciones de concreto reciclado, además de inclusión en proporciones del aditivo Sika® Cem Plastificante, para concreto de alta resistencia.

En esta investigación se han realizado 3 diseños patrón, además 24 diseños de mezclas de alta resistencia con proporciones de concreto reciclado al 80%, 60%, 40% y 20% con la incorporación del aditivo Sika® Cem Plastificante en proporciones de 1.412% y 0.706% (correspondiente a las dosificaciones de 500ml y 250ml por bolsa de cemento de 42.5 kg), con los cuales se han elaborado elementos de concreto para su análisis físico y mecánico.

Se ha demostrado que el aditivo Sika® Cem Plastificante mejoró el comportamiento de las mezclas de concreto de alta resistencia, dotando mayor trabajabilidad, mejores acabados y un incremento de los esfuerzos mecánicos hasta 30% sobre la resistencia de diseño; además, influyó en mayores tiempos de fraguado y en mayores porcentajes de exudación acumulada en las mezclas.

Palabras clave: *concreto de alta resistencia, concreto reciclado, aditivo, Sika® Cem Plastificante.*

Abstract

The centers for the treatment and concrete treatment have not yet been established and regulated for the maintenance of the city of Chiclayo, but also for the use of the rubble as aggregates of the recycled concrete in the production of new products destined to the construction of the elements and projects in general in the city of Chiclayo. The general objective of this research is to evaluate the physical and mechanical properties of concrete mixtures incorporating proportions of recycled concrete, as well as to include in Sika® Cem Plasticizer additive proportions, for high strength concrete.

In this research, 3 standard designs have been made, in addition to 24 designs of high strength mixtures with proportions of 80%, 60%, 40% and 20% recycled concrete with the addition of the Sika® Cem Plasticizer additive in 1.412% and 0.706 proportions. % (corresponding to the 500ml and 250ml dosages per 42.5 kg cement bag), with the concrete elements for physical and mechanical analysis.

It has been demonstrated that the additive Sika® Cem Plasticizer improved the behavior of the concrete mixtures of high resistance, giving greater workability, better finishes and an increase of the mechanical efforts up to 30% on the design resistance; In addition, in the setting times and in the highest percentages of accumulated exudation in the mixtures.

Keywords: *high strength concrete, recycled concrete, additive, Sika® Cem Plasticizer.*

¹ Adscrito a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Señor de Sipán, Pimentel – Perú, TTANTALEANJHON@CRECE.USS.EDU.PE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

1.1.1 Internacional.

1.1.1.1 México.

Los residuos de la construcción llegan a representar entre un cuarto y un tercio de los residuos generados en México. Para tener alguna referencia, tan sólo en el Distrito Federal se tienen contabilizadas más de un millón 200 mil toneladas anuales de estos residuos, el equivalente a poco más de tres mil toneladas por día. Quizá lo más preocupante es que la cuestión no queda ahí, pues se trata de un problema creciente, ya que sólo se reciclan entre 9% - 11% de estos residuos.

El reciclaje de concreto para fabricar agregados y sustituir a los naturales es una práctica que ha empezado a realizarse, por la disponibilidad de bancos de materiales pétreos es cada día más escasa. Además, los agregados de concreto reciclado con granulometría adecuada producen mezclas de buena calidad y con un comportamiento mecánico similar al de los concretos naturales. (Martínez y Mendoza 2005).

El reciclaje del concreto demolido posee importantes atractivos frente a la utilización de materias primas naturales, la gran ventaja es que soluciona paralelamente la eliminación de estos materiales (material de demolición) y que por medio del aprovechamiento de estos materiales se reduce la cantidad de recursos naturales primarios a extraer. (Cruz, 2004)

1.1.1.2 Colombia.

Diariamente se están generando 25000 toneladas de residuos sólidos de los cuales tienen una buena disposición final el 92.8% y el porcentaje restante son puestos desde botaderos a cielo abierto hasta enterradas o quemadas inadecuadamente. El Departamento Nacional de Planeación por medio del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) muestra el porcentaje de los componentes de los residuos sólidos en Colombia de los cuales de un 60% a 65% es materia orgánica como restos y sobras de alimentos, madera, entre otros; un 24% lo que respecta a el plástico, vidrio, papel, cartón y metales; y para el caucho, textiles, patógenos y peligrosos y escombros, equivalen a un 11%. A demás es bueno resaltar la poca exigencia de regulaciones ambientales que hasta hace poco tiene el sector de la construcción en Colombia, los cuales obligan a implantar sistemas de gestión ambiental en las obras para

así tener un adecuado manejo de los residuos, siendo responsabilidad de las autoridades ambientales generar mecanismos de control para garantizar el cumplimiento de las normas por parte de las escombreras, de esta forma al ser tan recientes las regulaciones se encuentran muchos profesionales en el sector que no tienen el suficiente conocimiento para manejar estos residuos y mucho menos los contratados para la mano de obra de estas. Además por las características de los residuos inertes o mejor dicho de los escombros en algunos países ya se han establecido estas legislaciones ambientales. (Giovanna, 2008).

1.1.2 Nacional.

En Cajamarca existe gran cantidad de residuos de concreto que se arrojan como escombros, los mismos que se convierten en un impacto ambiental que necesita solución, estos residuos de concreto pueden ser utilizados para fabricar agregados reciclados, pudiendo estos sustituir a los agregados de origen aluvial, ya que se evidencia que los agregados de origen aluvial se están agotando debido a la gran demanda de la construcción. En este trabajo se presenta el efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, obtenidos a partir de la elaboración de especímenes estándar según norma NTP 339.183:2013 o ASTM C 192, con agregados de concreto reciclado y agregados naturales para un $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ de diseño a los 28 días de edad. Los resultados experimentales mostraron que la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregados de concreto reciclado es 15.49% menor que el concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregados naturales.

1.1.3 Local.

La actividad de construcción genera gran producción de escombros provenientes de las distintas actividades que se realizan. Los centros para la disposición y tratamiento de estos materiales aún no han sido establecidos y normados por nuestras autoridades ambientales en la ciudad de Chiclayo, por lo tanto, al realizar este estudio se propone una alternativa para el aprovechamiento de los escombros como agregados de concreto en la producción de concreto destinados a la construcción de elementos estructurales y no estructurales en la ciudad de Chiclayo.

Dado que en la construcción de distintos tipos de estructuras se requiere de concreto como parte fundamental del proyecto, lo cual ha generado la necesidad del uso masivo del concreto en todos los proyectos de construcción de obras en la Región Lambayeque; además estas actividades de generan gran producción de escombros. Además, se ha verificado que la industria de la construcción produce más de 10 toneladas diarias de escombros que van a parar directo a los botaderos, sin otorgarle un uso adicional.

Instalaciones de la empresa “Tubos y Postes S.R.L.”



Figura 1. Proceso de demolición de elementos prefabricados en la planta de producción de la empresa Tubos y Postes SRL.

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, existen empresas dedicadas a la elaboración de elemento de concreto prefabricado, que son utilizados en proyectos de agua y saneamiento, electrificación urbana y rural, etcétera. Estos elementos prefabricados pasan por controles de calidad para su posterior instalación en donde son requeridos; pero aquellos elementos que no son aptos para su uso son demolidos y los desechan a los botaderos.

Es así como para la realización de esta investigación se ha definido darles un uso técnico a los residuos de elementos prefabricados de la planta de producción de la empresa Tubos y Postes S.R.L. encargados de la producción de Postes, tubos, crucetas, ménsulas, palomillas.

Los centros para la disposición y tratamiento de estos materiales aún no han sido establecidos y normados por nuestras autoridades ambientales en la ciudad de Chiclayo, por lo tanto, al realizar este estudio se propone una alternativa para el aprovechamiento de los escombros como agregados de concreto reciclado en la producción de nuevos concretos destinados a la construcción de elementos estructurales y proyectos en general en la ciudad de Chiclayo.

Obtención del concreto reciclado de la planta Tubos y Postes S.R.L.



Figura 2. Recolección de concreto reciclado de la planta de producción de la empresa Tubos y Postes S.R.L., para su estudio posterior incorporación en el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia.

Fuente: Elaboración propia.

1.2 Antecedentes de estudio

1.2.1 Internacional.

1.2.1.1 México.

Cruz, J. y Ramón, Y. (2004), en su estudio sobre el Concreto Reciclado donde estudio estuvo basado en que el concreto elaborado con agregado de concreto reciclado de pavimento rígido de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ resiste un 15.49% menos que el concreto elaborado con

agregados naturales a los 28 días. El concreto elaborado con agregado de concreto reciclado de pavimento rígido de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ es más liviano en 147 kg/m^3 que el concreto elaborado con agregados naturales. Y llegaron a la conclusión de que, desde el punto de visto técnico, el escombros de concreto libre de contaminantes es un sustituto satisfactorio como agregado grueso en la elaboración de concreto nuevo. Las propiedades de rigidez, durabilidad y trabajabilidad del concreto de agregado son aceptables.

1.2.1.2 Colombia.

Arriaga, L. (2013), en su tesis Utilización de Agregado Grueso de Concreto Reciclado en Elementos Estructurales de Concreto Reforzado, comparó los resultados de muestras similares de concreto con agregado de concreto reciclado y de concreto convencional o de control, para cada uno de los tipos de elementos estructurales, a saber, vigas continuas, placas apoyadas en tres bordes, vigas altas y ménsulas; con el objetivo de estudiar el comportamiento estructural de elementos de concreto reforzado con agregado grueso de concreto reciclado y realizar las respectivas comparaciones frente a concretos de control o convencionales. Concluyendo que el concreto con agregado de concreto reciclado es una alternativa prometedora que amerita seguir siendo estudiada para en un futuro alcanzar la normalización y por ende su aplicación en las obras civiles del entorno colombiano con los correspondientes beneficios al medio ambiente.

1.2.2 Nacional.

1.2.2.1 Lima.

Ponce, C. (2014), en su tesis sobre el Estudio del Concreto Reciclado de Mediana a Baja Resistencia, Utilizando Cemento Portland Tipo I, destacaron que el agregado reciclado presenta una distribución más uniforme que la muestra patrón. El mayor inconveniente de este agregado también es su mayor friabilidad, angulosidad, y rugosidad, es decir, este agregado está propenso a un desmenuzamiento por efecto de la manipulación, almacenamiento y transporte debido a que está compuesto de fracciones de mortero o partículas pétreas con mortero adherido, así mismo, que el concreto reciclado en estado endurecido presenta mayor absorción debido principalmente a la inclusión de agregado reciclado con alto contenido en

absorción. Se debe aclarar que el-agregado reciclado fino y grueso tiende a ser mortero endurecido o tener fracciones de mortero endurecido. Este aspecto determina un mayor porcentaje de presencia de agregado fino en comparación al agregado patrón. En los resultados de ensayos el concreto endurecido de la muestra reciclada tiene a presentar valores ligeramente crecientes a medida que aumenta el contenido de cemento. Pero en comparación al concreto endurecido de la muestra patrón refleja valores por encima de hasta 4% más.

1.2.2.2 Cajamarca.

Asencio, A. (2014), en su tesis titulada Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, analizó en su estudio que en Cajamarca existe gran cantidad de residuos de concreto que se arrojan como escombros, los mismos que se convierten en un impacto ambiental que necesita solución, estos residuos de concreto pueden ser utilizados para fabricar agregados reciclados, pudiendo estos sustituir a los agregados de origen aluvial, ya que se presume que los agregados de origen aluvial se están agotando debido a la gran demanda de la construcción. La reutilización y el reciclaje de los residuos se logra a través de un desmontaje selectivo y de la clasificación y separación de los materiales. Las mezclas que sean inadecuadas para un reciclaje, bajo los criterios técnicos y ambientales, deben ser previamente retiradas y tratadas conformes a las normas respectivas. Llegando a la conclusión de que el concreto elaborado con agregado de concreto reciclado de pavimento rígido de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ resiste un 15.49% menos que el concreto elaborado con agregados naturales a los 28 días.

1.2.3 Local.

Juan F. Barboza (2015) en su estudio titulado “Concreto Reciclado”, logró determinar que el uso del concreto como agregado dentro del diseño de mezclas, difería del diseño patrón, al estudiar el concreto elaborado con los diseños a lo que por medio del método del comité ACI 211 llegó, determinó que en estado fresco carecía de consistencia por la cantidad de finos que contenía el concreto reciclado, además, que la resistencia a la compresión se veía disminuida en más del 10% en todas las edades ensayadas, concluyendo que sí se puede utilizar el concreto reciclado derivado de la trituración de testigos cilíndricos de concreto, obteniéndose concreto reciclado, solo podía incluirse en no más del 60% en relación de los

agregados naturales ya que el nuevo concreto requería de un factor de cemento por metro cúbico superior al concreto convencional.

(Dávila y Sáenz, 2012), en su investigación titulada “Propuesta de elaboración de Concreto de Alta Resistencia, con el Uso de Aditivos Superplastificante, Adiciones de Microsilice y Cemento Portland Tipo I” concluyó lo siguiente, que el concreto no requiere de maquinaria especial para su realización, pues se rige igual que el tradicional, solamente requiere mayor control de calidad entre los materiales y el tiempo de ejecución. Así mismo, el costo de este tipo de concreto es mucho mayor a (53%) al de un tradicional, debido a la precedencia de un Microsilice, aditivos; pero el beneficio en la disminución de tiempo en alcanzar resistencias altas, y en la disminución de grandes secciones estructurales y la durabilidad que tiene, lo hace también una buena opción a tomar en cuenta. La resistencia inicial de estos concretos es sumamente alta y con ello permitirá un desencofrado mucho más rápido que beneficiará el rendimiento del trabajo. El concreto con aditivo superplastificante con dosificación de 1.0% (del peso del cemento) reduce la cantidad de agua en 48.88%.

Y que la alta resistencia a la comprensión del concreto en estado endurecido se debe a una buena dosificación y al uso de un aditivo superplastificante más la Microsilice.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Aditivo para concreto.

1.3.1.1 Generalidades.

Aditivo es una sustancia química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como ingrediente de la pasta, del mortero o del concreto, y se agrega al conjunto antes o durante el proceso de mezclado, con el fin de modificar alguna o algunas de sus propiedades físicas, de tal forma que el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor.

Los aditivos se emplean cada vez en mayor escala en la fabricación de morteros y hormigones, para la elaboración de productos de calidad, en procura de mejorar las características del producto final. No se trata en ningún modo de aditivos del cemento, pues

la misión del aditivo no consiste en mejorar el cemento, sino permitir la transformación o modificación de ciertos caracteres o propiedades de un producto acabado, que, según los casos, puede ser un hormigón, un mortero o una lechada para inyecciones.

1.3.1.2 Usos de aditivos para concreto.

A En el concreto fresco.

- Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua.
- Disminuir el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad.
- Reducir o prevenir asentamientos de la mezcla.
- Crear una ligera expansión.
- Modificar la velocidad y/o el volumen de exudación.
- Reducir la segregación.
- Facilitar el bombeo.
- Reducir la velocidad de pérdida de asentamiento.

B En el concreto endurecido.

- Disminuir el calor de hidratación.
- Desarrollo inicial de resistencia.
- Incrementar las resistencias mecánicas del concreto.
- Incrementar la durabilidad del concreto.
- Disminuir el flujo capilar del agua.
- Disminuir la permeabilidad de los líquidos.
- Mejorar la adherencia concreto-acero de refuerzo.
- Mejorar la resistencia al impacto

1.3.1.3 Modos de uso.

- Los aditivos se dosifican hasta en un 5% del peso de la mezcla y comúnmente son usados entre el 0.1 % y 0.5 % del peso del cemento.

- La utilización de aditivos no debería, con toda objetividad ser subestimada o menospreciada.
- El efecto deseado y su uso lo describen los propios fabricantes, pero algunos son desconocidos incluso por ellos, por lo que es importante que antes de su uso se realicen pruebas a fin de constatar las propiedades del material.
- El uso del aditivo debe incluirse en el diseño de mezcla de concreto.

1.3.1.4 Clasificación.

A Según la norma técnica American Society for Testing and Materials ASTM C-494

Considera que los efectos son muy variados, una clasificación así es muy extensa, además debido a que un solo aditivo modifica varias características del concreto, además de no cumplir todas las que especifica.

Tabla 1*Clasificación de los aditivos Sika según ASTM C 494.*

Características		Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Tipo F	Tipo G
Nombre genérico		Reductor de agua	Retardante de fraguado	Acelerante	Reductor de agua y retardante	Reductor de agua y acelerante	Reductor de agua de alto rango	Reductor de agua de alto rango y retardante
Reducción de agua % min		5.0	-	-	5.0	5.0	12.0	12.0
Tiempo de fraguado	Inicial	de -1:00 máx. a +1:30 máx.	de -1:00 mín. a +3:30 máx.	de -1:00 mín. a +3:30 máx.	de -1:00 mín. a +3:30 máx.	de -1:00 mín. a +3:30 máx.	de -1:00 máx. a +1:30 máx.	de -1:00 mín. a +3:30 máx.
	Final	de -1:00 máx. a +1:30 máx.	+3:30 máx.	-1:00 mín.	+3:30 máx.	-1:00 mín.	de -1:00 máx. a +1:30 máx.	+3:00 máx.
Resistencia a compresión % min. vs testigo	1 día	-	-	-	-	-	140	125
	3 días	110	90	125	110	125	125	125
	7 días	110	90	100	110	110	115	115
	14 días	110	90	100	110	110	110	110
Aditivos Sika		Sikament-190 CR	Plastiment N	Sikaset L Sika Rapid 1	Plastocrete RMX Sikament-190 Sikament-190-LA Plastiment N	Sikament-HE 200	Sikament-100 Sikament-307 Sikament-HE 200 Sika Viscocrete 5 Sika Viscocrete 20 HE	Sikament-320

Fuente: <https://www.sage.com.mx/intro/fichas/folleto-clasificacion-aditivos.pdf>

A.1 Tipo A – Aditivos reductores de agua.

Son compuestos orgánicos e inorgánicos que permiten emplear menor agua de la que se usaría en condiciones normales en el concreto, produciendo mejores características de trabajabilidad y también de resistencia al reducirse la Relación Agua/Cemento.

Trabajan en base al llamado efecto de superficie, en que crean una interfaz entre el cemento y el agua en la pasta, reduciendo las fuerzas de atracción entre las partículas, con lo que se mejora el proceso de hidratación. Muchos de ellos también desarrollan el efecto aniónico que mencionamos al hablar de los incorporadores de aire. Usualmente reducen el contenido de agua por lo menos en un 5% a 10%. Tienen una serie de ventajas como son:

- Economía, ya que se puede reducir la cantidad de cemento.
- Facilidad en los procesos constructivos, pues la mayor trabajabilidad de las mezclas permite menor dificultad en colocarlas y compactarlas, con ahorro de tiempo y mano de obra.
- Trabajo con asentamientos mayores sin modificar la relación agua/cemento.
- Mejora significativa de la impermeabilidad
- Posibilidad de bombear mezclas a mayores distancias sin problemas de atoros, ya que actúan como lubricantes, reduciendo la segregación.

En general, la disminución del asentamiento en el tiempo es algo más rápida que en el concreto normal, dependiendo principalmente de la temperatura de la mezcla.

Las sustancias más empleadas para fabricarlos son los lignosulfonatos y sus sales, modificaciones y derivados de ácidos lignosulfonados, ácidos hidroxilados carboxílicos y sus sales, carbohidratos y polioles etc. La dosificación normal oscila entre el 0.2% al 0.5% del peso del cemento, y se usan diluidos en el agua de mezcla.

A.2 Tipo B – Aditivos retardadores de fragua.

Tienen como objetivo incrementar el tiempo de endurecimiento normal del concreto, con miras a disponer de un período de plasticidad mayor que facilite el proceso constructivo.

Su uso principal se amerita en los siguientes casos:

- Vaciado complicado y/o voluminoso, donde la secuencia de colocación del concreto provocaría juntas frías si se emplean mezclas con fraguados normales.

- Vaciados en clima cálido, en que se incrementa la velocidad de endurecimiento de las mezclas convencionales.
- Bombeo de concreto a largas distancias para prevenir atoros.
- Transporte de concreto en Mixers a largas distancias.
- Mantener el concreto plástico en situaciones de emergencia que obligan a interrumpir temporalmente los vaciados, como cuando se malogra algún equipo o se retrasa el suministro del concreto.

La manera como trabajan es actuando sobre el Aluminato Tricálcico retrasando la reacción, produciéndose también un efecto de superficie, reduciendo fuerzas de atracción entre partículas.

En la medida que pasa el tiempo desaparece el efecto y se desarrolla a continuación el de hidratación, acelerándose generalmente el fraguado.

Hay que tener cuidado con las sobredosificaciones pues pueden traer complicaciones en el desarrollo de la resistencia, obligando a adoptar sistemas de curado adicionales.

Usualmente tienen características plastificantes. Los productos básicos empleados en su fabricación son modificaciones y combinaciones de los usados en los plastificantes y adicionalmente, algunos compuestos de étercelulosa. Se dosifican generalmente en la proporción del 0.2% al 0.5% del peso del cemento.

A.3 Tipo C – Aditivos aceleradores.

Sustancia que reducen el tiempo normal de endurecimiento de la pasta de cemento y/o aceleran el tiempo normal de desarrollo de la resistencia.

Proveen una serie de ventajas como son:

- Desencofrado en menor tiempo del usual
- Reducción del tiempo de espera necesario para dar acabado superficial
- Reducción del tiempo de curado
- Adelanto en la puesta en servicio de las estructuras
- Posibilidad de combatir rápidamente las fugas de agua en estructuras hidráulicas

- Reducción de presiones sobre los encofrados posibilitando mayores alturas de vaciado
- Contrarrestar el efecto de las bajas temperaturas en clima frío desarrollado con mayor velocidad el calor de hidratación, incrementando la temperatura del concreto y consecuentemente la resistencia.

En general los acelerantes reducen los tiempos de fraguado inicial y final del concreto medido con métodos estándar como las agujas Proctor definidas en ASTM C 403 que permiten cuantificar el endurecimiento en función de la resistencia a la penetración.

A.4 Tipo D – Aditivos reductores de agua y retardadores.

Los aditivos reductores de agua retardantes pueden mejorar la manejabilidad, trabajabilidad y la bombeabilidad del concreto. El efecto retardante de este aditivo forma una película alrededor de la partícula de cemento reduciendo el área superficial disponible para la hidratación y en consecuencia modifica controladamente los tiempos de fraguado.

A.5 Tipo E – Aditivos reductores de agua y aceleradores.

Es un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y acelera el fraguado y el desarrollo de la resistencia inicial del concreto. El objetivo principal de los acelerantes de fraguado reductores de agua es adelantar el inicio del fraguado de la pasta obteniendo altas resistencias a edades tempranas. Muchos acelerantes incluyen agentes reductores de agua para producir un fraguado más rápido del concreto con un reducido contenido de agua. Los principales usos de estos aditivos son: concreto en clima frío, concreto para prefabricado, concretos con tiempos cortos de desencofre, y reparaciones.

A.6 Tipo F – Aditivos reductores de agua, de alto rango.

Es un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada y retarda el fraguado del concreto. Los aditivos reductores de agua de alto rango (HRWR), pueden reducir significativamente la demanda de agua y el contenido de cemento. La reducción de agua está entre 12% y 40%, lo que permite producir concretos con alta resistencia a la compresión y mucho más durables. Estos aditivos son

utilizados para dar al concreto de bajo asentamiento las mismas características de un concreto de alto asentamiento sin adicionar agua extra. Los superplastificantes también pueden ser usados para producir concreto de asentamiento normal con bajo contenido de agua. Estos aditivos son ideales en la producción de concreto para muros, columnas, concretos de alta resistencia inicial y final, concretos con alta fluidez para prefabricado, autocompactantes, concretos con mucho acero de refuerzo donde la resistencia y la colocación son importantes.

A.7 Tipo G – Aditivos reductores de agua, de alto rango, y retardadores.

Es un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia dada en un 12 % o más y retarda el fraguado del concreto. Estos aditivos permiten una reducción de agua igual a los aditivos Tipo F del orden del 12% al 40%. Son especialmente diseñados para producir concreto de alto desempeño con mayor tiempo de manejabilidad.

A.8 Tipo S – Aditivos de desempeño específico.

Es un aditivo que provea las características de desempeño deseables, diferentes a la reducción del contenido de agua o a las del cambio del tiempo de fraguado o a la combinación de ambas, sin producir efectos adversos sobre las propiedades del concreto endurecido y su durabilidad, como se especifican en la presente norma, excluyendo los aditivos que se usan primariamente para la manufactura de productos de concretos moldeados en seco.

Los aditivos químicos están siendo permanentemente desarrollados y actualizados para responder a las necesidades especiales de la construcción. Algunos de los productos especiales que se encuentran disponibles incluyen:

A.8.1 Inhibidores de corrosión.

Los cuales son usados para proteger el acero de refuerzo, son adicionados directamente en la mezcla de concreto en estado fresco. Cada proyecto constructivo debe definir la carga de

ion cloruro. La rata de dosis de nuestro aditivo está directamente relacionada con el nivel de protección de cloruro.

A.8.2 Incluidores de aire.

Los cuales son usados para producir concreto de baja permeabilidad, concretos para condiciones de hielo y deshielo, concreto de peso ligero y celular.

A.8.3 Controladores de hidratación.

Compuesto por dos partes (1) un estabilizador o retardador que detiene la hidratación de los materiales cementantes (2). Un activador que, cuando es adicionado al concreto estabilizado, reestablece la hidratación y fraguados normales.

A.8.4 Reductores de contracción.

Donde se ha comprobado a nivel de laboratorio respecto a un testigo que la contracción por secado se reduce entre el 25% y 50% con el uso de esta tecnología. Estos aditivos tienen efectos insignificantes sobre el asentamiento y la pérdida de manejabilidad.

A.8.5 Aditivos para concreto anti lavado

Que aumentan la cohesión del concreto hasta un nivel que permite su exposición limitada al agua, resultando en poca pérdida de mortero.

B Según la norma técnica American Society for Testing and Materials ASTM C-1017.

Tabla 2

Clasificación de los aditivos Sika según ASTM C 1017.

Características	Tipo I	Tipo II
Nombre genérico	Superplastificante	Superplastificante y retardante
Incremento de revenimiento, cm mín.	9.0	9.0
Reducción de agua % min	5.0	-
Tiempo de fraguado Inicial	de -1:00 máx.	de -1:00 mín.

	Final	a +1:30 máx. de -1:00 máx. a +1:30 máx.	a +3:30 máx. +3:30 máx.
Resistencia a compresión	1 día	-	-
% min. vs testigo	3 días	90	90
	7 días	90	90
	14 días	90	90
Aditivos Sika		Sikament-100 Sikament-307 Sikament-HE 200 Sika Viscocrete 5 Sika Viscocrete 20 HE	Sikament-190 Sikament-190 LA Sikament-190 CR Sikament-320

Fuente: <https://www.sage.com.mx/intro/fichas/folleto-clasificacion-aditivos.pdf>

B.1 Tipo I – Superplastificante.

Son reductores de agua-plastificantes especiales en que el efecto aniónico se ha multiplicado notablemente. La dosificación usual es el 0.2% al 2% del peso del cemento, debiendo tenerse cuidado con las sobre dosificaciones pues pueden producir segregación si las mezclas tienen tendencia hacia los gruesos o retardos en el tiempo de fraguado, que obligan a prolongar e intensificar el curado, algunas veces durante varios días, aunque después se desarrolla el comportamiento normal. Las mezclas en las que se desee emplear superplastificante deben tener un contenido de finos ligeramente superior al convencional ya que de otra manera se puede producir segregación si se exagera el vibrado. Producen generalmente incremento de burbujas superficiales en el concreto por lo que hay que optimizar en obra tanto los tiempos de vibrado como la secuencia de estas operaciones, para reducir las burbujas al mínimo.

Si se desea emplear al máximo sus características de reductores de agua, permiten descensos hasta del 20% a 30% trabajando con slumps del orden de 2” a 3”, lo que ha permitido el desarrollo de concretos de muy alta resistencia (750 kg/cm²) con relaciones agua/cemento tan bajas como 0.25 a 0.30, obviamente bajo optimizaciones de la calidad de los agregados y del cemento.

B.2 Tipo II – Superplastificante y retardante.

Es un aditivo químico el cual, cuando es agregado al concreto, produce concreto fluido sin agregado adicional de agua y retarda el fraguado del concreto.

C Según el comité 212 del ACI

Los clasifica según los tipos de materiales constituyentes o a los efectos característicos en su uso:

- Aditivos acelerantes.
- Aditivos reductores de agua y que controlan el fraguado.
- Aditivos para inyecciones.
- Aditivos incorporadores de aire.
- Aditivos extractores de aire.
- Aditivos formadores de gas.
- Aditivos productores de expansión o expansivos.
- Aditivos minerales finamente molidos.
- Aditivos impermeables y reductores de permeabilidad.
- Aditivos pegantes (también llamados epóxicos).
- Aditivos químicos para reducir la expansión debido a la reacción entre los agregados y los alcalices del cemento. Aditivos inhibidores de corrosión.
- Aditivos fungicidas, germicidas o insecticidas.
- Aditivos floculadores.
- Aditivos colorantes.

1.3.1.5 Aditivo Sika® Cem Plastificante.

A Generalidades.

Es un aditivo súper plastificante para mezclas de concreto, permite una reducción de agua de hasta 20% según la dosificación utilizada; no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras. Corresponde a una nueva generación de aditivos plastificadores en base a productos melamínicos o naftalínicos, constituyendo una evolución de los aditivos reductores de agua, que en la adsorción y capacidad de dispersión del cemento es mucho más acentuada. Los efectos principales del aditivo Sika® Cem Plastificante se derivan a la incorporación de componentes tensoactivos, además, por una parte, la ionización de los filamentos del aditivo que produce la separación de los granos de cemento entre sí, conduciendo a una efectiva desfloculización, y por otra parte las moléculas de aditivo son

absorbidas y se orientan en la superficie de los granos de cemento en un espesor de varias moléculas, de lo que resulta una lubricación de las partículas.

Para el funcionamiento de este aditivo es preciso recordar el comportamiento agua/cemento en el proceso de mezclado y fraguado del concreto. Primero se forma la pasta aglutinante producto de la lubricación de las partículas de cemento y del árido tras la adsorción del agua, y luego esta pasta se vuelve cementante producto de la reacción química que se lleva a cabo entre ambas al iniciarse el fraguado. En la primera de estas etapas es cuando se produce la mezcla de los componentes y las primeras reacciones electroquímicas entre agua y cemento, surgiendo las características del concreto fresco como trabajabilidad, consistencia, etc.

Estas características están gobernadas principalmente por las reacciones electroquímicas producidas entre las moléculas de agua y los granos de cemento, los que poseen un gran número de iones en disolución en su superficie. Estos iones tienden a formar, debido a una afinidad electroestáticas, flóculos o capas de solvatación al entrar en contacto con el agua durante la operación de amasado. Dichos flóculos ejercen dos efectos nocivos en la masa de concreto que impiden la dispersión uniforme de las partículas de cemento en la masa de hormigón y retienen cierta cantidad de agua en el interior de su masa que incide negativamente en la porosidad final del material por no ser utilizable para lubricar la masa ni para la lubricación de los granos de cemento.

Los efectos nocivos de la floculación pueden ser contrarrestados, al menos en parte, mediante la incorporación a la masa de concreto de ciertos compuestos químicos tales como policondensados de naftaleno y formaldehído, también llamados superplastificantes, reductores de agua de alto rango o superfluidificantes.

Estas adiciones actúan neutralizando las cargas eléctricas que se encuentran sobre la superficie de las partículas de cemento y, por consiguiente, evitando la formación de flóculos. La forma lineal y alargada de estas moléculas orgánicas les permite recubrir por completo la superficie de los granos de cemento incorporándole cargas de signo negativo, provocando una fuerza de repulsión entre las partículas de cemento dificultando el fenómeno de la floculación. Sin embargo, como consecuencia del efecto envolvente de estas moléculas puede ocurrir que, en altas dosis se produzca un efecto de retardo de la hidratación de los granos.

En el modo de acción de los superplastificantes pueden considerarse tres etapas consecutivas. En la primera etapa se caracteriza por la adsorción de los polímeros por parte de las partículas de cemento en la etapa de transición sólido-líquido. En la segunda etapa se carga de la superficie de los granos con fuerzas electroestáticas de repulsión por tener el mismo signo. Y en la tercera etapa emergen tensiones superficiales que aumentan la distancia entre partículas.

B Flocculación de las partículas.

Para que la pasta de cemento adquiera un estado más plástico, se deben aglutinar las partículas en un sistema disperso, por medio de un fenómeno llamado flocculación. Este fenómeno es la tendencia a que las partículas de un sistema se aglutinen debido a las fuerzas de atracción entre ellas, que pueden ser de origen eléctrico o de Van Der Waals. Estas fuerzas dependen de la distancia entre las partículas, ya que se incrementan cuando la distancia entre ellas disminuye.

C Uso.

Sika® Cem Plastificante está particularmente indicado para todo tipo de mezclas de concreto o mortero que requiera reducir agua, mejorar la trabajabilidad (fluidez del concreto) o ambos casos para lograr reducir costos de: mano de obra, materiales (cemento) y/o tiempo.

D Características.

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Mejores acabados.
- Mayor adherencia al acero.
- Mejor trabajabilidad (fluidez) en el tiempo.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Ayuda a reducir la formación de cangrejeras.

E Dosificación.

Como superplastificante: máximo 500ml por bolsa de cemento y 250 ml mínimo; siendo la dosis óptima para determinarse mediante ensayos preliminares.

F Aplicación.

Adicionar la dosis escogida de Sika® Cem Plastificante en la última porción del agua de amasado de la mezcla. Reducir agua y trabajar justo con la trabajabilidad requerida. Al reducir agua la mezcla pierde trabajabilidad muy rápido. Colóquela y víbrela inmediatamente.

G Empaque.

- Envase PET x 4 L
- Balde x 20 L

Presentación del Aditivo Sika® Cem Plastificante.



Figura 3. Presentación PET de 4 lt de aditivo Sika® Cem Plastificante.

Fuente: <https://www.promart.pe>

1.3.2 Concreto reciclado.

1.3.2.1 Generalidades

Actualmente es ampliamente conocida la teoría que relaciona el desarrollo económico con el consumo de recursos naturales y la generación de residuos, cuya disposición incontrolada supone una serie de impactos entre los que destacan la afectación al medio natural. Esta teoría es aplicable a casi todos los sectores económicos por tanto la construcción y la demolición no son excepciones.

En el desarrollo de nuevas infraestructuras ha requerido la desaparición de las previamente existentes. Como consecuencia se producen una serie de impactos ambientales tanto desde la perspectiva del consumo de áridos y agua, por ejemplo, como de la generación de residuos tales como hormigón, chatarras, madera, plásticos. A partir de esta situación de deterioro gradual, en 1987 ve la luz un informe, dirigido por Gro Harlem Brundtland, Primera Ministra de Noruega, para la comisión mundial sobre medio ambiente y desarrollo, en el que aparece por primera vez el concepto de desarrollo sostenible, es decir, asegurar que se satisfagan las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. Esta teoría aplicada al ámbito de los residuos genera la concepción de que un país desarrollado no es aquel que más residuos genera, si no como el que menos genera, o por lo menos, como que el que mejor los trata.

En síntesis, se debe practicar una correcta gestión de la provisión y del stock de materiales durante la construcción, retirada previa de los materiales reutilizables, antes de una demolición, correcta separación y gestión de los residuos. La aplicación práctica no es tan sencilla, pero desde hace algunos años algunas iniciativas públicas y privadas empezaron a tomar forma.

1.3.2.2 Normatividad sobre los agregados reciclados.

El problema ambiental planteado por los residuos de la construcción y demolición se deriva fundamentalmente de dos circunstancias: el creciente volumen de generación y el tratamiento inadecuado que generalmente se les da. Este hecho ha generado que en los últimos años se haya iniciado un impulso legislativo que se encuentra en diferente nivel de

desarrollo e implementación dependiendo del país, debido a razones de índole ambiental, económica, política y cultural.

A Estados Unidos.

Aunque no existen normas específicas al respecto si existen otras que se utilizan como base para determinar las propiedades de los agregados reciclados. Actualmente el comité 555 de ACI elabora un documento para normalizar la utilización de agregados reciclados en concreto.

B Japón.

Los agregados reciclados se clasifican en tres categorías. El agregado reciclado de mayor calidad se le denomina con la letra H, el de calidad intermedia con la letra M y el de más baja calidad con la letra L. Regulados, respectivamente, por las normas JIS A 5021, JIS A 5022 y JIS A 5023 puestas en circulación entre los años 2005 y 2007.

C Australia.

En 2002, el Ministerio de Medio Ambiente y Patrimonio en colaboración con el CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) elaboró una guía nacional para la utilización de concreto reciclado. En dicha guía los agregados reciclados se clasifican en agregados reciclados de:

Tabla 3

Guía de clasificación para la utilización de concreto reciclado.

Clasificación	Finalidad
Clase 1	Se utilizan para la fabricación de concreto.
Clase 2	Se utilizan como material de relleno y como bases y subbases en carreteras y pavimentación. Se les exige a ambos una absorción inferior al 6% y una densidad mínima de 2100 kg/m ³ .

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Patrimonio (2002).

D Alemania.

La norma DIN 4226-100 clasifica los agregados reciclados en cuatro categorías diferentes:

Tabla 4

Clasificación de los agregados reciclados según Norma DIN 4226-100.

Clasificación	Descripción del material
Tipo 1	Son agregados que proceden mayoritariamente de residuos de concreto 90%, ladrillo y arenisca caliza del 10%.
Tipo 2	Son agregados mayoritariamente de residuos de concreto en con un porcentaje mínimo del 70%. Presentan un contenido máximo de Clinker, ladrillo y arenisca caliza del 30%.
Tipo 3	Son agregados que en su mayoría proceden de residuos cerámicos en una proporción mínima del 80%. Presentan un contenido máximo de materiales procedentes de concreto 20%.
Tipo 4	Son agregados que en su mayoría proceden de una mezcla de residuos de la construcción y demolición con un contenido mínimo del 80% de material procedente de concreto u productos cerámicos (mezcla de ambos).

Fuente: Norma DIN 4226-100.

E Reino Unido.

La norma BS-EN 206-1 clasifica el agregado reciclado en dos tipos diferentes:

Tabla 5

Clasificación del concreto reciclado por BS-En 206-1.

Clasificación	Descripción del material
RCA	Agregado reciclado procedente de residuos de concreto con un contenido máximo de impurezas como material cerámico, partículas ligeras, asfalto, vidrio, plástico, del 17% (o sea 83% concreto). La resistencia máxima recomendable del concreto fabricado con este tipo de agregado no superará los 40 N/mm ² (407.87 kg/cm ²).
RA	Agregado reciclado procedente de materiales cerámicos o mezclado con concreto. Se utiliza en concretos pobres con resistencias a compresión que no llegan a los 20 N/mm ² (203.94 kg/cm ²).

Fuente: BS-En 206-1.

F España.

En Julio de 2008, se publica, la nueva EHE-08. Entre los aspectos fundamentales se hecho la incorporación a la Instrucción de nuevos concretos como los reciclados. Entre ellas destacamos aquellas que inciden en las características del agregado reciclado tales como:

Excluye los agregados finos reciclados para la fabricación de concreto. Así como no permite la fabricación de concreto con agregados reciclados afectados por patologías que afecten a su calidad tales como ataque por sulfatos, fuego, provengan de concretos especiales como el aluminoso, con fibras, polímeros. El tamaño del agregado permitido será de 4 mm presentando como máximo un 5% en peso de partículas que pasen por dicho tamiz. Cuando la sustitución de agregado grueso por agregado reciclado no supere el 20%. Por último, el contenido de material cerámico no deberá exceder del 5% en peso del total de la muestra, las partículas ligeras en el 1%, el asfalto en el 1% y otros materiales como vidrio, plásticos, metales, en el 1%.

G Brasil.

Se instala la primera planta de reciclaje de residuos de la construcción y demolición a partir de la resolución emitida por CONAMA N° 307/2002, el cual entra en vigencia en el 2003, y establece directrices, criterios y procedimientos para la gestión de los residuos de la construcción y demolición. Esta Resolución clasifica los residuos en 4 clases:

Tabla 6
Clasificación de los residuos según CONAMA – Brasil.

Clasificación	Materiales
Clase A	Son los residuos reutilizables o reciclables como agregados, tales como construcción, demolición y reparación.
Clase B	Son los residuos reciclables para otros destinos, tales como plástico, papel/cartón, metales, vidrios, maderas y otros.
Clase C	Son los residuos sin aplicaciones económicamente viables que permitan su reciclaje, tales como los productos de yeso.
Clase D	Son los residuos peligrosos originados de procesos de construcción, tales como tintas, solventes, olees y otros o aquellos residuos que provienen de reformas de clínicas radiológicas o instalaciones industriales.

Fuente: Manual de Gestión de Residuos de Construcción Civil.

Además, se han dictaminado normas para el uso y gestión de residuos provenientes únicamente de la construcción civil.

Tabla 7
Normas técnicas para la gestión de los residuos de la construcción civil (RCC) en Brasil.

Norma	Título
NBR 15.112/04	RCC y residuos voluminosos. Áreas de transferencia y triaje.

NBR 15.113/04	Directrices para proyecto, implantación y operación. Residuos sólidos de la CC y residuos inertes. Vertederos.
NBR 15.114/04	Directrices para proyecto, implantación y operación. Residuos sólidos de la CC. Áreas de reciclaje.
NBR 15.115/04	Directrices para proyecto, implantación y operación. Agregados reciclados de Residuos sólidos de la CC. Ejecución de base de pavimentos. Procedimientos.
NBR 15.116/04	Agregados reciclados de Residuos sólidos de la CC. Utilización en pavimentos y preparación de hormigones sin función estructural.

Fuente: Manual de Gestión de Residuos de Construcción Civil.

H México.

El Distrito Federal es el primero en gestionar normas que regulen el vertido de los residuos a través de la norma ambiental NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de residuos de la construcción.

Tabla 8

Clasificación de los residuos de la construcción y demolición en México.

Residuos potencialmente reciclables	Residuos de excavación	Residuos sólidos
Fabricación de mortero o concreto	Suelo Orgánico	Cartón
Concreto simple		Papel
Concreto armado	Suelos no contaminados y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos	Madera
Cerámicos		Plástico
Concretos asfálticos		Residuos de podas, talas y jardinería
Concreto asfáltico producto del fresado		Paneles de yeso
Mampostería	Otros materiales minerales no contaminados y no peligrosos contenidos en el suelo	Vidrio
Fabricación de ladrillos		Otros
Blocks		
Mortero		

Fuente: Gaceta Oficial del DF de México.

Además, en el año 2004 se pone en funcionamiento la primera planta de reciclaje. La Ley General para la prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR 2003), clasifica a los residuos de la construcción y demolición dentro de los residuos de manejo especial. El artículo 26 tiene una gran connotación en la industria de la construcción, enuncia que los propietarios, directores, responsables de obras, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición, son responsables por la gestión de residuos y establece la obligación de planes de manejo.

I Argentina.

No existe legislación específica sobre las distintas etapas de gestión de los residuos de construcción y demolición. La Ley Nacional N° 25.612/2002 "Presupuestos mínimos de protección ambiental sobre gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio" conceptualiza el término de residuo industrial. En el borrador de su decreto reglamentario se incluye a la actividad de la construcción como una de las industrias que generan residuos de origen industrial (Residuos de la construcción y demolición), por tanto, esta sería la primera mención específica sobre los residuos. Siendo una norma base es posible que sobre esta se construya el edificio normativo de la problemática de los residuos industriales.

J Chile.

Cuenta con una política de gestión Integral de residuos sólidos aprobada por el Consejo Nacional de Medio Ambiente, año 2005, en el cual expresa la necesidad de contar con una Ley General de residuos. Para los residuos de construcción y demolición (denominados RESCON en Chile) no se cuenta con reglamentos específicos. Por esta razón en Chile en el año 1998 se comenzó a crear un proyecto denominado Acuerdo de Producción Limpia (APL). Con este acuerdo se logró avanzar en el control de los residuos de la construcción desde 0% a 50%.

K Colombia.

No hay legislación específica en cuanto a gestión de los residuos de la construcción y demolición, aunque se puede mencionar la Resolución 541 Ministerio del Medio Ambiente, del 14 de Diciembre de 1994, por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación, pero no establece objetivos ni disposiciones cuantitativas de gestión.

L Perú.

Los principios de la gestión y manejo de residuos sólidos están establecidos según la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos. En el decreto legislativo No 1065, que modifica la Ley N° 27314 el establece una gestión y manejo de residuos sólidos de la construcción y demolición.

1.3.2.3 Tipos de residuos de la construcción y demolición

A Según Rilem.

La Unión internacional de laboratorios y expertos en materiales de construcción distingue tres tipos de agregados reciclados:

Tabla 9

Clasificación de los tipos de residuos según Rilem.

Clasificación	Descripción del material
Tipo 1	Agregados procedentes mayoritariamente de fábrica de ladrillo.
Tipo 11	Agregados procedentes mayoritariamente de residuos de concreto con un contenido máximo de residuos cerámicos del 10%.
Tipo 111	Agregados compuestos por una mezcla de agregados naturales mayor del 80%. El resto puede estar integrado por un 10% como máximo de agregados tipo 1 o un hasta un 20% de agregados tipo 11.

Fuente: Elaboración propia.

B Clasificación genérica

Los residuos de construcción y demolición que se producen se pueden agrupar genéricamente en tres tipos, dependiendo de su grado de limpieza o ausencia de mezcla con residuos mixtos de la construcción:

B.1 Residuos inertes limpios.

Son residuos de construcción o demolición seleccionadas en origen o procedentes de tipos de obras que, por su naturaleza, no se encuentran mezclados con elementos contaminantes incompatibles. Dentro del grupo de los residuos inertes limpios se encuentran, por ejemplo, los materiales procedentes del levantado de soleras, cimentaciones, vías de comunicación,

estructuras, zanjas, fabricación de ladrillo y hormigón, elementos prefabricados, sobrantes de ejecución o fabricación.

B.2 Residuos inertes mezclados.

Son residuos parcialmente seleccionados en origen o procedentes de obras favorables para el reciclado, que contienen en parte productos mixtos de la construcción.

B.3 Residuos todo tipo.

Son residuos sin seleccionar procedentes de todo tipo de obras. En ellos están mezclados elementos de naturaleza pétreo con toda clase de productos mixtos de la construcción como maderas, plásticos metales cartón, papel, vidrio, cables eléctricos, productos textiles. También suele contener residuos catalogados como tóxicos y peligrosos (pinturas, barnices, disolventes), inclusive materias orgánicas.

1.3.2.4 Áridos reciclados

Los áridos reciclados, son aquellos granulados que provienen como producto del reciclado, clasificación y tratamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD). Los tipos referidos a continuación, fue establecido por la Norma Española PNE 146131 y que clasifica la procedencia de origen del residuo de construcción y demolición a lo siguiente:

Tabla 10

Clasificación de los áridos reciclados según PNE 146131.

Clasificación	Descripción del material
Tipo 1	Se hace referencia a un material o árido reciclado fabricado a partir de un contenido predominante cerámico en proporciones superiores al 90% en peso. Estos tipos presentan diferentes aplicaciones de relleno o jardinería que tienen en cuenta las propiedades de estos materiales.
Tipo 2	El material predominante es concreto y sus aplicaciones tan amplias como los áridos naturales; este tipo presenta mayor complejidad en su tratamiento, ya que pueden presentar grandes tamaños. Contienen, en muchos casos, armaduras de difícil separación que generan problemas de abrasión, por tanto, elevado desgaste de las maquinarias. Su manipulación suele programarse a partir de una demolición previa al tratamiento. Sus aplicaciones van desde materiales para relleno y recubrimiento, materiales para base y sub base, para morteros, concreto estructural y no estructural.

Tipo 3	Están fabricados a partir de los residuos de construcción y demolición pétreos como áridos, granitos, mármol, piedra, rocas ornamentales. Tienen aplicaciones a los áridos naturales y se obtienen áridos compuestos de partículas de diferentes colores. Su transformación genera pocos finos. Pueden ser usados para material de relleno, o muros y aplicaciones acústicas.
Tipo 4	Se refieren a mezclas entre materiales predominantes con áridos naturales y artificiales, siendo sus aplicaciones similares a los anteriores tipos.
Tipo 5	Están referidos a la existencia de materiales bituminosos. Para este tipo el abanico de aplicaciones se amplía a los aglomerantes bituminosos y recubrimientos.

Fuente: Norma española PNE 14613.

1.3.2.5 Aplicaciones del concreto reciclado

Las plantas de reciclado producen principalmente áridos para el sector de la construcción, recuperan otros materiales como el hierro y acero con destino a la fundición y, en menor porcentaje otros materiales como madera, plásticos, vidrios con destino a la industria establecida del reciclado. Los áridos reciclados para competir en un mercado dominado por los áridos naturales deben al menos cumplir las mismas características y requisitos exigidos por los áridos naturales y producirse a un nivel de precios también acorde al existente en el mercado de áridos naturales. A partir de estas condicionantes, el beneficio medioambiental que supone su utilización, el ahorro en el transporte al encontrarse las plantas muy cercanas a los centros de consumos, la aparición de normativas encaminadas, a la correcta gestión de residuos que tienden a favorecer la demanda de estos áridos, pueden asegurar el consumo del árido reciclado en el mercado. Con respecto a las aplicaciones en la industria de la construcción, son tan amplias como los áridos naturales, es decir, fabricación de concreto estructural y no estructural, con controles de selección, calidad, y cumplimiento de características técnicas altamente exigentes, hasta aplicaciones como material de relleno, también para bases y sub bases, fabricación de bloquetas, elementos prefabricados de bloques, tuberías de saneamiento, mobiliario urbano.

1.3.2.6 Obras donde emplearon concreto reciclado.

A Puente Marina Seca – Barcelona (España).

Fue construido utilizando concreto reciclado en alguno de sus elementos. Se utilizó un agregado reciclado de un único origen (fracción 4/25 mm), con una absorción media de 6,7%, exento de cloruros, y sulfatos. Más del 95% del agregado reciclado eran partículas de concreto. La cantidad de finos inferiores a 0,063 mm fue del 1% y el aporte de finos menores de 4 mm fue del 10%, lo que obligó a una ligera corrección en la cantidad de arena. Se utilizó una sustitución del 20% de agregado reciclado previamente pre saturado, con un grado de saturación entre el 80% y el 90%. La resistencia obtenida fue de 47,8 N/mm² (487.41 kg/cm²) y los resultados de los ensayos de penetración de agua fueron adecuados. La puesta en obra de este concreto tampoco presentó ninguna dificultad.

B Puente atirantado sobre el Rio Turia (España).

Puente Atirantado – Manises (Valencia).



Figura 4. Puente Atirantado sobre el rio Turia.

Fuente: <http://eadic.com>

La experiencia piloto, que finalizó en el año 2008, propuso la utilización de concreto reciclado en un puente atirantado de concreto armado, situado en Manises (Valencia),

propiedad de la Diputación de Valencia. Este puente se ejecutó como sustitución de una estructura de concreto existente de 22 metros de ancho y 150 metros de longitud, con una inversión de 12 millones de euros. El objetivo del proyecto era reciclar el material de concreto procedente de esta estructura para la fabricación de parte del concreto de la nueva estructura, utilizando una sustitución del 20% del agregado natural por agregado reciclado en el concreto de un tramo de la losa. Las condiciones de utilización de los agregados reciclados y del concreto fueron las siguientes: el agregado reciclado así producido se usó como sustitución de una parte del agregado grueso natural, en un porcentaje no superior al 20%. El agregado mezcla así utilizado debió cumplir las especificaciones que establece la EHE para los agregados naturales, es decir que la calidad del concreto de origen deberá ser superior a 25 N/mm^2 (254.92 kg/cm^2). Y la resistencia máxima concreto reciclado fue de $f'_c < 50 \text{ N/mm}^2$ (509.84 kg/cm^2).

C Construcción Línea 12 del Metro (México).

Aprovechando la cercanía a la planta de Concretos Reciclados (3km en el punto más próximo), la empresa encargada de la construcción de este tramo transportó el escombros y producto de excavación generado en la obra; Concretos Reciclados recibió y recicló el material que posteriormente fue utilizado para la construcción de plataformas, fabricación de pilotes, relleno en zapatas, subbases y bases.

En este proyecto, se logró reducir considerablemente los costos de transportación, aprovechando traer el escombros y cargando material reciclado en el mismo viaje.

Estaciones de que conforman la línea 12 del Metro de la Ciudad de México.



Figura 5. Estación Tláhuac, Ciudad de México.

Fuente: <https://es.wikipedia.org>.

D Puerto de Antwerp (Bélgica).

Para la ampliación del puerto de Antwerp, se procedió en 1987 a la demolición de varios muros del puerto y la construcción de una compuerta mayor. La demolición se realizó con explosivos, originando unos 80.000 m³ de escombros. Por consideraciones tanto ambientales como económicas se optó por la utilización de los escombros de concreto para la fabricación de concreto reciclado. El concreto producido disponía de suficiente resistencia a compresión $f'_c=35 \text{ N/mm}^2$ (356.89 kg/cm²).

Para mejorar la trabajabilidad del concreto se optó por pre saturar los agregados reciclados antes de incorporarlos a la mezcla, corrigiendo así la cantidad de agua añadida. Después de casi 25 años de servicio la estructura no ha presentado problemas de durabilidad.

1.3.2.7 Concreto reciclado obtenido para esta investigación.

A Procedencia.

Los postes, crucetas y ménsulas de concreto son elementos utilizados para la distribución de redes eléctricas públicas; su uso está normado por la NTP 339.027, donde además del

proceso de fabricación y requisitos, estipula procedimientos para su control de calidad necesarios para asegurar su óptimo funcionamiento estructural; deviniendo de dichos ensayos requeridos para su aceptación y colocación in situ, se tienen elementos que no reúnen los requisitos para tu certificación y se procede a su demolición para su posterior acarreo a botaderos o escombreras. Se describe inicialmente como trozos de concreto simple endurecido, resultado de la demolición o quiebra de elementos tales como postes, crucetas y ménsulas de concreto armado usados para redes de distribución eléctrica; dichos fragmentos son de tamaños variables y de forma irregular.

Este material es considerado de desecho o escombros, siendo una mezcla de polvo (procedente del desprendimiento de partículas pequeñas de la pasta endurecida), trozos de concreto endurecido, restos de PVC (usados en el encofrado de los postes y crucetas), acero, alambre y alambros que conforman la estructura de dichos elementos.

Residuos de concreto, provenientes de la demolición de postes de concreto armado.



Figura 6. Concreto reciclado, obtenido para el desarrollo de esta investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Para el aprovechamiento de este material, se procedió inicialmente con la limpieza manual de elementos ajenos al concreto simple, como restos de PVC y alambres de la armadura de los postes.

B Tubos de concreto armado para líneas aéreas. (NTI 339.027)

B.1 Definiciones

Para propósitos de estudio se reconocen los siguientes términos:

- Carga de trabajo: es la carga máxima, aplicada a 15 cm por debajo de la cima y en las direcciones especificadas por el fabricante, para la cual ha sido diseñado el poste.
- Carga de rotura: es la carga que aplicada a 15 cm por debajo de la cima produce la falla del poste.
- Falla: es la incapacidad de admitir más carga y se presenta cuando el poste es sometido al ensayo respectivo o estando en trabajo (servicio) bajo la acción de la carga aplicada, experimentando una deformación permanente en las barras de la armadura, acompañado de agrietamientos en la zona traccionada y de desprendimientos del concreto en la zona comprimida.
- Deformación permanente: es la flecha remanente registrada después que ha dejado de actuar una carga sobre el poste.

B.2 Fabricación.

B.2.1 Materiales.

- El acero y el cemento utilizados en la manufactura de los postes deberán cumplir con lo establecido en la NTP 334.009, NTP 334.082, NTP 334.090, NTP 341.029, NTP 341.030, NTP 341.031, NTP 350.002. Además, se podrá utilizar acero de características mecánicas superiores.
- El agregado grueso deberá cumplir con la NTP 400.037 y estará constituido por piedra triturada o chancada. El agregado fino deberá cumplir con la NTP 400.037 y estará constituido únicamente por arena de un tamaño de 4.76mm y mínimo de 74 μ m.
- El agua deberá cumplir con la NTP 339.088, ser limpia y libre de álcali, materia orgánica, ácidos y todo lo que pueda ser dañino al concreto y al acero.
- Los aditivos deberán cumplir con la NTP 334.088 y con la NTP 334.089.

B.2.2 Dosificación.

La relación a/c en peso, no deberá ser mayor a 0.45 por razones de durabilidad y peligro de corrosión

B.2.3 Curado.

Podrán usarse métodos de curado como curado acelerado por vapor o calor radiante en cámara húmeda, aplicación de membrana de curado, curado con agua y otros.

B.2.4 Resistencia del concreto.

La resistencia mínima a la compresión del concreto a los 28 días será de 28Mpa, referida a probetas normalizadas, elaboradas con el mismo concreto con el que se está fabricando los postes y se determinará como el promedio de dos probetas por cada 8 m³ de concreto. En caso no se cumpla lo anterior, podrá determinarse la resistencia del concreto mediante la extracción de testigos diamantinos del poste, descrito por la NTP 339.059.

B.2.5 Armadura.

El acero empleado en la armadura estará libre de escamas provenientes de la oxidación avanzada o de manchas de grasas, de aceites y otras adherencias extrañas. Además, de ser posible, la armadura será continua en toda su longitud, en el caso de postes mayores a 9m se permitirá empalmes soldados superpuestos. En dichos empalmes la resistencia a la tracción de la soldadura no será menor a la correspondiente resistencia de la varilla. Las varillas longitudinales y transversales estarán unidas entre sí por puntos de soldadura o bien mediante ataduras de alambre. El recubrimiento mínimo de la armadura será de 15 mm para los postes de 120mm de diámetro en la cima; 20 mm para los postes de 150 mm de diámetro en la cima, 25 mm para los de mayor diámetro en la cima.

B.3 Requisitos

B.3.1 Acabado.

Los postes presentarán un acabado uniforme, las aristas, en caso de haberlas, serán vivas y mostrarán una apariencia definida, la presencia de fisuras de anchos menores a 0.3 mm no serán tomadas en cuenta para la apreciación del acabado.

B.3.2 Coeficiente de seguridad.

El coeficiente de seguridad será como mínimo 2.

B.3.3 Carga de rotura nominal.

La carga de rotura nominal variará como se detalla a continuación:

- A partir de 200 daN hasta 400 daN, con intervalos de 100 daN.
- A partir de 400 daN hasta 1200 daN, con intervalos de 200 daN.
- Sobre los 1200 daN, con intervalos progresivos de 300 daN.

B.3.4 Tolerancias.

- Longitud total: se admitirá una tolerancia de $\pm 0.5\%$
- Diámetro: se admitirá una tolerancia de $\pm 0.5\%$ con un máximo de + 20 mm. y de – 5 mm.
- Desviación del eje: se permitirá como máximo 1 mm por cada metro de longitud del poste.

B.3.5 Ensayo de carga de trabajo y rotura.

- Carga de trabajo: el poste será ensayado sin presentar desprendimiento del concreto en la zona de compresión, ni fisuras no cerradas en la zona de tracción. Además, la deformación permanente con la carga de trabajo no excederá al 5% de la flecha máxima alcanzada durante el ensayo.

- Carga de rotura: La carga aplicada en las condiciones del ensayo de rotura para cualquier poste será igual o mayor que el valor respectivo de su carga de rotura nominal.

B.3.6 Designación.

Se mencionará en el orden sucesivo las siguientes características:

- Longitud total en metros.
- Carga de trabajo en daN.
- Coeficiente de seguridad.
- Diámetros en la cima y en la base expresados en milímetros.

B.4 Métodos de ensayo.

B.4.1 Inspección visual.

Comprende la verificación del estado general de los postes y la uniformidad del acabado superficial.

B.4.2 Verificación de dimensiones.

Incluye la determinación de la longitud total y la determinación de los diámetros de cada sección.

B.4.3 Ensayo de carga de trabajo.

Este ensayo se realizará sobre todos los postes que hayan cumplido con las condiciones establecidas en los ensayos anteriores.

B.4.4 Ensayo de carga de rotura.

Se realizará sobre la mitad de los postes (con un mínimo de 2) que hayan cumplido satisfactoriamente con el ensayo de carga de trabajo.

B.5 Procedimientos.

B.5.1 Edad del poste.

Los postes elaborados con concreto de cemento Portland se deberán ensayar a los 28 días de edad como mínimo.

B.5.2 Empotramiento.

El empotramiento del poste deberá ser como mínimo el 10% de su longitud total más 50 cm.

B.5.3 Carga.

La aplicación de la carga se efectuará a los 15 cm por debajo de la cima o extremo superior.

B.5.4 Ensayo de carga de trabajo y determinación de flecha.

El poste es sometido a una carga progresiva aplicada en dirección normal al eje de la pieza y se registrarán las flechas correspondientes a incremento del 10 % de la carga nominal de rotura para cada clase de poste, hasta llegar por ciclos sucesivos al 50 % de dicha carga.

B.5.5 Determinación de la deformación permanente.

Se reduce gradualmente la carga hasta cero y se someterá el poste a una serie de oscilaciones, ejecutadas manualmente, con no más de 15 cm de amplitud a cada lado del eje del poste deformado para vencer los esfuerzos que actúan en los apoyos deslizantes.

B.5.6 Ensayo de carga de rotura.

Se somete el poste a una carga progresiva aplicada en dirección normal al eje de la pieza hasta alcanzar el 60% de la carga nominal de rotura y se continúa aplicando dicha carga en incrementos del 5% hasta que ocurra la falla del poste. Se miden las flechas después de haber mantenido cada incremento de carga por lo menos 2 minutos.

C Molienda del concreto reciclado.

Molienda del concreto reciclado.



Figura 7. Concreto reciclado saliendo del tambor de máquina trituradora de la planta de procesamiento de Piedra Azul SAC.

Fuente: Elaboración propia.

Para conseguir una adecuada distribución granulométrica del material resultante de la trituración del material recuperado, se optó por seguir el proceso de trituración de rocas de origen natural. Se procedió al traslado del material hasta las instalaciones de la empresa Piedra Azul SAC para repetir el proceso utilizado para la obtención de piedra chancada $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ ". Cuidando repetir el proceso fidedignamente y así tener un material que reúna características de textura y gradación semejante a la piedra chancada de $\frac{1}{2}$ " – $\frac{3}{4}$ ". Producto de la molienda del concreto reciclado se obtuvo agregado fino reciclado y agregado grueso reciclado, que posteriormente se estudiaron por separado para definir sus características físicas y mecánicas.

C.1 Proporciones

Para poder incorporar este material dentro del diseño de mezcla, se procedió a tamizar el concreto reciclado triturado por la malla N° 4 (4.75 mm) para así obtener agregado fino reciclado y agregado grueso reciclado que corresponde al material que pasa y que es retenido por la malla N° 4 respectivamente. Para la incorporación en los diseños de mezclas ha tomado conveniente utilizar proporciones de agregados reciclado en el orden del 80%, 60%, 40% y 20% en relación a los agregados fino natural y grueso natural, correspondientemente

dentro del diseño de mezcla y luego estudiar el comportamiento del concreto correspondiente a cada diseño de mezcla.

1.3.3 Diseños de mezclas de concreto de altas resistencias.

1.3.3.1 Generalidades del concreto de alta resistencia.

La tecnología del concreto hoy en día ya no es una ciencia joven, y ha sufrido una revolución en su desarrollo a partir de la década de los años 80, hoy en día es muy sencillo lograr concretos especiales con ayuda de los numerosos productos de adición al concreto que se encuentran en el mercado, sin embargo, el camino a la optimización del proceso de obtención de estos concretos es aún desconocido en muchos de criterios básicos de composición, dosificación y elaboración. Los concretos de alto desempeño (CAD) o de alto performance (High Performance Concrete) son hoy en día, los que han alcanzado un mayor grado de optimización dado sus usos especiales; sus características mejoradas de resistencia y durabilidad son conocidas, siendo su uso una alternativa real en la construcción de diversas estructuras con requerimientos especiales.

1.3.3.2 Materiales que componen el diseño de mezcla.

A Generalidades.

La adecuada selección de los materiales para la producción de concretos de alto desempeño es más exigente que para concretos convencionales, un adecuado control de calidad de estos debe llevarse a cabo, debiendo cumplir estos todos los requerimientos y especificaciones. Actualmente el concreto ha sido definido como un sistema de 5 componentes: cemento, agregados, agua, aditivos y adiciones, esta definición de un concreto se ajusta perfectamente a los requerimientos de los concretos de alto desempeño, todas las propiedades del concreto estarán basadas en las variaciones del tipo y cantidad de estos materiales.

B Cemento Portland.

La elección del tipo de cemento Pórtland a usarse es muy importante para los concretos de alto desempeño, estos deben cumplir con las normas como la ASTM C 150 o C 595, por ser el cemento el componente más activo del concreto, y teniendo en cuenta que todas las propiedades del concreto dependen de la cantidad y tipo de cemento a usarse es que la selección del tipo a usarse y una adecuada dosificación son muy importantes

B.1 Tipos de cemento Portland.

B.1.1 Tipo I.

Se lo conoce como cemento Portland ordinario, que es el de mayor utilización en el mercado. Se lo utiliza en hormigones normales que no estarán expuestos a sulfatos en el ambiente, en el suelo o en el agua del subsuelo. Fabricado con finura de 280 m²/kg mínimo.

B.1.2 Tipo II.

Son cementos con propiedades modificadas para cumplir propósitos especiales, como cementos antibacteriana les que pueden usarse en piscinas; cementos hidrófobos que se deterioran muy poco en contacto con sustancias agresivas líquidas; cementos de albañilería que se los emplea en la colocación de mampostería; cementos impermeabilizantes que se los utiliza en elementos estructurales en que se desea evitar las filtraciones de agua u otros fluidos, etc.

B.1.3 Tipo III.

Son los cementos de fraguado rápido, que suelen utilizarse en obras de concreto que están en contacto con flujos de agua durante su construcción o en obras que pueden inestabilizarse rápidamente durante la construcción. Además, es empleado cuando se requiera una alta resistencia inicial, produce un elevado calor de hidratación o en construcciones a baja temperaturas. Desarrolla su resistencia rápidamente, debido a su mayor contenido de C₃S (hasta 70%) y a su mayor finura (325 m²/kg mínimo).

B.1.4 Tipo IV.

Son los cementos de fraguado lento, que producen poco calor de hidratación. Se los emplea en obras que contienen grandes volúmenes continuos de hormigón como las presas, permitiendo controlar el calor emitido durante el proceso de fraguado. Empleado cuando se necesite un bajo calor de hidratación, además de evitar dilataciones durante el fraguado. Debido al contenido más bajo de C_3S y C_3A , hay un desarrollo de resistencia más lento que el cemento Pórtland ordinario, aunque la resistencia final no es afectada. La finura no debe ser menor de $320 \text{ m}^2/\text{kg}$ para asegurar un índice suficiente de aumento de resistencia.

B.1.5 Tipo V.

Son cementos resistentes a los sulfatos que pueden estar presentes en los agregados del hormigón o en el propio medio ambiente. La presencia de sulfatos junto con otros tipos de cementos provoca la desintegración progresiva del hormigón y la destrucción de la estructura interna del material compuesto. Este cemento tiene un bajo contenido de C_3A , para evitar el ataque de sulfatos desde el exterior del concreto.

B.2 Componentes principales del cemento.

Se entiende como componentes a los minerales u óxidos aportados por la materia prima, reaccionan entre sí en el horno y forman productos más complejos; denominados compuesto primarios y secundarios; estos fueron establecidos por primera vez por Le Chatelier (1852) y son los que definen el comportamiento del cemento hidratado. Estos compuestos, en forma de óxidos, son básicamente cuatro.

Tabla 11

Composición de la materia prima del cemento.

Componente químico	Origen	Porcentaje	Representación
Óxido de calcio (CaO)	Rocas calizas	60% al 67%	
Óxido de sílice (SiO_2)	Areniscas	17% al 25%	
Óxido de aluminio (Al_2O_3)	Arcillas	3% al 8%	95%
Óxido de hierro (Fe_2O_3)	Arcillas, minerales de hierro, pirita	0.5% al 6%	
Óxido de magnesio, sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo y manganeso.	Minerales varios	—	5%

Fuente: (López Rivva, 2000) - "Naturaleza y materiales del concreto".

B.3 Propiedades mecánicas y físicas de los cementos.

El conocimiento del significado de las principales propiedades físicas y mecánicas del cemento Pórtland será provechoso para interpretar los resultados de las pruebas con el cemento, además permiten otros aspectos de su bondad como material cementante.

B.3.1 Peso específico (NTP 334.005).

Normalmente está comprendido entre 3.00 a 3.20. No es indicativo de calidad de este, básicamente usado en la relación con el control y diseño de mezcla. Cuando el cemento contiene adiciones minerales que lo convierten en un cemento combinado, con una densidad menor a la del Clinker puro, los valores indicados descienden notablemente, del orden de 2.97 para los cementos Tipo IP y IPM. Es por su menor peso específico que los cementos Pórtland adicionados proporcionan una mayor cantidad de pasta para un mismo peso de cemento, esto mejora la característica de trabajabilidad de los concretos elaborados con estos cementos.

B.3.2 Consistencia normal (NTP 334.006).

La cantidad de agua que se requiera para obtener una pasta de consistencia normal; se expresa como porcentaje en el peso del cemento utilizado. El conocimiento de esta propiedad es la base para la determinación del tiempo de fraguado de los cementos.

B.3.3 Tiempo de fraguado (NTP 334.006).

Este es el término utilizado para describir la rigidez de la pasta del cemento, aun cuando la definición de rigidez de la pasta puede considerarse un poco arbitraria. En términos generales el fraguado se refiere a un cambio del estado fluido al estado rígido. Aunque durante el fraguado la pasta adquiere cierta resistencia, para efectos prácticos es conveniente distinguir el fraguado del endurecimiento, pues este último término se refiere al incremento de resistencia de una pasta de cemento fraguada. El proceso de fraguado va acompañado de cambios de temperatura en la pasta del cemento: el fraguado inicial corresponde a un rápido aumento en temperatura y el final, al máximo de temperatura. En este momento también se produce una fuerte caída en la conductividad eléctrica, por lo que se han realizado algunos intentos de medir el fraguado por medios eléctricos.

La velocidad de fraguado se mide a partir del amasado, mediante la aguja de Vicat. El cemento de resistencia muy alta se inicia pasado 45 minutos, mientras que el de resistencia alta, media y baja, se inicia pasados 60, aunque todos ellos finalizan antes de 12 horas. El fraguado es más corto y rápido en su comienzo a mayor finura del cemento. La presencia de materia orgánica retrasa el fraguado y puede llegar a inhibirlo. A menor cantidad de agua, así como a mayor sequedad del aire ambiente, corresponde un fraguado más corto.

B.3.4 Ensayo en autoclave para determinar la estabilidad de volumen (NTP 334.004.2008).

Los ensayos mediante las agujas de Chatelier, tienen por objeto medir el riesgo de expansión tardía que puede tener un cemento fraguado, debido a la hidratación del óxido de calcio y/o óxido de magnesio libres. No debe ser superior a 10 milímetros.

B.3.5 Calor de hidratación (NTP 334.064).

Es el generado cuando reacción el cemento y el agua., denominándose calor de hidratación a la cantidad de calor en calorías por gramo de cemento. Este calor de hidratación depende principalmente de la composición química del cemento; y es afectado por la finura y temperatura de curado, así como por la composición química. En algunas estructuras, como aquellas de gran masa, la rapidez y la cantidad de calor generado son importantes. Si no se disipa este calor rápidamente, puede ocurrir una importante elevación de temperatura en el concreto y puede estar acompañada de dilatación térmica. El enfriamiento posterior del concreto endurecido a la temperatura ambiente puede crear esfuerzos perjudiciales.

B.3.6 Resistencia a la compresión (NTP 334.051).

La resistencia a la compresión del cemento Portland, según lo especifican la ASTM, Normas NTP y otras, es la obtenida en pruebas cubos estándar de 2 pulgadas de arista. Las resistencias a las diferentes edades son indicadores de las características del cemento para adquirir resistencia, pero no pueden usarse para predecir las resistencias del concreto con precisión a causa de las muchas variables que intervienen en las mezclas del concreto.

B.3.7 Estabilidad de volumen (NTP 334.054).

La determinación de variaciones nos indica la capacidad del cambio de volumen los elementos estructurales previéndole entonces la posibilidad de agrietamientos o descascaramientos cuando estos cambios son importantes. Este cambio de volumen depende de factores tales como la humedad relativa del ambiente, de la constitución de la pasta, del tipo de cemento.

B.3.8 Determinación de la finura expresada por la superficie específica (Blaine) (NTP 334.002:2003).

Está ligada al valor hidráulico del cemento, ya que influye en la velocidad de las reacciones químicas de fraguado y endurecimiento. Si el cemento posee una finura excesiva, su retracción y calor de fraguado son muy altos (por lo que en general resulta perjudicial), pero la resistencia mecánica aumenta con la finura. Para la determinación de la finura se utiliza el método de la superficie específica de Blaine, (más conocido) la cual está comprendida entre 2.500 y 4.000 cm²/g. Y los métodos de tamizado en seco y tamizado húmedo. Resistencias mecánicas. Se realizan pruebas de probetas de cemento, las cuales se rompen primero por flexo-tracción con carga centrada y luego por compresión, realizándose estas a los 2, 7 y 28 días.

B.3.9 Contenido de aire (NTP 334.048:2003)

La presencia de cantidades excesivas de aire en el cemento puede ser un factor que contribuya a la disminución de la resistencia de los concretos preparados con este. El ensayo de contenido de aire da un índice indirecto de la fineza y grado de molienda del cemento.

B.4 Cemento Pacasmayo Portland Tipo I.

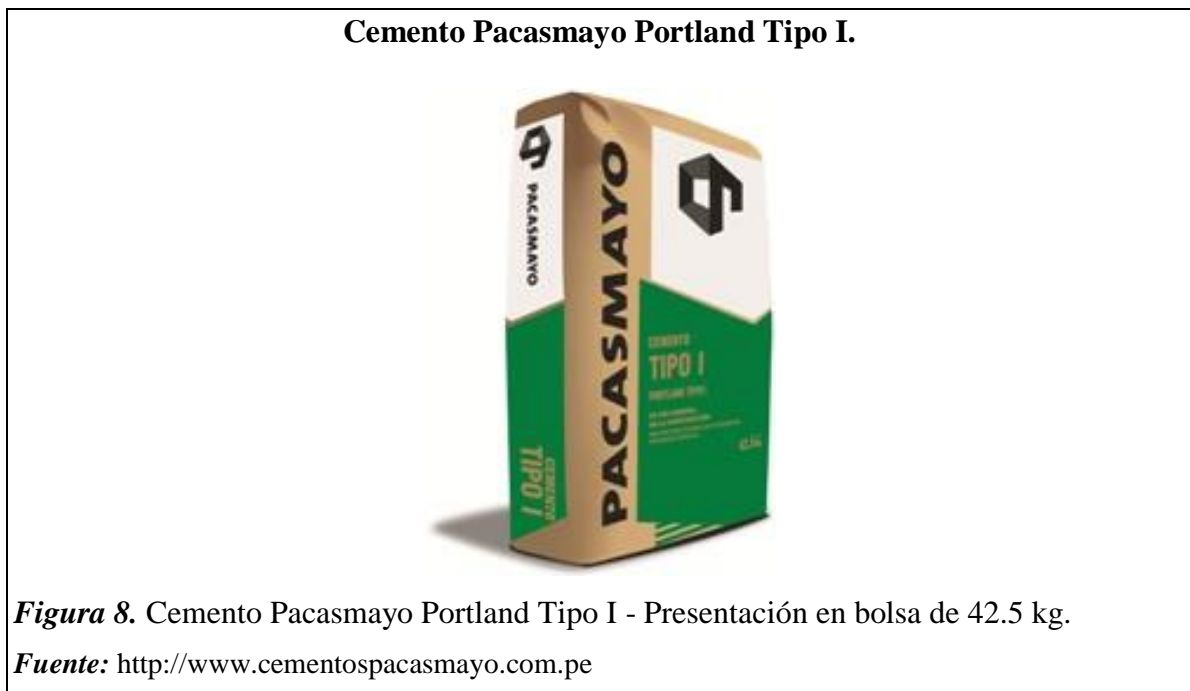
De uso general en la construcción, para emplearse en obras que no requieran propiedades especiales.

B.4.1 Descripción.

El cemento Tipo I es un cemento de uso general en la construcción que cumple con los requisitos de las normas técnicas NTP 334.009 y ASTM C 150. Se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de Clinker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado.

B.4.2 Presentación.

Bolsa de 42.50 kg (3 pliegos).



B.4.3 Aplicaciones.

De uso tradicional en la construcción, para emplearse en obras que no requieran propiedades especiales de ningún tipo:

- Obras de concreto y de concreto armado en general.
- Para estructuras que requieren rápido desencofrado.
- Concreto en clima frío.
- Prefabricados.
- Pavimentos y cimentaciones.

C Agregados.

Si bien los agregados son los componentes inertes del concreto, su influencia en las características del concreto es notable; sin embargo, durante varios años su estudio fue descuidado, debido principalmente, al bajo costo comparativo con el costo del cemento, además de los bajos requerimientos de resistencia, en los cuales los agregados no tienen gran influencia, hoy en día se conoce la influencia del agregado en las propiedades del concreto tanto en estado fresco y endurecido. En los concretos de alto desempeño los agregados deben cumplir las normas como la ASTM C 33, caso contrario se deberá comprobar su eficiencia en el concreto. Es recomendable que, en una obra, todas las mezclas empleen los mismos agregados. Según la norma NTP 400.011, se define como agregado al conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta Norma.

C.1 Especificaciones que deben cumplir los agregados.

Las propiedades del agregado pueden afectar enormemente la durabilidad y desempeño del concreto. Por tanto, es necesario conocer ciertas limitaciones que deben cumplir los agregados para ser usados en la fabricación de concreto.

Respecto a los requerimientos, las partículas deben ser limpias, de perfil preferentemente angular, duras compactas y resistentes. Los agregados, de los cuales no se tengan registro sobre su buen comportamiento, deberán probarse para ver, si cumplen con los requisitos mínimos establecidos en las Normas para ser aceptados.

C.2 Clasificación del agregado.

Las clasificaciones que se describe no necesariamente son únicas si no responden a la necesidad de establecer un orden:

C.2.1 Clasificación según su procedencia.

C.2.1.1 Agregado natural.

Es el agregado formado por los procesos geológicos naturales y que son extraídos, seleccionados y procesados para optimizar su empleo en la producción de concretos. Se

pueden encontrar en diferentes ambientes de sedimentación, existiendo por tanto un abanico de opciones bastante amplio para su obtención: eluviales, coluviales, abanicos aluviales, eólicos, playeros. En cuanto a su composición suele ser silíceo además con presencia en ciertos casos de componentes calcáreos.

Para el uso en mezclas de concreto, el agregado requiere un tratamiento que incluye el lavado y la clasificación.

C.2.1.2 Agregado triturado.

Cuando no hay disponibilidad de agregados naturales, se acude a los agregados triturados que se obtienen en canteras, normalmente mediante voladuras, y que posteriormente, deben ser dimensionados de forma adecuada mediante trituración.

C.2.1.3 Agregado artificial.

Se obtienen como sub producto de diferentes procesos industriales, como son las escorias siderúrgicas, cenizas volantes de las centrales térmicas, estériles mineros. Las escorias siderúrgicas se emplean con buen resultado en la construcción de carreteras, incluso para el aglomerado bituminoso de la capa de rodadura. Las cenizas de combustión pulverizadas o cenizas volantes, formados por un polvo fino de silicatos de aluminio, es un componente utilizado en la producción de bloques de construcción ligeros. En cuanto a los estériles mineros, sus diferentes tipos (estériles de la explotación directa o los que se generan en la planta de tratamiento) presentan muy diferentes aplicaciones. Así, los estériles procedentes de las labores de preparación, tanto en minería interior o de superficie, puede considerarse como una fuente importante de agregados, sobre todo para su utilización como materia prima. Los residuos que se producen en las plantas de tratamiento del mineral son, generalmente de tamaño fino, sobre todo en la fase de concentración, por lo que pueden ser utilizados, como ocurre con los finos del carbón, como base para la obtención de áridos ligeros artificiales.

C.2.1.4 Agregado reciclado.

Definido en la NTP 400.037 como aquel agregado procedente del tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción. Estos agregados son los que se generan con la demolición de estructuras previas: edificios, pavimentos antiguos. Este tipo de agregados debido a la gran cantidad de desechos que se producen está recibiendo un notable interés, pero aun es más futuro que presente, aunque su participación necesariamente irá en aumento debido a una legislación medioambiental cada vez más severa.

C.2.2 Clasificación por su gradación.

La gradación es la distribución volumétrica de las partículas. Se ha establecido convencionalmente la clasificación entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) en función de las partículas mayores y de las menores de 4.75 mm (malla estándar ASTM No 4).

C.2.2.1 Agregado grueso.

La NTP 400.037 define como agregado grueso, aquel retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4), proveniente de la desintegración natural o artificial de la roca, y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037. La granulometría seleccionada será preferentemente continua, no deberá tener más del 5% retenido en la malla 1.1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4". El tamaño máximo nominal, el cual es aquella malla que tiene el primer retenido, no deberá ser mayor de: Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrado; o un tercio del peralte de la losa; o tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras, torones o duetos de pre esfuerzo.

C.2.2.2 Agregado fino.

La NTP 400.037 define como agregado fino aquel proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037. La NTP 400.037 define como agregado fino aquel proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.

C.2.2.3 Agregado global.

Es una mezcla de agregado fino y agregado grueso, normalizado por una granulometría. Deberá cumplir también la mayoría de las exigencias tanto para agregado fino como grueso.

C.2.3 Clasificación por su densidad.

Entendiendo la densidad como su gravedad específica (G_e), es decir el peso entre el volumen de sólidos referido a la densidad del agua, se acostumbra a clasificarlos en:

- Normales con $2.50 \leq G_e \leq 2.75$
- Ligeros con $G_e < 2.5$
- Pesados con $G_e > 2.75$

Cada uno marca comportamientos diversos en relación al concreto.

C.3 Características físicas del agregado.

Para la determinación de ciertas características necesarias para los diseños de mezcla, se efectúan diversos ensayos de laboratorio. Es importante tener claros los conceptos y sus expresiones numéricas:

C.3.1 Granulometría del agregado (Norma NTP 400.012).

El proceso para dividir una muestra de agregado en partes de igual tamaño de partícula se conoce como análisis granulométrico. Con este procedimiento se busca averiguar la distribución del agregado, con relación a los diferentes diámetros de sus partículas. Los tamices estándar usados para determinar la gradación de los agregados son: 1%", 1", "%", "%", 3/8", "%", N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100. Se considera que las granulometrías continuas son las más satisfactorias. Pero es posible obtener concretos de calidad empleando agregados con granulometrías discontinuas. El agregado que no cumpla con los requisitos establecidos en la NTP podrá ser usado si comparando con un concreto patrón demuestra un registro de servicio satisfactorio.

C.3.1.1 Módulo de finura

El módulo de finura es un factor empírico; determina que cuanto mayor sea el módulo de finura, más grueso es el agregado y menor la demanda de agua por área superficial. En general se recomienda, que el agregado fino, tenga un valor que se encuentre entre los límites de 2.3 y 3.1.

C.3.2 Superficie específica (Norma NTP 400.012).

Es un índice de cuanto cemento se necesita para cubrir el área total del agregado que se esté usando. Al usar un agregado fino se incrementa la superficie específica, aumentando la cantidad de cemento que se utilizara para cubrir las partículas finas.

C.3.3 Peso unitario (Norma NTP 400.017).

Se define como peso unitario el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Está influenciado por su gravedad específica, su granulometría, su perfil y textura superficial, humedad y grado de compactación.

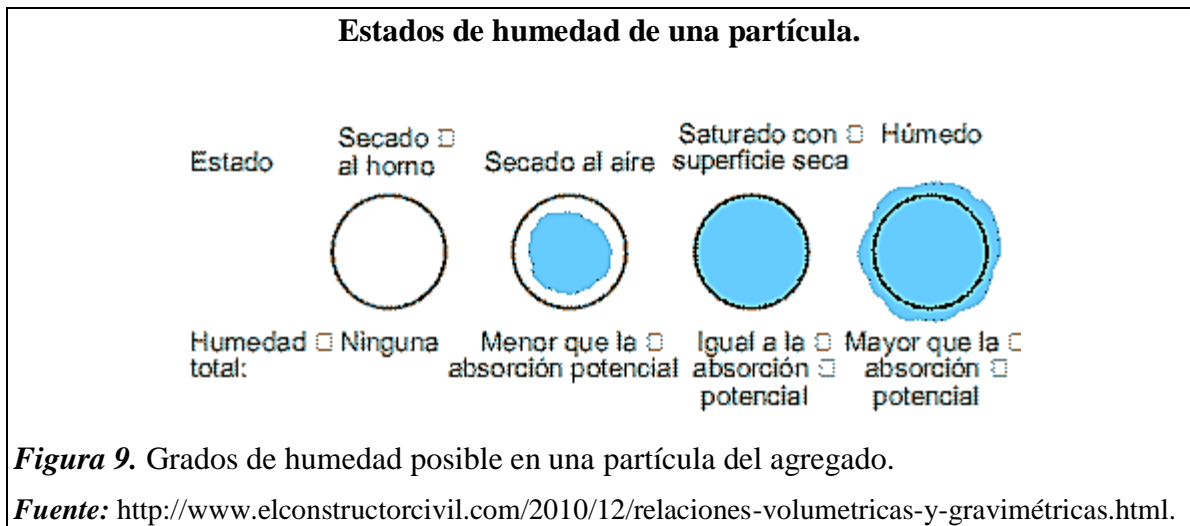
Cuanto más alto la gravedad específica del agregado mayor será su peso unitario. Así mismo los agregados redondeados con texturas suavizadas, tiene mayor peso unitario que aquellas partículas de perfil angular y textura rugosa.

El peso unitario de los agregados varía entre los 1500 y 1700 kg/m³. La Norma NTP, admite dos tipos de pesos unitarios:

- Peso unitario suelto, también denominado peso volumétrico unitario, porque se trata del volumen ocupado por el agregado y los huecos. Se determina según la siguiente relación:
- Peso unitario compactado, a diferencia del peso unitario suelto, el peso unitario compactado establece que el peso del material debe tener un cierto grado de compactación.

C.3.4 Contenido de humedad (Norma NTP 339.185).

Los agregados presentan poros internos y son accesibles al agua o humedad externa, diferenciándose de aquellos poros cerrados. Por tanto, un agregado puede presentar humedad. Entonces se entiende por contenido de humedad a la cantidad de agua que contiene el agregado en su estado natural.



C.3.5 Peso específico (Norma NTP 400.022).

El peso específico de un agregado es la relación de su peso al peso de un volumen igual de agua. Se usa en los cálculos para el control y diseño de mezcla. Es también indicador de la calidad del agregado, pero no determinante.

Si el peso específico es bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles y en caso de tener un peso específico alto corresponde a agregados densos de buena calidad.

C.3.6 Porcentaje de absorción (Norma NTP 400.021 y NTP 400.022).

La absorción es la propiedad que tienen los agregados de incorporar agua a su estructura interna, teniendo como consecuencia un aumento de peso. Está representada por el porcentaje de agua que le es necesaria para llegar a la condición de saturada superficialmente seca (condición de equilibrio).

La absorción de los agregados debe determinarse, de manera que la proporción de agua en el concreto puede controlarse y se pueden determinar los pesos correctos de la mezcla.

C.3.7 Cantidad de material que pasa la malla No 200. (Norma NTP 400.018).

Suele constituirse por arcilla y limos. Se sabe que un moderado porcentaje de finos mejora la trabajabilidad de la mezcla, pero un exceso de este material reduce la resistencia del concreto debido a que aumenta la superficie que debe recubrir el cemento.

Las Norma NTP 400.037 recomienda que el contenido de material fino que pasa la malla N° 200 no deba excederse del 3% para casos en que el concreto va a ser usado en procesos abrasivos. Mientras que en otro tipo de concretos el contenido de finos pueden incrementarse hasta un 5%.

Para agregados gruesos el máximo permisible es de 1%, y se acepta hasta un máximo de 1.5% cuando el agregado grueso es triturado.

C.4 Características geométricas y morfológicas (Norma NTP 400.011).

La forma y textura de las partículas del agregado influyen en las propiedades del concreto. Existe un efecto de anclaje mecánico que resulta más o menos favorable en relación con el tamaño, la forma, la textura superficial y el acomodo entre ellas.

Por otro, se producen fenómenos de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, condicionados también por estos factores, que redundan en el comportamiento resistente y en la durabilidad del concreto.

C.4.1 Textura.

Representa que tan lisa o rugosa es la superficie del agregado. Es una característica ligada a la absorción, pues agregado muy rugosos tiene mayor absorción que los lisos. Además, que producen concretos menos plásticos pues se incrementan la fricción entre partículas dificultándolos el desplazamiento de la masa.

C.4.2 Forma.

Por su naturaleza los agregados tienen unas formas irregularmente geométricas compuestas por combinaciones aleatorias de caras redondeadas y angulosidades. En términos meramente descriptivos, la forma de los agregados se define en:

- Angular: poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- Sub angular: evidencia de algo de desgaste en caras y bordes.
- Sub redondeada: considerable desgaste en caras y bordes.
- Redondeada: Bordes casi eliminados.
- Muy redondeadas: Sin caras ni bordes.

C.5 Agregados usados en esta investigación.

Las muestras de agregados se obtuvieron de la cantera artificial (distribuidora) “Agregados Gamarra” ubicado en la Carretera Pimentel Km 3.5 frente a la Universidad César Vallejo. El lugar de procedencia (punto de extracción – cantera natural) de las muestras de agregados y las cantidades adquiridas se detallan a continuación:

Tabla 12

Procedencia de muestras de los agregados usados.

Muestra	Cantera natural	Cantidad
Arena gruesa	La Victoria – Pátapo	2.00 m ³
Piedra chanda de ¾”	Tres Tomas – Ferreñafe	3.00 m ³

Fuente: Elaboración propia.

Vista satelital de las canteras naturales de origen de los agregados.

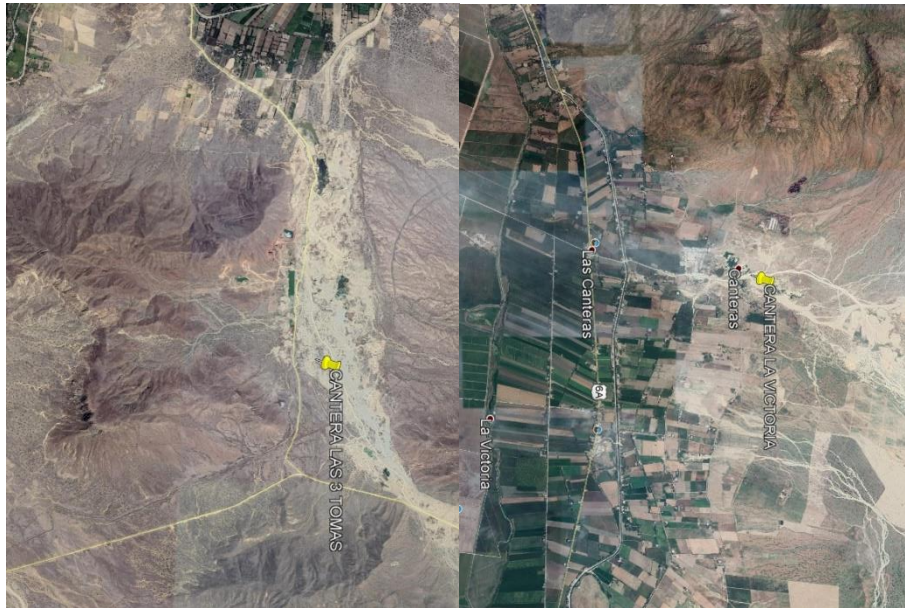


Figura 10. Vista satelital de las canteras de origen de los agregados fino y grueso respectivamente.

Fuente: Google Earth.

D Agua.

Es una sustancia esencial para todo tipo de vida y actividad humana. Su uso se ha extendido en gran magnitud, tal que todas las industrias hacen uso de ella de manera directa o indirecta. Por tanto, la industria de la construcción no es ajena y emplea este elemento durante la elaboración del concreto, de dos formas: como agua para el proceso de mezcla e hidratación y como agua para el proceso de curado.

D.1 Agua para mezcla.

En muchas especificaciones, la calidad del agua se considera en una cláusula que establece que esta debe ser apta para beber. Esta agua muy rara vez contendrá sólidos disueltos por sobre las 2000 ppm y por lo general 1 000 ppm para una relación agua/cemento de 0.5 por masa, el segundo contenido corresponde a una cantidad de sólidos igual a 0.05% de la masa de cemento; así cualquier efecto de los sólidos comunes (considerados como agregado) sería pequeño. Si el contenido de sedimentos es mayor de 2000 ppm, puede reducirse permitiendo que el agua permanezca en un depósito para que se asiente. También el agua empleada para

lavar las mezcladoras es satisfactoria para mezcla debido a que los sólidos que contienen son ingredientes adecuados para el concreto, a condición de que haya sido adecuada desde el principio. La Norma ASTM C 94-83 permite el uso de agua de lavado, pero, desde luego, los cementos y aditivos diferentes para mezcla no deben revolverse. El criterio de potabilidad de agua no es absoluto: el agua para beber debe ser adecuada para mezcla cuando tenga concentración alta de sodio o potasio, por el peligro de una reacción álcali-agregado.

El agua potable es por lo general segura, pero también la no potable suele ser adecuada para elaborar mortero. Como regla, cualquier agua con un pH de 6.0 a 8.0, que no sepa salada o salobre es útil; el color oscuro o un cierto olor no indican necesariamente la presencia de sustancias deletéreas. Las aguas naturales ligeramente acidas son inofensivas, pero las que contengan ácido húmico u otros ácidos orgánicos pueden afectar negativamente el endurecimiento del concreto; estas aguas, así como las muy alcalinas, deben ser probadas previamente. El agua de mezcla 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 espacios para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla del concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

El siguiente cuadro muestra los valores permisibles para el agua de mezcla o curado.

Tabla 13

Límites permisibles de la calidad del agua para su uso en mezclas y curado.

Descripción	Límite máximo permisible
Sólidos en suspensión	5000 p.p.m.
Materia orgánica	3 p.p.m.
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 p.p.m.
Sulfatos (Ion SO ₄)	600 p.p.m.
Cloruros (Ion Cl)	1000 p.p.m.
PH	de 5 a 8

Fuente: NTP 339.088.

D.2 Agua para curado.

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, sin embargo, el hierro y la materia orgánica pueden ocasionar

manchas especialmente si el agua fluye lentamente sobre el concreto y se evapora con rapidez. En algunos casos la decoloración es insignificante y cualquier agua adecuada para mezcla, incluso de calidad ligeramente menor, es adecuada para curado, es esencial que esté libre de sustancias que ataquen al concreto endurecido, por ejemplo, el CO₂ libre. El fluir de agua pura proveniente del deshielo o de condensación, con poco CO₂ disuelve el Ca (OH)₂ y provoca erosión de la superficie.

No obstante, lo mencionado, el agua para curado permanece relativamente poco tiempo en contacto con el concreto por lo que las limitaciones pueden ser menos exigentes que el agua para mezcla, pudiendo aceptarse reducirlas a la mitad en la mayoría de los casos.

E Aditivos.

1.3.3.3 Criterios para el diseño de mezcla.

Si bien es cierto que las proporciones de los agregados en la mezcla del diseño esta regidos mediante pasos o procedimientos. Estos pierden su esencia si no se define criterios previos. La primera consideración que se debe tener en cuenta para cualquier diseño es establecer en que elemento constructivo será utilizado la mezcla. Conocer esto permitirá saber las dificultades que tendrá a la hora de colocar y compactar la mezcla, y esto está directamente relacionado con la consistencia de la mezcla.

La segunda consideración, tiene que ver con las condiciones de trabajo del elemento constructivo, es decir que cargas o esfuerzos será sometido durante su vida útil, por consiguiente, a partir de esta información se puede establecer la resistencia que debe tener. La última consideración contempla las condiciones ambientales que será sometido. El diseño debe contemplar las variaciones de temperatura, los procesos abrasivos, los desgastes productos por contacto con medios agresivos, y otros.

De esta información se puede determinar parámetros como el contenido de aire, la inclusión de aditivos. En síntesis, el concreto debe tener propiedades relacionadas con la durabilidad.

Las proporciones de los componentes del concreto en la mezcla, ha sido motivo de permanente investigaciones a fin de obtener un procedimiento mecánico de diseño, lo cual ha derivado a que en la actualidad exista varios métodos de diseños. A continuación, mencionaremos los métodos más conocidos, pero no necesariamente los únicos:

- Método del Comité 211 del ACI.
- Método de Walker.
- Método por la relación agua/cemento.
- Método del módulo de la finura y la combinación de agregados.

Debemos entender que todos los métodos de diseño de mezcla proporcionan una primera aproximación en las proporciones de mezcla, por tanto, todas las consideraciones de diseño usadas deberán ser comprobadas mediante ensayos en estado fresco y endurecido, debiendo ser ajustados si es necesario para producir las características deseadas en el concreto.

1.3.3.4 Selección del método de diseño.

La selección del método de diseño para el presente trabajo es por el método del módulo de la finura y la combinación de agregados.

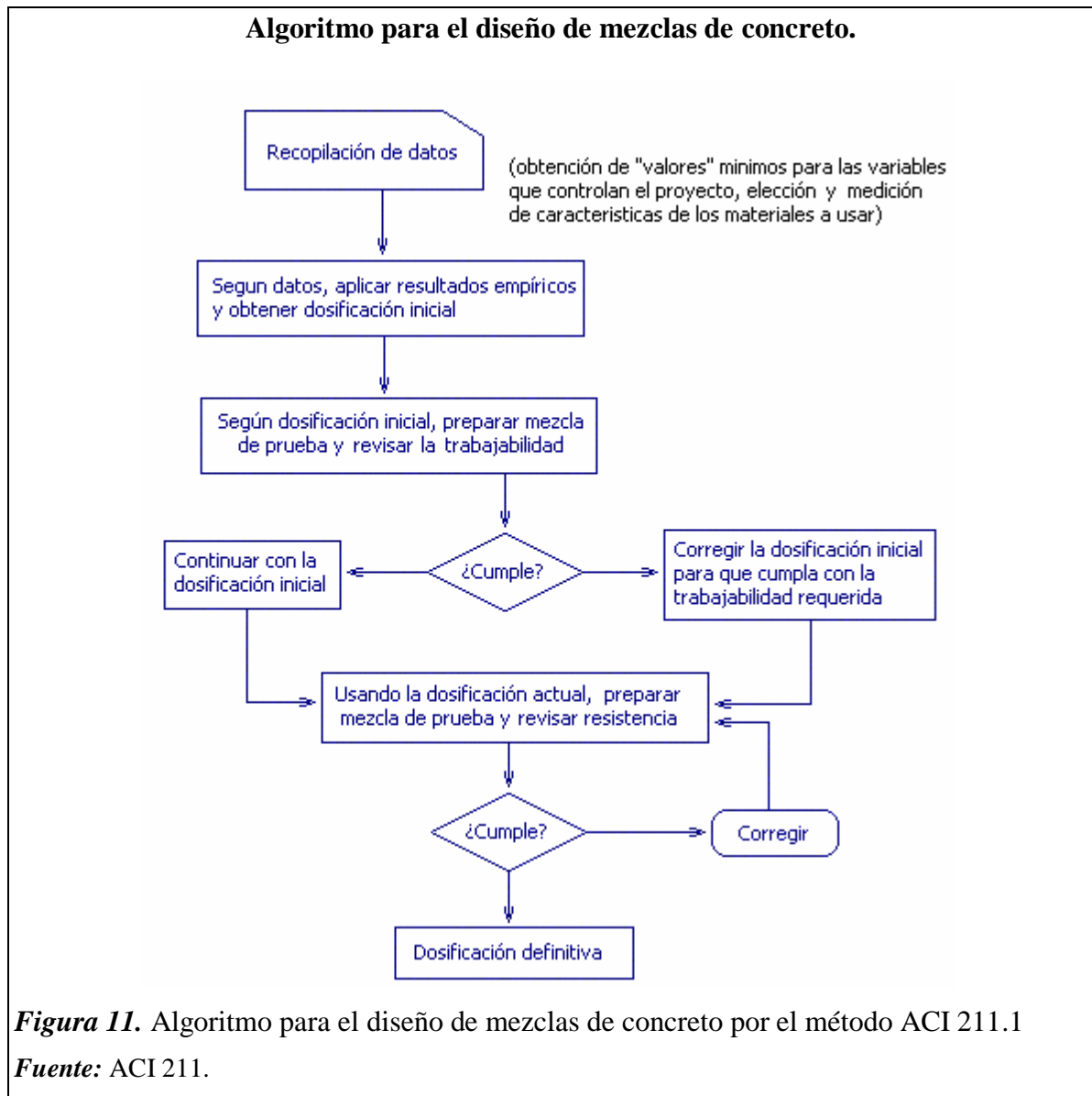
Esta elección se basó en que es el método usado actualmente en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la universidad señor de Sipán.

1.3.3.5 Diseños de mezclas por el Método ACI 211.

A.1 Introducción

El Instituto Americano del Concreto (ACI) presentó, como resultado de extensas investigaciones y fundamentándose en los trabajos experimentales de Abrams, Richard y Talbot, Gold Beck y Gray, un método con resultados aceptables para concretos con dos agregados, de masa unitaria entre los 2,0 Mg/m³ los 2,5 Mg/m³ y con requisitos de resistencia menores a 42 MPa, los cuales son llamados usualmente concretos normales.

La forma más simple de trabajar este método se indica a continuación.



A.2 Datos

Antes de comenzar el proceso de dosificación es fundamental conocer ciertos datos iniciales los cuales se relacionan con:

- La estructura
- Los materiales
- Los registros estadísticos con mezclas similares.

De esta forma se pueden clasificar las variables primordiales para el proyecto. Es fundamental comprobar que los agregados cumplan con las normas NTC 174, el cemento con las NTC 121 y 321, el agua con la NTC 3459, los aditivos con la NTC 1299 y las adiciones con la NTC 3493. En caso de que no las cumplan debe verificarse su efecto final en las mezclas. A continuación, se explican cuáles son los datos necesarios para la aplicación del método, indicando las variables específicas relacionadas con las ecuaciones de diseño.

A.2.1 Condiciones de colocación (Asentamiento)

Tabla 14

Valores de trabajabilidad para diferentes estructuras.

Compactación	Consistencia	Asentamiento	Fluidez	Tipo de estructura
Vibro compactación	Muy rígida	0-10	10-30	Pavimentos para tránsito pesado, con fuerte vibración. Elementos prefabricados Pavimentos con maquina terminadora vibratoria.
Alta vibración	Rígida	20-40	30 – 50	Cimentaciones de concreto masivo, secciones poco reforzadas y vibradas, muros no reforzados. Muros de contención reforzados, cimentaciones, pavimentos compactados
Vibración normal	Plástica	50-90	50 – 70	normalmente, losas, vigas y columnas poco reforzadas Secciones muy reforzadas (vigas, losas, columnas), muros reforzados, concreto a
Baja vibración	Fluida	100-150	70 – 100	colocar en condiciones difíciles. Concreto transportado por bombeo,
Sin vibración	Líquida	>150	>100	concreto autonivelante, no se recomienda vibrarlo.

Fuente: ACI 211.

Se debe definir la trabajabilidad de la mezcla, teniendo en cuenta para ello la formaleta a usar, el método de vibrado, la forma de transporte, la textura final y las necesidades de

bombeo. Medir directamente la trabajabilidad de una mezcla no es fácil por lo que suele correlacionarse con otras características de la mezcla, una de las más usadas es la prueba de asentamiento según la norma NTC 396. permite correlacionar dichas variables.

La mayoría de estas tablas especifican, para un mismo grado de trabajabilidad, rangos demasiado amplios para el asentamiento, esta situación hace un poco dudosa la elección de un valor preciso para el asentamiento.

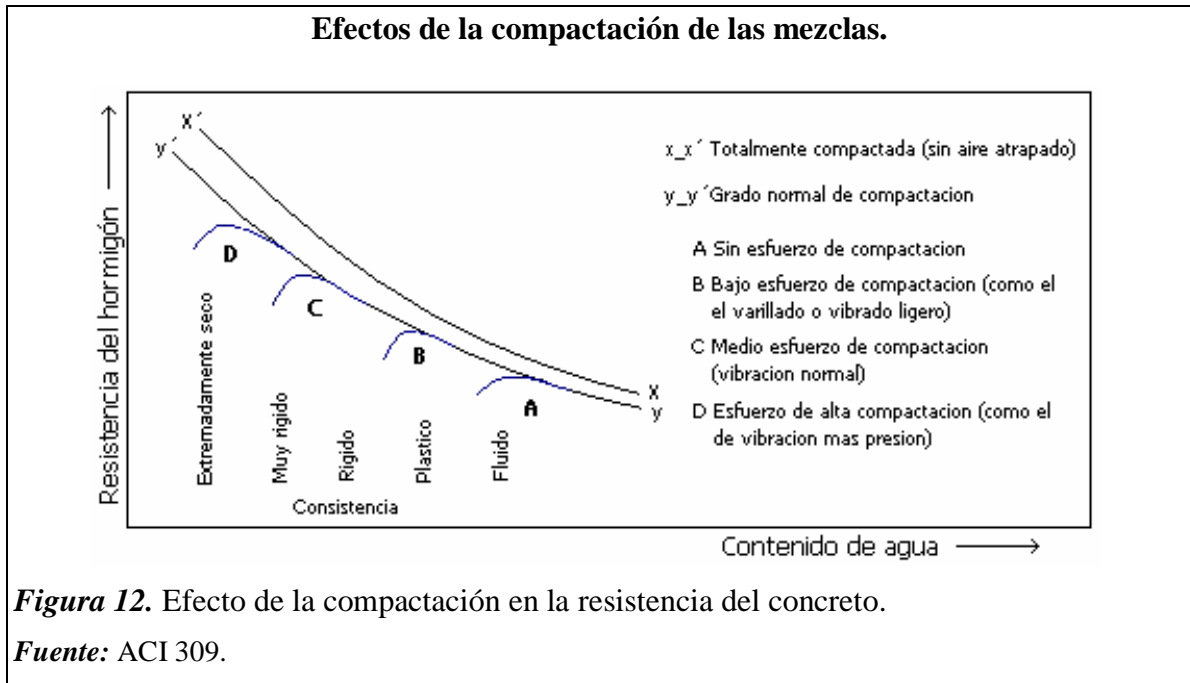


Figura 12. Efecto de la compactación en la resistencia del concreto.

Fuente: ACI 309.

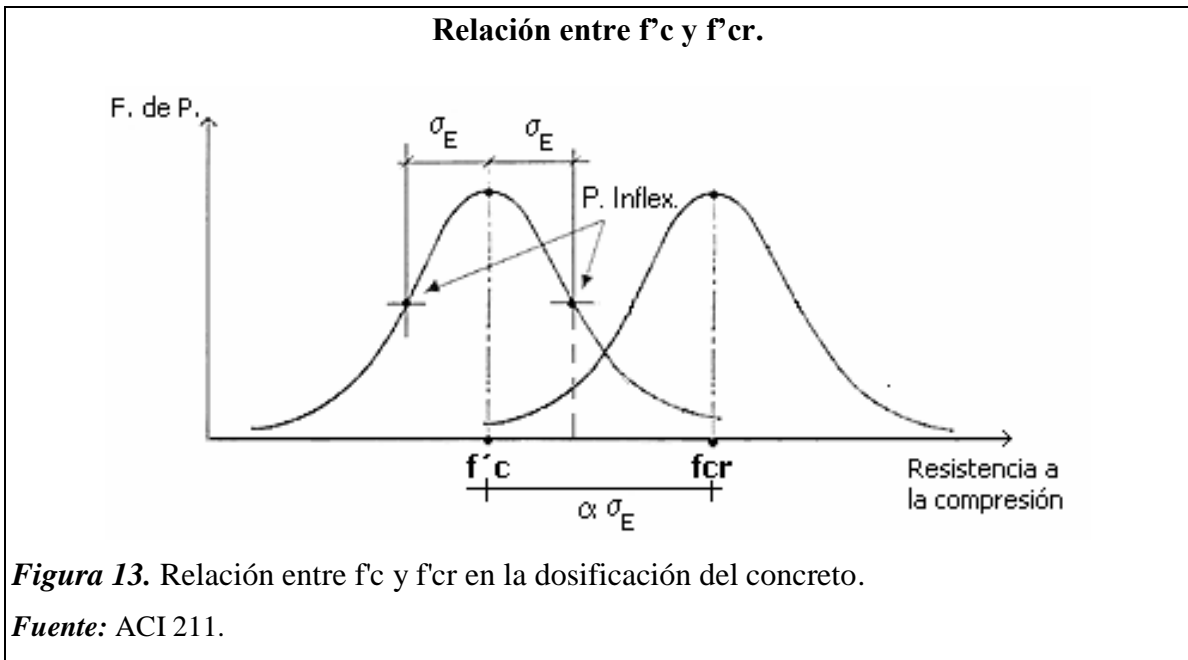
A.2.2 Requisitos de resistencia ($f'c$)

Debe indicarse la resistencia del concreto a compresión ($f'c$) requerida para la estructura. Su valor se encuentra especificado en los planos y memorias estructurales. Por lo general su valor se obtiene mediante ensayos sobre probetas estándar a una edad definida. Es frecuente en nuestro medio especificar en los diseños estructurales resistencias de: 21, 28, 35 y 42 MPa a 28 días.

A.2.3 Experiencia en el diseño de mezclas

Como ya se ha dicho, el obtener un concreto de características aceptables no solo depende de escoger las cantidades adecuadas de cada material, sino también del cuidado que se tenga durante la preparación y el curado de la mezcla. Dicho cuidado está determinado por la

experiencia de quien fabrica la mezcla, dependiendo de esta experiencia es necesario aumentar el $f'c$. Según la NSR-98 un concreto es aceptable si:



- En ensayos individuales el 99% de los resultados de los ensayos a compresión den superiores a $(f'c - 3.5)$ MPa.
- El 99% del promedio de tres ensayos consecutivos de superior a $f'c$. Usando la estadística se halla el valor promedio, $f'cr$, que garantiza el cumplimiento de estas especificaciones. Si se conoce el valor de la desviación estándar (σ_E), el promedio se obtiene usando la distribución normal:

$$f'cr = (f'c - 3.5) + 2.33 \times \sigma_E$$

$$f'cr = f'c + 1.33 \times \sigma_E$$

Ecuación 1. Valor promedio de $f'cr$.

En caso contrario se debe incrementar la resistencia especificada $f'c$ así:

- Si $f'c < 21$ Mpa, entonces $f'cr = f'c + 7.0$,
- Si $21 < f'c < 35$ Mpa, entonces $f'cr = f'c + 8.5$ Mpa
- Si $f'c > 35$ Mpa, entonces $f'cr = 0.10 * f'c + 5.0$ MPa.

A.2.4 Características del ambiente y dimensiones de la estructura (W/C por durabilidad)

La durabilidad del concreto depende en forma directa de las condiciones ambientales a las cuales sea sometida la estructura durante su vida útil y de ciertas características de esta. Experimentalmente se ha podido comprobar que mediante el control de la relación entre las dosificaciones de agua y cemento (relación W/C) pueden alcanzarse las vidas útiles esperadas, por lo cual se han diseñado tablas y criterios que especifican los valores máximos que debe tener dicha relación para que la estructura no sufra desgastes, daños ni deterioros debidos a una baja durabilidad. El control de la relación agua-cemento por durabilidad puede estar especificado por el ingeniero estructural, por normas o por códigos. El ACI 211 recomienda la siguiente tabla:

Tabla 15

Máxima relación Agua-Cemento por durabilidad.

Tipo de estructura	Exposición 1	Exposición 2
Secciones delgadas	0.45	0.40
Otras estructuras	0.50	0.45

Fuente: ACI 211.

- Exposición 1: Exposición a sulfatos o al agua de mar.
- Exposición 2: Continua o frecuentemente húmeda, Sometida a hielo-deshielo.

A.2.5 Características de los materiales

El conocimiento de las propiedades de los constituyentes del concreto representa la etapa experimental previa al estudio de la dosificación. Se deben evaluar las características físicas químicas y mecánicas de los materiales y confrontarlas con las especificadas normativamente. A continuación, se indican las características básicas a conocer haciendo, en algunas de ellas, anotaciones sobre su valor en el diseño y sobre los cálculos que involucran.

A.2.5.1 Cemento.

Densidad (Relación entre la masa sólida del cemento y su volumen sólido ocupado a una temperatura de 21+/- 2°C. Por lo general este valor para los cementos Portland es de 3.15 Mg/m³.

Resistencia del cemento. Esta propiedad define los parámetros k_1 y k_2 necesarios para obtener la relación (W/C) de acuerdo a los requisitos de resistencia especificados para el concreto.

$$f'_{cr} \text{ (MPa)} = \frac{K_1}{(K_2)^{w/c}}$$

Ecuación 2. Relación agua/cemento de acuerdo a la resistencia especificados para el concreto.

Para obtener el valor de la W/C se deben conocer los resultados estadísticos de resistencia a compresión del cemento en cubos estándar a los 28 días. Si por ejemplo la resistencia promedio de un cemento es de 28 MPa con una desviación de 1.2 MPa la resistencia con el 95 % de probabilidades es: $28 - 1.2 \times 1.65 = 26$ MPa.

Tabla 16

Relación entre la resistencia del cemento y las constantes K_1 y K_2 en el concreto.

Resistencia del cemento (Mpa)	K1	K2
< 20	75	14.5
25-30	90	13.0
30-35	110	12.5
35-40	130	11.0
>40	145	10.5

Fuente: ACI 211.

A.2.5.2 Agregado fino:

- Módulo de Finura: Se obtiene del estudio granulométrico del material. Su valor es indicativo del tamaño promedio de las partículas de agregado.
- Densidad en bruto seca: Relación de la masa seca sólida y el volumen en bruto del material. Su valor es un dato para la estimación de la composición de la mezcla.
- Humedad de absorción: Es la cantidad de agua que almacenan los poros interiores y exteriores del material.
- Humedad superficial: Cantidad de agua en exceso de la absorción que tiene el agregado se determina por algún método rápido y practico correlacionado con el estándar.

A.2.5.3 Agregado grueso.

- El tamaño Máximo del agregado.
- La Densidad en bruto seca y la humedad de absorción.
- La Humedad superficial.
- La Masa unitaria seca y compactada con varilla y la forma de las partículas (angular, redondeada o mixta).

A.3 Dosificación Inicial

A.3.1 Cálculo de la cantidad inicial de agua (W_1) y del Porcentaje de aire atrapado (A_1)

Para la estimación del contenido inicial de agua y el porcentaje de aire atrapado, el ACI recomienda utilizar como primera aproximación los resultados experimentales.

Tabla 17

Valores aproximados de agua de mezclado en Kg. y porcentaje de aire atrapado por metro cúbico de concreto. Estos son los valores máximos, recomendados para la mezcla inicial de prueba usando agregados angulares, razonablemente bien gradados y que cumplen

Asentamiento (mm)	Tamaño máximo del agregado en milímetros o en (pulgadas)							
	10 mm (3/8")	12.5 mm (1/2")	20 mm (3/4")	25 mm (1")	40 mm (1 1/2")	50 mm (2")	70 mm (3")	150 mm (6")
25 - 50	205	200	185	180	160	155	145	125
75 - 100	225	215	200	195	175	170	160	140
150 - 175	260	230	210	205	185	180	170	
%aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2

Fuente: ACI 211.

La mayoría de las tablas para obtener la cantidad inicial de agua, especifican unos rangos muy amplios para el asentamiento e incluso no dan valores para algunos de ellos, como en la tabla anterior para el asentamiento entre 50 y 80 mm. Esta deficiencia puede explicarse, por una parte, en el paso de unidades inglesas al Sistema Internacional, y por otra, en que la estimación inicial de la cantidad de agua sólo es una aproximación razonable, esta cantidad se ajusta posteriormente usando el ensayo de asentamiento.

Dado que la tabla anterior es sólo para agregados de forma angular, cuando estos poseen forma redondeada se corrige la cantidad de agua disminuyéndola en 18 Kg según

recomendación del ACI 211.1. Una aproximación razonable es utilizar la siguiente ecuación como primer intento al estimar la cantidad de agua necesaria en el concreto.

$$W = 218.8 \frac{S^{0.1}}{TM^{0.18}}$$

Ecuación 3. Cantidad de agua necesaria en el concreto.

Donde:

- W (Kg): Contenido de agua para un m³de concreto
- s (mm): Asentamiento
- TM (mm): Tamaño máximo del agregado

A.3.2 Cálculo del contenido inicial de cemento (C₁)

Tabla 18

Correspondencia entre la relación agua-cemento y la resistencia a compresión del concreto.

Resistencia a la compresión a los 28 días 8 (Mpa) (f'cr)	W/C	W/C	W/C
	Cemento R20	Cemento R25	Cemento R30
20	0.49	0.59	-
25	0.41	0.50	0.59
30	0.34	0.43	0.51
35	-	0.37	0.45
40	-	0.32	0.40
45	-	-	0.35
50	-	-	0.31

Nota: Los valores no indicados representan relaciones agua-cemento o mayores que 0.65 o menores que 0.30 los cuales se salen del rango práctico

Fuente: ACI 211.

Antes de calcular de manera explícita el contenido de cemento, debe obtenerse la relación agua/cemento necesario por resistencia (W/C)_R para compararla con la necesaria por durabilidad (W/C)_D y escoger la definitiva para el proyecto, con la cual se calcula el contenido de cemento. En la práctica el uso de tablas facilita el cálculo de dicha relación agua/cemento dependiendo de la resistencia promedio de la mezcla (f'cr) y la resistencia característica del cemento.

Para obtener la resistencia promedio de la mezcla f'_{cr} se deben utilizar las recomendaciones dadas en el ACI-214 o en la NSR-98 (C.5.3, C.5.4 y C.5.5), estas se pueden resumir así:

- Obtener la resistencia promedio de la mezcla (f'_{cr}), de la cual se habló anteriormente.
- Obtener valores locales, o según el cemento usado, para el K_1 y el K_2 de la ley de Abrams.
- Mediante un despeje logarítmico de la ecuación de Abrams, obtener la relación agua/cemento por resistencia $(W/C)_R$.

El hecho de que el cemento, generalmente, sea el componente más costoso en la mezcla, hace que en la mayoría de los métodos sea el material que se trata de minimizar. Por esto en su cálculo, se ven envueltas consideraciones sobre durabilidad y resistencia, con el objeto de encontrar la mínima cantidad que las satisfaga. De esta forma, el siguiente paso en el diseño, consiste en comparar y escoger la menor relación agua-cemento, que será la que de aquí en adelante controle el proyecto.

$$\left(\frac{W}{C}\right) = \text{Menor} \left\{ \frac{W}{C_D}, \frac{W}{C_R} \right\}$$

Ecuación 4. Relación agua/cemento necesario por resistencia y por durabilidad.

Con este valor se encuentra el contenido de cemento por m^3 de concreto

$$C_1 = W_1 / \left(\frac{W}{C}\right)$$

Ecuación 5. Contenido de cemento

Muchas especificaciones fijan unos contenidos mínimos de cementos para asegurar un acabado satisfactorio y un control contra posibles bajas de resistencias en el concreto. Por otra parte, una cantidad excesiva de cemento no sólo resulta poco económica, sino que aumenta el riesgo de fisuración por retracción y la generación de calor de hidratación. En la práctica no se recomienda utilizar concretos con contenidos de cemento menores a 250 kg/m^3 ni mayores 550 kg/m^3 .

A.3.3 Cálculo de la cantidad de agregado grueso inicial (G_1)

Las recomendaciones del ACI, basadas en el trabajo experimental del profesor W. M. Dunagan, señalan que, dados unos agregados y un determinado asentamiento, es necesario dejar constantes el contenido de agua y el volumen de agregado grueso para mantener la misma trabajabilidad con la misma relación agua-cemento. El ACI, basado en estos resultados, recomienda ciertos volúmenes de agregado dependiendo de su tamaño máximo y del módulo de finura de la arena.

Tabla 19

Volúmenes de agregado grueso seco y compactado con varilla para 1 m³ de concreto.

Tamaño máximo agregado grueso	Módulo de finura de la arena (MF)			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.

Dado que la tabla anterior presenta saltos y deficiencias para el módulo de finura de la arena, es posible usar extrapolaciones e interpolaciones para cubrir los casos no considerados. J. F. García Baladó propone una tabla más completa y que permite una interpolación más precisa.

Como hay ocasiones en las que el módulo de finura no puede leerse directamente de las tablas se ajusta la Tabla 7 a ecuaciones de segundo grado para cada tamaño máximo:

- $TM = 1/2''$ Vol. Gruesos (m^3) = $0.7275 + 0.0094 MF - 0.0281 MF^2$ $R^2 = 0.9809$
- $TM = 3/4''$ Vol. Gruesos (m^3) = $0.7926 - 0.0131 MF - 0.0182 MF^2$ $R^2 = 0.9924$
- $TM = 1''$ Vol. Gruesos (m^3) = $0.7981 + 0.0350 MF - 0.0294 MF^2$ $R^2 = 0.9823$
- $TM = 1 1/2''$ Vol. Gruesos (m^3) = $0.8435 - 0.0078 MF - 0.0136 MF^2$ $R^2 = 0.9834$
- $TM = 2''$ Vol. Gruesos (m^3) = $0.8211 + 0.0246 MF - 0.0187 MF^2$ $R^2 = 0.9930$

Tabla 20*Volúmenes de agregado grueso seco y compactado con varilla para 1 m³ de concreto.*

Tamaño máximo agregado grueso	Módulo de finura de la arena (MF)									
	0	1	2	2.4	2.75	3.1	4	5	6	
3/8"	0.70	0.63	0.54	0.50	0.45	0.39	-	-	-	
1/2"	0.74	0.69	0.61	0.57	0.53	0.48	-	-	-	
3/4"	0.80	0.75	0.68	0.65	0.62	0.58	0.44	-	-	
1"	0.82	0.78	0.72	0.69	0.66	0.63	0.51	0.21	-	
1 1/2"	0.85	0.81	0.76	0.73	0.71	0.68	0.59	0.38	-	
2"	0.87	0.83	0.79	0.76	0.74	0.71	0.64	0.47	-	
3"	0.89	0.86	0.82	0.80	0.78	0.76	0.64	0.56	0.21	
6"	0.93	0.91	0.87	0.86	0.84	0.82	0.76	0.66	0.51	

Una vez estimado este volumen se puede hallar la cantidad de gruesos por metro cúbico de concreto multiplicándolo por el valor de la masa unitaria seca y compactada con varilla del agregado grueso.

$$G_{1\text{sss}} = G_1 \left(1 + \frac{h_{\text{ag}}}{100} \right)$$

Ecuación 6. Cantidad de agregado grueso por 1m³.

Donde:

- G_1 : Masa del agregado grueso seco por metro cúbico de concreto
- $G_{1\text{sss}}$: Masa del agregado grueso saturado por metro cúbico de concreto
- V_{gs} : Volumen de agregado grueso seco y compactado con varilla para un metro cúbico de concreto
- MU_{sc} : Masa unitaria del agregado grueso seco y compactado con varilla
- h_{ag} : Humedad de absorción del agregado grueso

A.3.4 Cálculo de la cantidad de agregado fino inicial (F_1)

Aunque existe un procedimiento por peso; este requiere el conocimiento previo de la densidad del concreto, la cual a este nivel del diseño no se conoce por lo que el método por volumen es el más recomendable inicialmente. Este método se basa en que la suma de los volúmenes absolutos de los componentes del material debe conformar un metro cúbico de concreto:

$$V_W + V_A + V_C + V_G + V_F = 1 \text{ (m}^3\text{)}$$

Donde: V_W , V_A , V_C , V_G Y V_F corresponden a los volúmenes absolutos de agua, aire, cemento, agregados gruesos y finos respectivamente. Usando las características de los materiales descritas (Recopilación de datos), y despejando los finos de la ecuación anterior se puede obtener el valor de la masa de los finos para un metro cúbico de concreto:

$$F_{SSS} = \left[1 - A_1 - \frac{W_1}{D_w} - \frac{C_1}{D_c} - G_{1SSS}/D_{qSSS} \right] D_{fSSS}$$

Ecuación 7. Masa de los finos saturados.

Donde:

- F_{1SSS} : Masa de los finos saturados (Kg)
- W_1 : Masa de agua (Kg)
- D_w : Densidad del agua 1000 Kg / m³a 20 °C
- A_1 : Volumen de aire atrapado (m³)
- C_1 : Masa del cemento (Kg)
- D_c : Densidad del cemento (Kg/m³)
- G_{1SSS} : Masa de la grava saturada (Kg)
- D_{gSSS} : Densidad en bruto saturada de los gruesos (Kg/m³)
- D_{fSSS} : Densidad en bruto saturada de los finos (Kg/m³)
- h_{ag} : Humedad de absorción de los gruesos (%)
- h_{af} : Humedad de absorción de los finos (%)

Para obtener la cantidad de finos secos por metro cúbico se usa la siguiente ecuación:

$$F_1 = F_{SSS} / \left(1 + \frac{h_{af}}{100} \right)$$

Ecuación 8. Cantidad de finos secos por m³.

Los procedimientos antes descritos definen la dosificación inicial con la cual se debe elaborar la primera mezcla de prueba y realizar con ella los ensayos de asentamiento y de masa unitaria. La cantidad de mezcla para estos ensayos es usualmente 0.015 m³, este valor

se debe tener en cuenta ya que se usa posteriormente en la obtención de la dosificación corregida por asentamiento.

A.4 Dosificación inicial:

Agua	Cemento	Finos	Gruesos
W_1	C_1	F_1	G_1

$$DH = W_1 + C_1 + F_{1ss} + G_{1ss}$$

Ecuación 9. Dosificación teórica del concreto.

Donde:

DH: Densidad teórica del concreto

Se debe anotar que antes de medir y mezclar los materiales para hacer la prueba de asentamiento, se debe hacer la corrección por humedad de los agregados.

A.5 Mezclas de prueba

Dada la porosidad de los agregados, estos absorben agua que no alcanza a reaccionar con el cemento y que por ende no hace parte de la cantidad que se especifica en cada una de las dosificaciones obtenidas en los numerales anteriores. Es por esto por lo que es necesario, a la hora de preparar cualquier mezcla, corregir las cantidades a medir según sea la cantidad de agua que posean los agregados y el grado de porosidad de estos. El no tener en cuenta esta precisión puede ocasionar variaciones de la relación agua cemento y de la trabajabilidad de la mezcla.

Las correcciones de las que se habla en el paso anterior son denominadas correcciones por humedad y aunque no hacen parte directa del método ACI 211.1, se exponen en este trabajo dada su importancia a la hora de elaborar las mezclas para realizar los ensayos de asentamiento, masa unitaria y resistencia a la compresión.

Dada la siguiente dosificación en masa:

Agua	Cemento	Finos	Gruesos
W	C	F	G

La corrección por humedad consiste en calcular nuevas cantidades de agua, agregado grueso y agregado fino según la humedad que posean estos últimos, al momento de realizar la prueba

A.5.1 Cantidad de agua por metro cúbico de concreto corregida por humedad (W_h)

$$W_h = W + F * \frac{h_{af} - h_f}{100} + G * (h_{ag} - h_g)/100$$

Ecuación 10. Cantidad de agua por m³.

A.5.2 Cantidad de finos por metro cúbico de concreto corregidos por humedad (F_h)

$$F_h = F * \left(1 + \frac{h_f}{100}\right)$$

Ecuación 11. Cantidad de finos por m³.

A.5.3 Cantidad de gruesos por metro cúbico de concreto corregidos por humedad (G_h)

$$G_h = G * \left(1 + \frac{h_g}{100}\right)$$

Ecuación 12. Cantidad de gruesos por m³.

Los valores W_h , F_h y G_h son los valores que se deben medir a la hora de elaborar las mezclas. Para medir la humedad del agregado (finos o gruesos).

A.6 Correcciones por asentamiento y densidad

Para corregir la dosificación inicial con el fin de que cumpla los requisitos trabajabilidad, es necesario realizar el ensayo de asentamiento, el cual debe complementarse con la prueba de densidad y con la prueba de contenido de aire, ambos resultados son necesarios para realizar los primeros ajustes a la mezcla de prueba. Esto hace que los cálculos para obtener las

cantidades de finos, en las correcciones por asentamiento y por resistencia, se hagan mediante procedimientos por peso y no por volumen absoluto.

Para evaluar si las proporciones cumplen el asentamiento propuesto se debe preparar una primera mezcla de prueba, con los materiales corregidos por humedad. Si se prepara un Volumen V_s de mezcla, la masa de cada uno de los materiales será.

$w = W_{1h} \times V_s$	$c = C_1 \times V_s$	$f = F_{1h} \times V_s$	$g = G_{1h} \times V_s$
Agua	Cemento	Finos	Gruesos
W	c	f	g

Si w' es la cantidad total de agua utilizada en la mezcla para lograr un concreto de consistencia similar a la indicada en los datos se tiene:

- Caso A: Cuando el asentamiento medido con w' es similar al valor, es decir se logra un asentamiento en un rango de ± 10 mm y $w' = w$ se concluye que la estimación inicial de agua es adecuada.
- Caso B: Cuando el asentamiento medido con w' es diferente del valor especificado, se concluye que por cada 10 mm de diferencia con el asentamiento pedido la mezcla se debe corregir en dos (2.0) litros por metro cúbico de concreto.

Una vez se evalúe el asentamiento de la mezcla se procede a medir la densidad real del concreto. Con estos datos se procede a corregir las proporciones inicialmente obtenidas. Primero se debe calcular el rendimiento de la mezcla (R) sumando las cantidades de materiales con las que se alcanza el asentamiento requerido y dividiendo por la densidad real de la mezcla, así:

$$R = [W' + c + f + g] / DH_R$$

Ecuación 13. Rendimiento de la mezcla

Donde:

- DH_R : Densidad real.

A.6.1 Cálculo de la nueva cantidad de agua por metro cúbico de concreto (W_2)

La nueva cantidad de agua por metro cúbico de concreto es:

$$W_2 = w' / R$$

Ecuación 14. Nueva cantidad de agua.

En donde w' debe corregirse si los agregados están secos o húmedos. Si los agregados están secos a w' se le debe restar la humedad de absorción y si están húmedos se le debe sumar la humedad superficial del agregado.

A.6.2 Cálculo de la nueva cantidad de cemento por metro cúbico de concreto (C_2)

$$C_2 = W_2 / (W/C)$$

Ecuación 15. Nueva cantidad de cemento.

Donde:

- (W/C) se refiere a la relación agua cemento obtenida

A.6.3 Cálculo de la nueva cantidad de agregado grueso por metro cúbico de concreto (G_2)

$$G_2 = \frac{G_1 * V_s}{R}$$

Ecuación 16. Nueva cantidad de agregado grueso.

Donde:

- G_2 : Masa de los gruesos secos corregidos por asentamiento
- G_1 : Masa de los gruesos secos hallados en la mezcla 1 para un m^3 de concreto
- V_s : Volumen de la mezcla de prueba

A.6.4 Cálculo de la nueva cantidad de agregado fino por metro cúbico de concreto (F_2)

La cantidad de finos saturados superficialmente secos por metro cúbico de concreto se puede obtener restando a la densidad medida las cantidades corregidas para el agua, el cemento, y los gruesos:

$$F_{2sss} = DH_2 - W_2 - C_2 - G_{2sss}$$

Ecuación 17. Nueva cantidad de agregado fino por m^3 .

Los finos secos por metro cúbico de concreto se obtienen mediante:

$$F_2 = F_{2sss} / (1 + h_{af} / 100)$$

Ecuación 18. Obtención de agregado fino por m^3 .

Si el asentamiento medido, sin agregar agua adicional, está dentro de la tolerancia de ± 10 mm del valor especificado para la mezcla, solo se corrige la mezcla por densidad, variando el contenido de agua, cemento, finos y gruesos. Para esto se sigue un procedimiento igual al anterior haciendo W' igual a cero.

Estos cálculos definen la segunda dosificación o dosificación corregida por asentamiento; con ella debe realizarse una segunda mezcla de prueba para realizar ensayos de resistencia. La cantidad de mezcla para el ensayo de resistencia depende del número de probetas fabricadas.

A.7 Segunda dosificación

Agua	Cemento	Finos	Gruesos
W_2	C_2	F_2	G_2

$$DH = W_2 + C_2 + F_{2sss} + G_{2sss}$$

Ecuación 19. Segunda dosificación teórica del concreto

Antes de medir y mezclar los materiales para probar la resistencia deben hacerse las correcciones por humedad de los agregados.

A.8 Corrección por resistencia

Una vez realizada la prueba de resistencia a compresión debe obtenerse el valor promedio de las probetas ensayadas ($f'c_{prom}$) así:

$$f'c_{prom} = \frac{\sum f'c_i}{n}$$

Ecuación 20. Valor promedio de probetas.

Donde:

- n: número de probetas
- $f'c_i$: Resistencia a la compresión a los 28 días de la probeta i

Debe tenerse en cuenta que, si el coeficiente de variación “v” de las probetas es mayor al 4%, el promedio no es confiable y la prueba se debe repetir.

$$v = \frac{f_{c_{max}} - f_{c_{min}}}{t(f'c_{prom})}$$

Ecuación 21. Variación de las probetas.

Donde:

- t: depende del número de probetas.

El valor de la resistencia promedio de las probetas ($f'c_{prom}$) se compara con el valor de la resistencia promedio requerida para la mezcla ($f'cr$) en caso de que la diferencia entre ambos sea menor del 2%, no es necesario corregir la dosificación por resistencia, en caso contrario se debe realizar el ajuste correspondiente.

A.8.1 Cálculo de la nueva cantidad de agua por metro cúbico de concreto (W_3)

Para que la trabajabilidad de la mezcla permanezca constante, el contenido de agua inicial no se debe modificar (igual a la calculada en la corrección por resistencia):

$$W_2 = W_3$$

Ecuación 22. Contenido de agua igual a la corrección por resistencia.

A.8.2 Cálculo de la nueva cantidad de cemento por metro cúbico de concreto (C_3)

Primero debe ajustarse la ecuación de Abrams, obteniendo un nuevo valor para K_2 al cual se le denominará $*K_2$:

$$f_{c_{prom}} = \frac{K_1}{*K_2^{W/C}}$$

$$K_2 = \frac{\ln(K_1(\text{Mpa})) - \ln(Kf_{c_{prom}}(\text{Mpa}))}{W/C}$$

Ecuación 23. Cálculo del valor K_2 .

Con este valor se procede obteniendo una nueva relación agua – cemento ($*W/C$):

$$\frac{W}{C} = \frac{\ln(k_1(\text{Mpa})) - \ln(f'_{cr}(\text{Mpa}))}{k_2}$$

Ecuación 24. Nueva relación agua/cemento.

Una vez obtenido el nuevo valor para la relación agua-cemento ($*W/C$) puede estimarse la nueva cantidad de cemento por metro cúbico de concreto (C_3):

$$C_3 = W_3 / (*W/C)$$

Ecuación 25. Nueva cantidad de cemento por m^3 .

A.8.3 Cálculo de la nueva cantidad de gruesos por metro cúbico de concreto (G^3)

Para mantener la trabajabilidad de la mezcla, el contenido de agregado grueso se mantiene constante (igual al calculado en la corrección por resistencia):

$$G_3 = G_2$$

$$G_{3sss} = G_3 (1 + h_{ag} / 100)$$

Ecuación 26. Nueva cantidad de agregado grueso por m³.

A.8.4 Cálculo de la nueva cantidad de finos por metro cúbico de concreto (F₃)

La nueva cantidad de agregado fino, saturado superficialmente seco, se calcula mediante la resta a la densidad medida con anterioridad de las demás cantidades obtenidas en el presente numeral:

$$F_{3sss} = DH_R - W_3 - C_3 - G_{3sss}$$

Ecuación 27. Nueva cantidad de agregado fino por m³.

Los finos secos por metro cúbico de concreto se obtienen mediante:

$$F_3 = F_{3sss} (1 + h_{af} / 100)$$

Ecuación 28. Finos secos por metro cúbico de concreto.

Los pasos anteriores permiten obtener una tercera dosificación.

A.9 Tercera dosificación

Agua	Cemento	Finos	Gruesos
W3	C3	F3	G3

$$\text{Densidad} = W3 + C3 + F3_{sss} + G3_{sss}$$

Ecuación 29. Tercera dosificación teórica del concreto.

Antes de medir y mezclar los materiales para probar la resistencia deben hacerse las correcciones por humedad necesarias para los agregados.

Esta dosificación debe probarse nuevamente por resistencia, realizando ensayos de compresión. Si cumple con los requisitos especificados al principio del presente numeral (diferencia entre la resistencia promedio y f'cr, menor al 5%) puede aceptarse como

dosificación final. Si no cumple, se procede a su corrección, usando un procedimiento igual al detallado en este numeral.

1.3.3.6 Determinación de las propiedades del concreto en estado fresco.

Durante la etapa de fabricación del concreto, es también importante mantener un control sobre la calidad de la mezcla, es decir determinar las propiedades del concreto en estado fresco tales como: peso unitario, consistencia, fluidez, tiempo de fragua y exudación.

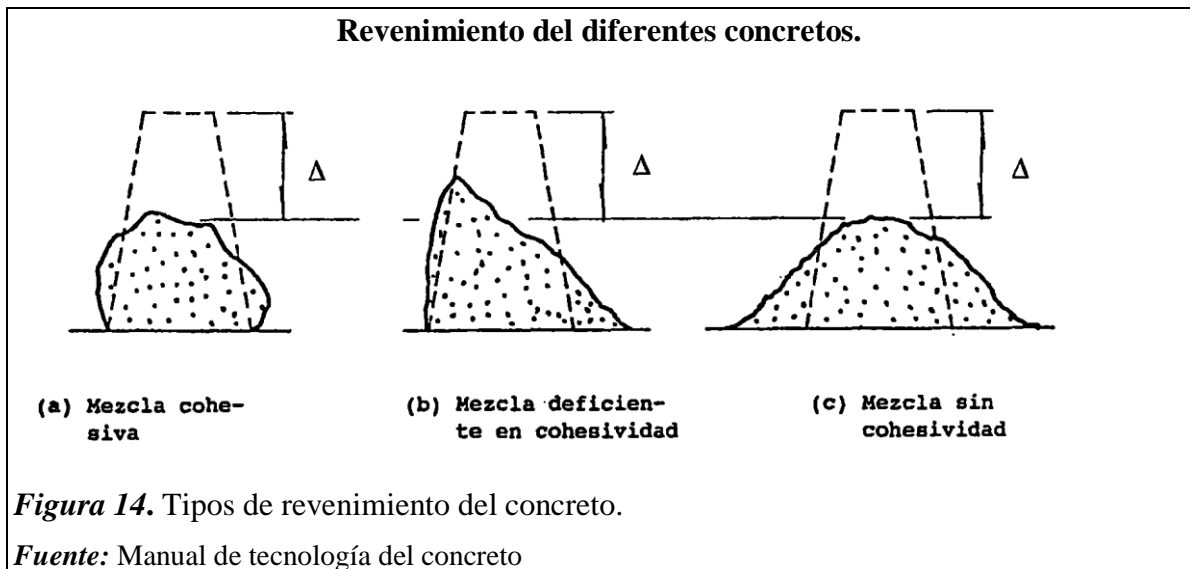
A CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4a. Edición (NTP 339.035:2015)

Se define como su capacidad para fluir. Para medir el grado de consistencia no existe un procedimiento de aceptación general. En términos descriptivo, basado en la apariencia de la mezcla de concreto y el comportamiento que exhibe al ser manipulado. En tal caso se dice que la mezcla es fluida, plástica o dura. En términos cuantitativos, expresados como base en los resultados de alguna prueba específica, por ejemplo, mediante el ensayo de revenimiento o Slum. Podemos clasificar las mezclas de acuerdo a su consistencia de acuerdo a la siguiente manera:

- Concreto fluido: es el concreto que se produce mediante la incorporación de aditivos plastificantes sin perder su naturaleza cohesiva. Por tanto, se obtendría revenimientos mayores a 8".
- Concreto normal, o convencional: Para el diseño de estas mezclas se requiere revenimientos que puedan variar entre 1" y 5", en consecuencia, abarca las zonas de consistencia semifluida, plástica y semi plástica.
- Concreto masivo: Se recomienda revenimientos entre 1" y 2", por consiguiente, le corresponde situarse en la zona de consistencia semi plástica.
- Concreto sin revenimiento: En el cual el revenimiento es como máximo 1 ". Por consiguiente, le corresponde ubicarse en la zona de consistencia dura, muy dura y extremadamente dura.

En la determinación de la consistencia, usualmente se establecen tres tipos de revenimiento:

- Normal o verdadero: el cual es propio de una mezcla rica y con una adecuada cantidad de agua. El concreto no sufre grandes deformaciones, sus componentes se mantienen unidos debido a las propiedades cohesivas del cemento.
- Corte: esta forma de asentarse es producto de la deficiencia de cohesividad. Esta mezcla de concreto puede manifestar tendencia a segregar.
- Derrumbamiento: el cual se produce cuando la mezcla del concreto tiene exceso de agua y poca cantidad de agregado fino. Por tanto, la mezcla sufre un revenimiento brusco.



Se debe tomar en cuenta que el ensayo de revenimiento solo es aplicable a mezclas plásticas, con revenimientos verdaderos por consiguiente no son aplicables en los siguientes casos:

- Tamaño máximo del agregado grueso es mayor a 2½".
- Diseño con cantidad de cemento menor a 250 kg/m³ y/o 160 lt/m³.
- En mezclas de concreto de alta resistencia.

B CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión. 3ª Edición (NTP 339.080:2017)

El aire incorporado se encuentra en el concreto en forma de burbujas de dimensiones muy pequeñas y repartidas de forma homogénea. Su finalidad es mejorar la manejabilidad y aumentar la resistencia a las heladas. La cantidad medida engloba el aire ocluido, así como el aire que permanece en el concreto sin aditivo una vez vibrado. Cualquiera que sea la

intensidad de vibración, queda siempre en el concreto sin aditivo de 0.5 a 2% de aire según sean la finura de la arena, las dosificaciones de cemento y de agua. La cantidad total de aire está frecuentemente comprendida entre el 3 y el 7% en concretos con aditivos incorporadores de aire.

C CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 2ª Edición (NTP 339.184:2013)

Coloque el aparato medidor de temperatura en la mezcla de hormigón fresco de modo que el sensor de temperatura esté sumergido al menos en 3" (75 mm). Presione suavemente la superficie del hormigón alrededor del aparato medidor de temperatura de modo que la temperatura ambiental no afecte la medición. Deje el aparato medidor de temperatura en la mezcla de hormigón recién mezclado por un periodo mínimo de 2 minutos, o hasta que la lectura de temperatura se estabilice, entonces registre la lectura. Complete la medición de la temperatura de la mezcla de hormigón fresco dentro de los 5 minutos siguientes a la obtención de la muestra.

D HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto) (NTP 339.046:2008)

El peso unitario del concreto compactado, es el peso por unidad de volumen en estado fresco. Varía según el grado de compactación de la mezcla, del peso específico de los componentes, del porcentaje de aire o de vacíos. Un concreto normal, empleado en construcciones en general varía el peso unitario desde los 2240 kg/m³ y 2400 kg/m³.

E CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición (NTP 339.082:2017)

El concreto recién elaborado, es un material que en pocas horas se transforma y cambia de estado, desde su condición inicial de masa blanda uniforme hasta la de un cuerpo rígido que

toma la forma del molde que lo contiene. Después continúa evolucionando para adquirir con el tiempo sus propiedades definitivas. En el proceso evolutivo se distinguen tres principales etapas:

- El lapso anterior al fraguado, durante el cual se manifiesta como una mezcla relativamente blanda y moldeable, en función de la consistencia con que se elabora.
- El lapso de fraguado, en cuyo curso la mezcla aumenta progresivamente de consistencia, para convertirse en una masa rígida que ya no es moldeable, pero que aún no adquiere resistencia mecánica apreciable.
- El lapso posterior al fraguado, que corresponde a la etapa de endurecimiento propiamente dicho, en la que el concreto evoluciona para adquirir la resistencia mecánica.

Dado que estos cambios de estado son consecuencia de un proceso único, designado como hidratación del cemento y que en condiciones normales evoluciona sin pausas, no es posible precisar los límites de las etapas mencionadas más aun entre la segunda y tercera etapa. Al seguir el proceso de rigidización del concreto en sus dos primeras etapas por el método de las agujas de penetración (ASTM C403) se obtiene una evolución de la resistencia del concreto.

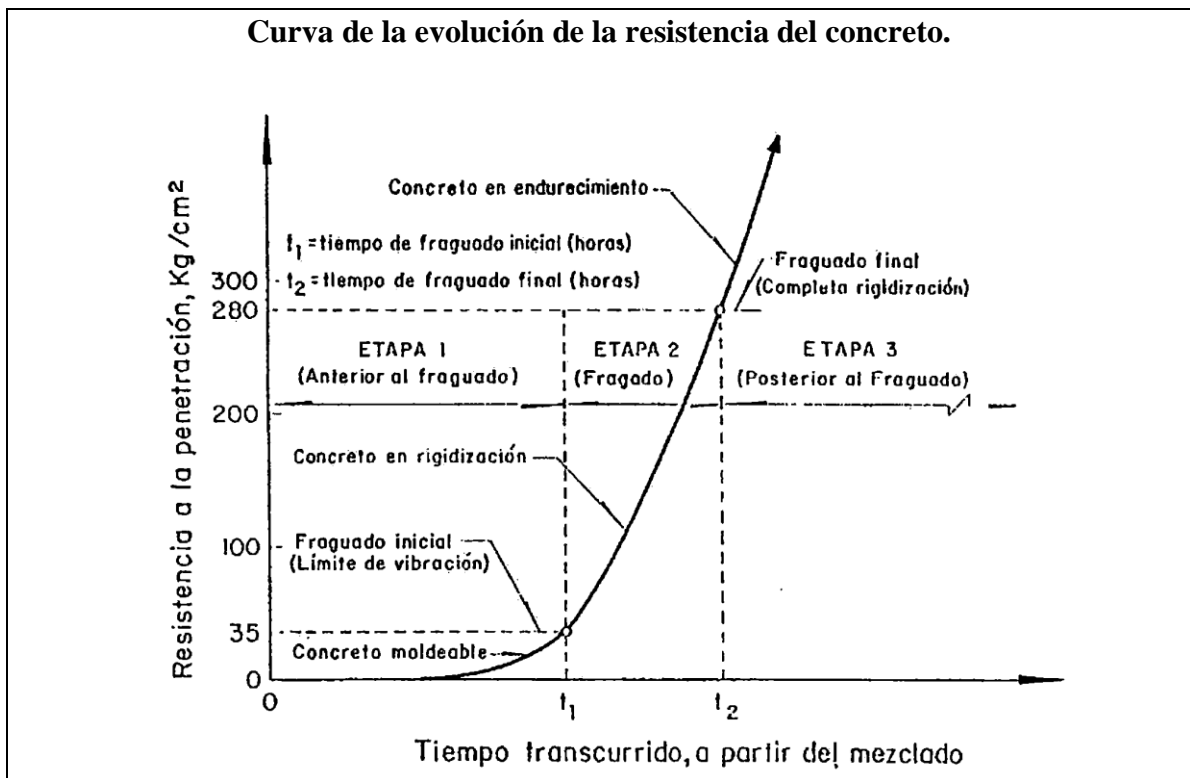


Figura 15. Evolución de la resistencia axial del concreto.

Fuente: Manual de tecnología del concreto.

Respecto a los factores que influyen en el desarrollo del fraguado del concreto tenemos al tipo de cemento, la relación agua/cemento, el empleo de aditivos, temperatura del medio ambiente.

F CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto. 3ª Edición (NTP 339.077:2013)

Cuando la mezcla compactada se encuentra en reposo, se inicia un proceso físico de reacomodo de sus componentes por efectos de la fuerza de gravedad, según el cual los más pesados tienden a descender y los más ligeros permanecen en su posición o son forzados a ascender hacia la masa superior del concreto. La exudación es un hecho natural que puede ser o no perjudicial, dependiendo de su cuantía, de las características geométricas de la estructura y de las condiciones ambientales.

Para que la utilidad del sangrado sea efectiva, es necesario que la velocidad con que se produzca el sangrado no resulte menor que la velocidad con que se evapora el agua en la superficie del concreto. Existe un tipo de sangrado anormal que se produce cuando existe exceso de agua libre que, al ser forzada a ascender a través del concreto, forma hendiduras o canalizaciones en el contacto del agregado y la pasta por donde emerge hacia la superficie arrastrando partículas de cemento y que al depositarse en la superficie se genera una costra fácilmente desprendible. También es frecuente que una parte del exceso de agua quede atrapada entre el agregado y el refuerzo de acero, formando bolsas que impiden la correcta adherencia entre la pasta y el acero. Como consecuencia el concreto endurecido resulta afectado en su mayor impermeabilidad, resistencia mecánica, resistencia superficial y durabilidad general.

Se advierte que hay un periodo inicial en que el volumen de agua de sangrado es proporcional al tiempo transcurrido, definiéndose así una velocidad constante de sangrado, a continuación, hay un segundo periodo en que la velocidad de sangrado decrece paulatinamente hasta volverse nula, es decir hasta que cesa completamente el afloramiento de agua en la superficie. Se menciona que, para concretos de consistencia plástica, la

velocidad de sangrado normal puede variar entre 20 y 120x10⁻⁶ cm/seg, en tanto que la velocidad de evaporación del agua para condiciones usuales de temperatura y humedad ambiente y de velocidad del viento, suele fluctuar entre cero y 100x10⁻⁶ cm/seg.

Para corregir el exceso de sangrado suelen tomarse las siguientes medidas:

- Empleo de cementos de alta finura, como el Portland tipo I o puzolánico.
- Incrementar el consumo unitario de cemento, si las condiciones técnicas y económicas lo permiten.
- Disminuir el contenido unitario de agua en la mezcla, ya sea disminuyendo el revenimiento y/o el uso de aditivo reductor de agua.
- Incluir aire intencionalmente en la mezcla de concreto, en proporción adecuada, empleando un aditivo incorporador de aire.
- Aumentar la proporción de agregado fino en la mezcla.
- Corregir la granulometría del agregado fino, empleando o combinando con un agregado más fino.

1.3.3.7 Determinación de las propiedades del concreto en estado endurecido.

La resistencia del concreto es comúnmente considerada como la característica más valiosa, aunque en muchos casos son otras, como la durabilidad, impermeabilidad y estabilidad de volumen, las que pueden también ser importantes.

La resistencia del concreto está íntimamente relacionada con la presencia de grietas, discontinuidades y poros. También se acepta que la resistencia del concreto varía en función a los siguientes:

- La marca, tipo, antigüedad, superficie específica y composición química del cemento.
- La calidad del agua.
- La dureza, resistencia, perfil, textura superficial, porosidad, limpieza, granulometría, tamaño máximo y superficie específica del agregado. Las adiciones minerales empleadas. Los aditivos químicos empleados.
- La resistencia de la pasta.
- La relación del agua libre de la mezcla al material cementante.

- La relación material agua/cemento.
- La relación del agregado fino al agregado grueso.
- La relación de la pasta a la superficie específica del agregado.
- La porosidad de la pasta.
- La permeabilidad del concreto.
- El grado de hidratación del cemento.
- Las condiciones del proceso de puesta en obra.

A CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición (NTP 339.034:2015)

- La resistencia mecánica del concreto frecuentemente se identifica con su resistencia a compresión, porque esta representa la condición de carga en que el concreto exhibe su mayor capacidad para soportar esfuerzos, de modo que la mayoría de las veces los elementos estructurales se diseñan con el fin de utilizar esta propiedad del concreto.
- Esta determinación se efectúa mediante el ensayo hasta la ruptura de especímenes representativos, con tres finalidades principalmente:
 - Comprobar si las previsiones que se hacen la diseñar una mezcla de concreto son adecuadas para cumplir con la resistencia del proyecto.
 - Controlar la uniformidad de las resistencias y ajustarlas al nivel requerido durante la producción del concreto.
 - Verificar la resistencia del concreto como se encuentra en la estructura.
- Las dos formas geométricas que normalmente se utilizan en los especímenes que se elaboran para determinar la resistencia a la compresión son la cubica y la cilíndrica. El cubo es la forma geométrica que se usa en varios países de Europa, mientras que en países como EE. UU., Canadá, México y otros, se emplean el espécimen cilíndrico con una altura igual al doble del diámetro.
- En cuanto a las dimensiones del espécimen, La Norma ASTM C31, señala que el uso del cilindro cuyas dimensiones son las siguientes: Diámetro= 6" y Altura = 12". Siempre en cuando el agregado grueso tenga un tamaño máximo de 2" y en caso de que el agregado supere tal tamaño deberá los especímenes tener mayores dimensiones.

B CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición (NTP 339.079:2012)

La resistencia a la flexión de un concreto es baja en comparación con su resistencia a la compresión, pero muy superior a su resistencia en tracción pura. Este parámetro es aplicado en estructuras tales como pavimentos rígidos; debido a que los esfuerzos de compresión que resultan en la superficie de contacto entre las llantas de un vehículo y el pavimento son aproximadamente iguales a la presión de inflado de las mismas, la cual en el peor de los casos puede llegar a ser de 5 o 6 kg/cm²; este esfuerzo de compresión sobre un pavimento de concreto hidráulico resulta sumamente bajo con relación a la resistencia a la compresión del concreto que normalmente varía entre 150 y 350 kg/cm² en nuestro medio. Por lo tanto, no es la resistencia a la compresión el factor determinante de la calidad del concreto para pavimentos, sino la resistencia a la flexión, por el paso de los vehículos y por diferencias de temperatura un lado de la losa estará sometida a tensión y el otro lado a compresión, siendo cambiables estos esfuerzos.

Los esfuerzos de flexión podrían ser atendidos por medio de refuerzo, pero esto sería antieconómico debido a que se tendría que utilizar refuerzo en dos capas. En la práctica lo que se hace es diseñar el espesor del pavimento en forma tal que los esfuerzos de flexión, causados por el paso de los vehículos y la diferencia de temperatura, sean inferiores a la capacidad máxima a flexión de las placas. Es claro entonces que para el diseño de pavimentos de concreto la característica importante es la resistencia a la flexión del concreto o también llamada "módulo de rotura".

C CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría). 2ª Edición (NTP 339.181:2013)

Descrito en la ASTM E 805, "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete": o la que en nuestro medio sería la NTP 339.181, "Método de ensayo para determinar el número de rebote del hormigón (concreto) endurecido (esclerometría)". El

objetivo de este método radica en obtener el número de rebote de una superficie de concreto endurecido utilizando un martillo denominado esclerómetro.

Para realizar este ensayo, se tiene que liberar el émbolo del esclerómetro y poner en contacto con la superficie de concreto a ensayar. Después de esto, se tiene que ir comprimiendo lentamente el émbolo hasta que el mecanismo interno del equipo no permita que se siga comprimiendo,

El principio de este método se basa en que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de la superficie sobre la que golpea la masa, antiguamente se creía que la dureza de un material estaba relacionada con la resistencia del material. A pesar de que hoy en día se conoce que no existe una relación especial entre estas dos variables, el número de rebote es un indicador que da una idea de cómo está evolucionando la resistencia del concreto en diferentes partes, lo cual puede ayudar a evaluar la uniformidad del concreto en estudio.

De acuerdo a la ACI 228.1 R, "In-Place Methods to Estimate Concrete Strength", la clave para entender las limitaciones inherentes a este método es reconociendo los factores que influyen en la distancia del rebote. Esta distancia depende de la energía cinética que posee el martillo antes de impactar con la superficie a testear y de la cantidad de energía durante el impacto. Parte de esta energía es absorbida en la fricción interna del instrumento, mientras que la otra parte es absorbida en la interacción entre el embolo y la superficie del concreto.

D CONCRETO. Método de ensayo para determinar la velocidad de pulso a través del concreto (NTP 339.237:2012)

La norma que describe este método es la ASTM C 597, "Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete": la misma que en nuestro medio sería la NTP 339.237, "Método de ensayo para determinar la velocidad de pulso a través del concreto". Este método busca determinar las velocidades de las ondas de compresión que viajan a través del concreto por medio del uso de un equipo electroacústico.

Conociendo esta velocidad, se puede evaluar la uniformidad y relativa calidad del concreto en estudio, además indicar si existe o no la presencia de fisuras y/o huecos. También puede ser usado en la medición del módulo de elasticidad, la resistencia a la compresión, etc.

Sin embargo, la misma norma ASTM C 597 menciona que los valores generados por este método no son adecuados como para poder ser utilizados en el diseño de una estructura de concreto.

La idea de que a partir del conocimiento de la velocidad de pulso se podía estimar la resistencia a la compresión nació en base a que esta última propiedad guarda relación con el módulo de elasticidad. Sin embargo, a medida que el concreto endurece, el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión evolucionan a diferentes ritmos. A edades iniciales, el módulo de elasticidad incrementa a un ritmo mayor que la resistencia, mientras que a edades posteriores el ritmo de incremento del módulo de elasticidad es menor. Lo cual demuestra, que la relación entre la velocidad de pulso y resistencia a la compresión no es una función lineal.

1.3.4 Impacto ambiental.

Existe gran cantidad de residuos de concreto que se arrojan como escombros, los mismos que se convierten en un impacto ambiental que necesita solución, estos residuos de concreto pueden ser utilizados para fabricar agregados reciclados, pudiendo estos sustituir a los agregados de origen aluvial, ya que se presume que los agregados de origen aluvial se están agotando debido a la gran demanda de la construcción.

A preservación del medio ambiente es una parte de la ingeniería civil que se puede resolver desde el concreto reciclado, pues su uso: minimiza la descarga de residuos sólidos que contaminan el medio ambiente, el aprovechamiento de materiales considerados como desecho que no tienen un costo importante propiamente dicho, innova en diseño de materiales para lograr el máximo desempeño mecánico bajo sollicitaciones estáticas y dinámicas que permitan mejorar la situación de vida de quienes emplean las edificaciones construidas con estos materiales; preserva el medio ambiente por evitar contaminación con residuos sólidos.

En este trabajo se presenta el efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto, obtenidos a partir de la elaboración de especímenes estándar según norma NTP 339.183:2013 o ASTM C 192, con agregados de concreto reciclado y agregados naturales para concretos diseñados para las resistencias de $f'_c=280$ kg/cm², $f'_c= 350$ kg/cm² y $f'_c=420$ kg/cm² de diseño.

1.3.5 Seguridad y salud ocupacional.

Las autoridades competentes, previa evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud y previa consulta con las organizaciones más representativas de empleadores y de trabajadores, deberían adoptar y mantener en vigor leyes o reglamentos nacionales que aseguren la seguridad y la salud de los trabajadores empleados en la construcción y que protejan a las personas que se encuentren en una obra o en sus inmediaciones de todos los riesgos que pueden derivarse de la obra. Las leyes y reglamentos nacionales que se adopten de conformidad deberían prever su aplicación práctica mediante normas técnicas o repertorios de recomendaciones prácticas o por otros métodos adecuados conformes a las condiciones. Los trabajadores deberían organizar las obras y proveer y asegurar el mantenimiento de los lugares de trabajo, las instalaciones, el equipo, las herramientas y la maquinaria de modo tal que los trabajadores estén protegidos de todo riesgo de accidente o de daño para la salud que sea razonable y factible evitar. En especial, las obras de construcción y edificación deberían planearse, prepararse y realizarse de forma apropiada.

1.3.6 Gestión de riesgos y prevención de desastres.

Las ventajas que supone el modelo de construcción basado en la sostenibilidad medioambiental deben ir acompañadas de una correcta planificación de los trabajos y un adecuado diseño del puesto de trabajo, considerando el avance tecnológico en la selección de los materiales, equipos de trabajo y procedimientos de trabajo. En la planificación también se deben contemplar las operaciones de recolección, separación, envasado, almacenamiento, reutilización, reciclaje y entrega al gestor de los residuos generados durante los procesos de construcción. En todo caso, el principio que debe primar tanto en la gestión medioambiental como en la gestión de los riesgos generados por los residuos producidos en la construcción es, tal como establece la normativa de ambos ámbitos, la prevención en el origen, es decir, seleccionar los materiales, estimar las cantidades necesarias y planificar las fases y procesos de la obra con objeto de minimizar simultáneamente la generación de residuos y de los riesgos para la seguridad y salud. Los riesgos en el sector de la construcción dependen en gran medida de los materiales constructivos que se utilizan y de los residuos que estos generan. Por ello, a la hora de planificar la adquisición de materiales, estos deben cumplir no sólo requisitos relativos a la seguridad de la construcción y de sostenibilidad medioambiental, sino también requerimientos relacionados con la seguridad y salud de los

trabajadores que los manipulan. En este sentido, a la hora de seleccionar y adquirir un material de construcción.

1.3.7 Estimación de costo.

Los costos relacionados con el presente informe de investigación tienen que ver con la obtención de los materiales para su realización tales como: cemento, agregado fino, agregado grueso, concreto reciclado, aditivo y agua, como también del transporte de estos y los gastos relacionados a la recolección de información para la elaboración del informe. Teniendo en cuenta que el laboratorio de la casa de estudios la Universidad Señor de Sipán, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil está equipado para la realización de la mayoría de los ensayos planteados. Todos estos gastos han sido solventados con los ingresos propios, con lo cual cada uno de ellos está justificado.

1.3.8 Gestión de mantenimiento.

La necesidad de reciclaje de los residuos de construcción no solamente concierne a las comunidades más industrializadas, sino también a una demanda global con diferentes prioridades. Muchos países, que van desde los más industrializados experimentan a partir de estas prácticas el ahorro de recursos naturales. Incluso países que se dieron cuenta de sus demandas para comenzar a aplicar técnicas de reciclaje. El mantenimiento debe ser continua, constante continua o periódicamente, en forma sistemática, para proteger las obras físicas de la acción del tiempo y del desgaste por su uso y operación, asegurando el máximo rendimiento de las funciones para las cuales éstas han sido construidas.

1.3.9 Normativa.

Tabla 21

Normatividad de los ensayos utilizados.

Código NTP	Título
339.034:2015	CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
339.035:2015	CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4a. Edición.
339.046:2008	HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).
339.077:2013	CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto. 3ª Edición.
339.079:2012	CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición.
339.080:2017	CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión. 3ª Edición.
339.082:2017	CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
339.181:2013	CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría). 2ª Edición.
339.184:2013	CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 2ª Edición.
339.185:2013	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
339.185:2013	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
339.237:2012	CONCRETO. Método de ensayo para determinar la velocidad de pulso a través del concreto
400.012:2013	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
400.017:2011	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
400.019:2013	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.
400.022:2013	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

1.3.10 Estado del arte.

En los últimos años la industria de los aditivos químicos para hormigón ha seguido desarrollando nuevos productos e introduciéndolos en el mercado nacional, cabe mencionar los siguientes: Inhibidores de corrosión, Reductores de retracción y aditivos Reductores de agua de ultra alta eficacia. El uso los diferentes Aditivos, especialmente los Reductores de agua, han permitido desarrollar eficiente y económicamente el hormigón premezclado y las diferentes técnicas de Hormigonado, tales como: hormigón bombeado, hormigón proyectado, hormigón fluido, hormigón prefabricado, hormigón bajo agua, etc.

La tecnología de aditivos ha desarrollado productos que disminuyen el potencial de retracción en el hormigón. La disminución de hasta 50% de la retracción en edades de más de un año, aportan el control del fenómeno de fisuramiento. La naturaleza del material acopiado somete a la estructura a fuertes sollicitaciones térmicas, con el consiguiente stress para la estructura.

La aplicación de este tipo de aditivos es recomendable en la estructura, cuyo servicio se orienta en la contención y procesamiento de fluidos, que requiere de compacto e impermeabilidad, pavimentos industriales sometidos a sollicitaciones térmicas y mecánicas y toda estructura cuyo servicio requiera un importante control de fisuramiento.

Actualmente, los aditivos para el hormigón presentan un buen crecimiento, producto de su acción para mejorar las propiedades del hormigón, aspecto que resulta conveniente tanto desde el punto de vista técnico como económico. Su uso está destinado a producir hormigones más trabajables, de mejor terminación, resistentes, durables e impermeables.

Hoy se afirma que los aditivos se han transformado en un componente esencial, junto con el agua y los áridos, para la obtención de un hormigón de alta calidad. Las industrias pertenecientes a la Asociación de Fabricantes de Aditivos – AFADI, cuentan con un amplio respaldo tecnológico internacional. Además, han tenido la habilidad de desarrollar los aditivos para las características especiales de nuestros cementos Portland – puzolánicos. Los tratados de libre comercio representan una nueva oportunidad para la industria, para proyectar las habilidades desarrolladas en el campo internacional, a través de las compañías matrices.

1.3.11 Definición de términos.

Absorción: La absorción mide la cantidad de agua expresada en porcentaje (%) del peso del material seco que es capaz de absorber un material.

ACI: American Concrete Institute.

Aglomerante: Agregación natural de sustancias minerales.

Agregado de concreto reciclado: La NTP 400.053 lo llama Granulado de concreto y lo define como el material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados.

Agregado fino: Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037.

Agregado grueso: Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037.

Agregado reciclado: Material graduado según especificaciones resultante del procesamiento de materiales de construcción recuperados y complementados con otros faltantes. Norma NTP 400.050.

Agregado: Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma NTP 400.037.

Agregado: Material granular, el cual puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero.

Agregados inertes: Estos agregados inertes se denominan inertes finos y gruesos, son de tipo mineral y ocupan aproximadamente el 70 % del volumen total de la mezcla de concreto.

Agua: Componente del concreto en virtud del cual, el cemento experimenta reacciones químicas para producir una pasta eficientemente hidratada, que le otorgan la propiedad de fraguar y endurecer con el tiempo.

ASTM: Asociación Estándar American of Materials.

Cemento Pórtland: Es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del Clinker frío, a un grado de finura determinado, al cual se le adicionan sulfatos de calcio natural, o agua y sulfato de calcio natural.

Cemento: Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos. Norma NTP 334.001.

Concreto reciclado: La Norma Técnica Peruana NTP 400.053 define el concreto reciclado como aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje.

Concreto: Es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua. Y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas.

Densidad: Calidad de denso, relación entre la masa de un cuerpo y la del agua o del aire que ocupa el mismo volumen.

Dosificación: Dosis, cantidades que se toman para preparar algo.

Equipo: Elementos auxiliares para la realización de un trabajo.

Fraguado: Endurecido del concreto.

Mezcla: La mezcla tiene como objetivo recubrir todas las partículas de agregado con la pasta de cemento y combinar todos los componentes del concreto hasta lograr una masa uniforme.

NTP: Norma Técnica Peruana

Peso específico: Indica las veces que un cuerpo o material cualquiera es más o menos pesado que el agua.

Reciclaje: Proceso de extraer materiales del flujo de residuos y transformarlos para ser reincorporados como insumos de otros productos.

Resistencia a la compresión: Se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado.

Slump: La prueba de revenimiento es útil para detectar las variaciones de uniformidad de una mezcla de proporciones determinadas.

1.3.12 Lista de símbolos y siglas.

Tabla 22

Lista de símbolos y siglas.

Símbolo/Sigla	Definición
ACI	American Concrete Institute.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
LEM	Laboratorio de Ensayo de Materiales.
NTP	Norma Técnica Peruana.
A/C	Relación agua/cemento.
E	Módulo dinámico de elasticidad.
f _c	Resistencia a la compresión del concreto.
P	Densidad.
L	Distancia longitudinal.
M	Módulo de Poisson.
Mpa	Mega Pascales
t	Tiempo.
T	Temperatura interna del concreto.
V	Velocidad de pulso.

Fuente: Elaboración propia.

1.4 Formulación del problema

¿Cuál es la eficiencia del aditivo Sika[®] Cem Plastificante, en el comportamiento en estado fresco y endurecido, de mezclas de concreto de alta resistencia diseñadas aprovechando los agregados de concreto reciclado, para diferentes solicitaciones de resistencias?

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación económica.

Ante el crecimiento poblacional y la creciente demanda de materiales de construcción, es una alternativa rentable por la reutilización de concreto proveniente de proceso constructivo y de demoliciones. Siendo una propuesta solventable para la implementación de diferentes proyectos (urbanísticos, edificaciones, transporte) en el que se requiera el uso de concreto que no fuesen a someterse a solicitaciones de carga especiales.

1.5.2 Justificación ambiental.

En la actualidad por el crecimiento poblacional y la demanda de materiales destinados directamente a industria de la construcción, además, con la finalidad de mitigar el aumento de residuos provenientes del proceso constructivo y demoliciones que se realizan en la ciudad de Chiclayo y que son arrojados a botaderos, se disponga de su uso Normalizado para procesos constructivos orientados al reciclaje del concreto.

Además, conocer los efectos del aditivo Sika® Cem Plastificante en mezclas de concreto elaboradas con agregado reciclado, en las propiedades plásticas y mecánicas, permitirá reducir la explotación de los materiales empleados en la construcción, optimizando la dosificación de los materiales, de manera que se refleje en la calidad del concreto puesto en obra.

1.5.3 Justificación social.

La implementación de concreto de alta resistencia, con agregado reciclado en proyectos, podrá asegurar su resistencia y durabilidad con la incorporación del aditivo Sika® Cem Plastificante. Además, brindar un aporte a la industria de la construcción, mediante la aplicación de tecnologías aplicadas al concreto con solicitudes convencionales y especiales; certificando las propiedades mecánicas del concreto. Al contar con una alternativa para optimizar el uso de los materiales de construcción, se generará beneficios tanto en propietarios y constructores.

1.5.4 Justificación técnica.

Para un manejo óptimo de los recursos con procesos de construcción tecnificados, aprovechando los beneficios de productos químicos como los aditivos para el concreto, así poder elaborar mezclas de concreto con el uso óptimo de los recursos. Con la finalidad de contrarrestar el incremento de residuos provenientes de las actividades de demolición y construcción, a través del reciclaje de los principales componentes requeridos para la elaboración de concreto.

1.6 Hipótesis

El Aditivo Sika® Cem Plastificante influye eficientemente en el diseño mezclas de concreto de alta resistencia utilizando concreto reciclado.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general.

Estudiar la influencia del Aditivo Sika® Cem Plastificante en el comportamiento y resistencia de concretos diseñados a partir del uso de concreto reciclado como agregado grueso, para concreto de alta resistencia.

1.7.2 Objetivos específicos.

1. Ensayar los agregados naturales de cantera y el concreto reciclado.
2. Elaborar diseños mezclas para concretos de altas resistencias.
3. Evaluar el comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.
4. Analizar los costos de producción de concretos de altas resistencias.
5. Estudiar la correlación entre la resistencia a la compresión con el número de rebote y el pulso ultrasonido.

1.8 Delimitación de la investigación.

Para la presente investigación abarca únicamente la ciudad de Chiclayo, ubicada al noroeste peruano, capital de la provincia homónima y del departamento de Lambayeque.

Se han considerado únicamente los parámetros atmosféricos presentes en esta ciudad y su implicancia en el desarrollo de los ensayos aplicados en el Laboratorio de Materiales de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán.

Únicamente se ha estudiado el concreto reciclado de la planta “Tubos y Postes” S.R.L., tratándose de un material proveniente de la demolición y trituración del concreto en estado endurecido de “postes”, siendo elementos prefabricados en dicha planta de producción.

CAPÍTULO II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación.

Investigación Experimental., porque se evaluaron la relación que exista entre las muestras de concreto convencional y concreto hecho con proporciones representativas de Concreto Reciclado y Aditivo Sika® Cem Plastificante, como sus comportamientos en estado fresco y endurecido y su desenvolvimiento en bajo solicitaciones de resistencia.

Se utilizaron materiales convencionales para mezcla, además de proporciones de concreto reciclado, con la complementación del aditivo Sika® Cem Plastificante, cuya finalidad será diseñar el diseño de concretos de resistencias $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

2.1.2 Diseño de investigación.

A través de la manipulación del porcentaje de Aditivo Sika® Cem Plastificante, bajo condiciones de diseño rigurosamente controladas, se estudió su influencia en el comportamiento de concreto de alta resistencia. Además, se analizó qué modo influye y determina la resistencia última en el concreto de alta resistencia.

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población.

Ñaupas, Mejía y Novoa (2013) manifiestan que la población está compuesta por personas la cuales son causa de investigación. Destacan que la población es el universo en las investigaciones naturales.

La población está conformada elementos cilíndricos de concreto de 6" de diámetro y 12" de altura, vigas de 6" de ancho con 6" de altura y 21" de longitud, 33 muestras cilíndricas de 10" de diámetro y hasta 8" de altura.

2.2.2 Muestra.

Ñaupas, Mejía y Novoa (2013) expresan que es el parte de la población total, las cuales son seleccionados por una serie de métodos diversos, pero siempre teniendo en cuenta la representatividad del universo.

Se contó con elementos únicos para cada ensayo. Se detalla a continuación el número de elementos necesarios para cada ensayo.

Tabla 23

Muestra de estudio.

Código de ensayo	Número de elementos
NTP 339.034:2015	324
NTP 339.035:2015	27
NTP 339.046:2008	27
NTP 339.077:2013	27
NTP 339.079:2012	54
NTP 339.082:2017	27
NTP 339.080:2017	27
NTP 339.181:2013	81
NTP 339.184:2013	27
NTP 339.185:2013	4
NTP 339.237:2012	81
NTP 400.012:2013	4
NTP 400.021:2013	4
NTP 400.019:2013	2
NTP 400.022:2013	2

Fuente: Elaboración propia.

Contando con un total de 324 probetas cilíndricas, 54 vigas, 27 muestras en estado fresco, 8 muestras de agregado fino natural, 8 muestras de agregado grueso natural, 8 muestras de agregado grueso reciclado, 8 muestras de agregado grueso reciclado.

2.3 Variables, operacionalización

2.3.1 Variables.

La manipulación o variación de una variable independiente puede realizarse en dos o más grados. El nivel mínimo de manipulación es de presencia-ausencia de la variable independiente. Cada nivel o grado de manipulación involucra un grupo en el experimento.

Este nivel o grado implica que un grupo se expone a la presencia de la variable independiente y el otro no. Posteriormente, los dos grupos se comparan para saber si el grupo expuesto a

la variable independiente difiere del grupo que no fue expuesto. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2017).

Así definimos que el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia se verá expuesto a la variación de los porcentajes del aditivo para concreto, así como de las proporciones de concreto reciclado. Se medirá el grado de influencia y la variación que éstos ejerzan sobre los diseños, realizando el estudio del concreto en estado fresco y endurecido para delimitar su influencia.

2.3.1.1 Variable independiente.

VI 1: Aditivo para concreto.

VI 2: Concreto reciclado.

2.3.1.2 Variable dependiente.

VD 1: Diseños de mezclas de concreto de alta resistencia.

2.3.2 Operacionalización.

Es un proceso metodológico que consiste en descomponer o desagregar deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; es decir, las variables se dividen (si son complejas) en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices e ítems; pero si son concretas solamente en indicadores, índices e ítems. (Carrasco Díaz, 2005)

A continuación, se presenta el cuadro de la descomposición de las variables en dimensiones, indicadores y las técnicas de recolección de datos que se utilizaron; que tiene como propósito construir la matriz metodológica.

Tabla 24*Operacionalización de variables independientes.*

Variable independiente	Dimensión	Indicadores	Subindicador	Índice	Técnica de recolección de información	Instrumentos de recolección de información	Instrumentos de medición
Aditivo para concreto.	Propiedades	Porcentaje	-	%	Observación y Análisis de Documentos	Guía de documentos	Tubos graduados
	Normatividad	Fluidez	-	mm			Ficha técnica
Concreto reciclado		Normatividad	ASTM C-494	Reductores de agua Superplastificante	Tipo G	Análisis de Documentos	Análisis de documentos
	ASTM C-1017		Tipo II				
	Agregados	Agregado fino	NTP 400.017:2011	mm	Observación y análisis de documentos	Guía de observación	Formatos y ensayos en el laboratorio de materiales de la USS
			NTP 400.022:2013	kg/m ³			
		NTP 339.185:2013	kg/m ³				
		NTP 400.012:2013	mm				
Agregado grueso	NTP 400.017:2011	kg/m ³					
	NTP 400.021:2013	kg/m ³					
Propiedades	Porcentaje	-	NTP 339.185:2013	kg/m ³	Observación y Análisis de Documentos	Guía de documentos	Balanza
			NTP 400.012:2013	%			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25*Operacionalización de variable dependiente.*

Variable dependiente	Dimensión	Indicadores	Subindicador	Índice	Técnica de recolección de información	Instrumentos de recolección de información	Instrumentos de medición
Diseños de mezclas de concreto de alta resistencia.	Estructura	Cemento	Pacasmayo Tipo I	kg	Observación y análisis de documentos	Guía de observación	Balanza
		Agregados	Agregado fino Agregado fino reciclado				
		Aditivo Sika® Cem Plastificante	Agregado grueso Dosificación del aditivo	lt			Tubos graduados
		Agua	Dosificación del agua	lt			
	Propiedades Mecánicas	Contenido de aire	NTP 339.083:2013	%	Observación y análisis de documentos	Guía de observación	Cámara de Aire horizontal
		Temperatura	NTP 339.184:2013	°C			Termómetro
		Tiempo de fraguado	NTP 339.082:2017	Horas			Penetrómetro
		Resistencia a la compresión	NTP 339.034: 2015	kg/cm ²			Prensa Hidráulica
		Número de rebote	NTP 339.181:2013	R			Esclerómetro
		Velocidad de pulso ultrasonido	NTP 339.237:2012	m/s			Aparato de Inspección PND

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas de recolección.

Observación: Se estudió los efectos que genera la adición de los aditivos acelerantes al concreto convencional, y se anotarán los resultados parciales que se obtengan.

Análisis de Documentos: Se tuvo en cuenta libros, tesis, revistas, normas técnicas, etc., relacionados al tema que se investigó.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.

Ensayos de laboratorio: La Universidad Señor de Sipán a través de su Laboratorio de Ensayos de Materiales nos proporcionó los Formatos estándares para el diseño de mezclas de concreto patrón (convencional) y del diseño de mezclas de concreto de alta resistencia con proporciones de concreto reciclado y adiciones de aditivo.

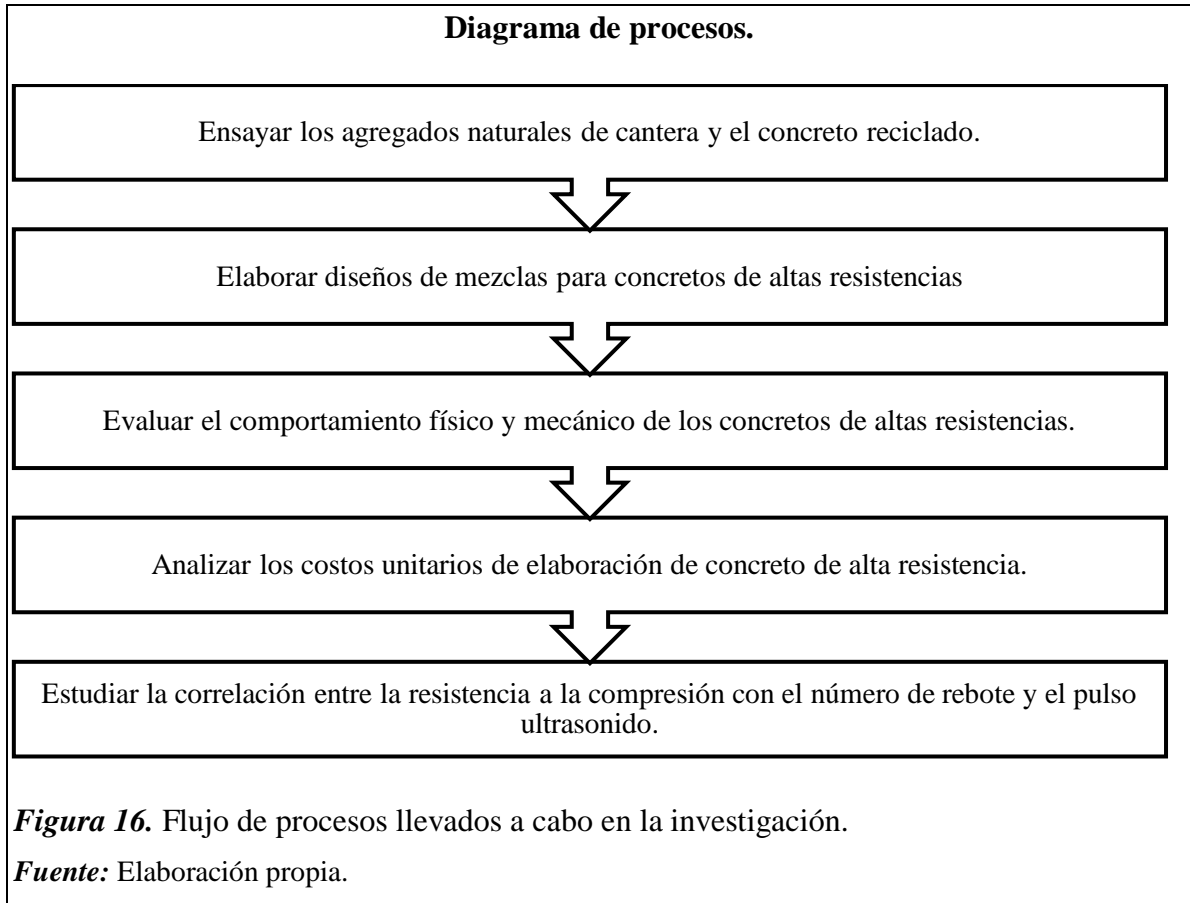
Guía de documentos: Se empleó como guía de documentos, las normativas ASTM y NTP; las cuales establecen especificaciones adecuadas en cuanto a la ejecución de ensayos de laboratorio a fin de obtener resultados confiables.

2.4.3 Validez y confiabilidad.

Cada ensayo realizado será respaldado con la norma respectiva, correspondiente al ensayo en mención. Cuando no se disponga de alguna norma peruana para poder respaldar ese ensayo, se hará uso de normas extranjeras, en tal caso sea un ensayo no normado; es decir, experimental, será respaldado por algún trabajo de investigación que anteriormente ya haya hecho uso de este. En referencia a la confiabilidad de los resultados, la mayoría de estos fue realizado en los laboratorios de la Universidad Señor de Sipán, aquellos ensayos que no han sido realizados dentro de sus instalaciones, por diferentes motivos, serán respaldados con las imágenes y memoria de cálculo respectivas. Cabe resaltar que la confiabilidad del ensayo depende mucho de la calibración de los equipos.

2.5 Procedimientos de análisis de datos

2.5.1 Diagrama de flujo de procesos.



2.5.2 Descripción de procesos.

2.5.2.1 Ensayos aplicados a los agregados naturales de cantera y al concreto reciclado.

A Ensayos aplicados a los agregados finos.

A.1 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

- Las pesadas se hacen con 0.1% de aproximación.
- Se seca la muestra a 110°C +/- 5°C hasta que, en 2 pesadas sucesivas y separadas por una hora de secado, su peso no difiera en más de 0.1% entre ambas mediciones.
- El tamizado se hace a través de tamices que cumplan con la norma NTP 350.001.

Muestra de agregado fino luego de haber sido tamizado por las mallas normalizadas según NTP 350.001.



Figura 17. Muestra de agregado fino luego de haber sido tamizado sucesivamente por las mallas según NTP 350.001.

Fuente: Elaboración propia.

- El material para tamizarse se colocará en la malla superior, las que estarán dispuestas en orden decreciente según tamaño de aberturas.
- El tamizado se puede hacer a mano o mediante el empleo de una máquina adecuada. Sin embargo, en caso de duda, se toma por válido el tamizado a mano.
- Se tomará cada tamiz con su tapa y base y se imprimirá movimiento permanente con direcciones frecuentemente cambiantes. Para ello se imprime al tamiz los distintos movimientos de vaivén; adelante, atrás, izquierda, derecha. Arriba, abajo y circular.
- En ningún caso se facilita con la mano, el pasaje de una partícula a través del tamiz.
- Se da por finalizada la operación del tamizado cuando en el transcurso de un minuto no pasa más del 1% en peso del material retenido sobre el tamiz.

A.2 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009).

A.2.1 Peso unitario suelto.

- El recipiente se llena con una pala hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm por encima de la parte superior del recipiente. Se deben tomar precauciones para impedir en lo posible la segregación de partículas. El agregado sobrante se elimina con una reglilla.
- Se determina el peso neto del agregado en el recipiente. Y se obtiene el peso unitario suelto dividiendo el peso neto del agregado entre el volumen del recipiente.

Muestra de agregado fino reciclado antes del ensayo.



Figura 18. Muestra de agregado fino reciclado para el ensayo de peso unitario suelto.

Fuente: Elaboración propia.

A.2.2 Peso unitario compactado.

- Llenar hasta la tercera parte del recipiente y nivelar la superficie con la mano. Se apisona la masa con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se vuelve a llenar hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como anteriormente.
- Luego se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante usando la barra compactadora como regla

- Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficientemente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado en el recipiente.
- El Peso unitario compactado se halla dividiendo el peso del material compactado entre el volumen del recipiente.

Compactado de agregado fino reciclado dentro del molde metálico.



Figura 19. Proceso de compactación de agregado fino reciclado, goleándose 25 veces cada capa una con la barrilla compactadora.

Fuente: Elaboración propia.

A.3 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

- Colocar aproximadamente 1000 gr. de agregado fino, obtenido del agregado que se desea ensayar por el método de cuarteo en un envase adecuado, luego se procede a secarla a peso constante a una temperatura de 100°C a 110°C.
- Cubrir la muestra con agua y se deja en reposo durante 24 horas.
- Extender sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y remover con frecuencia para garantizar un secado uniforme. Continuar esta

operación hasta que los granos del agregado fino no se adhieran marcadamente entre sí. Luego colocar el agregado fino en forma suelta en el molde cónico y golpear la superficie 25 veces con la barra de metal y levantar el molde verticalmente. Si existe humedad libre, el cono de agregado fino mantendrá su forma. Se prosigue con el secado revolviendo constantemente y se prueba a intervalos frecuentes hasta el momento en que el cono se derrumbe al quitar el molde, esto significa que el agregado fino presenta una condición de superficie seca.

Colocación del agregado fino reciclado dentro del molde cónico.



Figura 20. Colocación del agregado fino reciclado dentro del molde cónico.

Fuente: Elaboración propia.

- Se introduce de inmediato en el frasco una muestra de 500 gramos del material preparado, se llena de agua hasta alcanzar casi la marca de 500 cm³ a una temperatura de 23°C +/- 2°C. Después de aproximadamente una hora se llena con agua hasta la marca de 500 cm³ y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1 g.

Muestra de agregado fino reciclado introducida en fiola de 500 cm³.

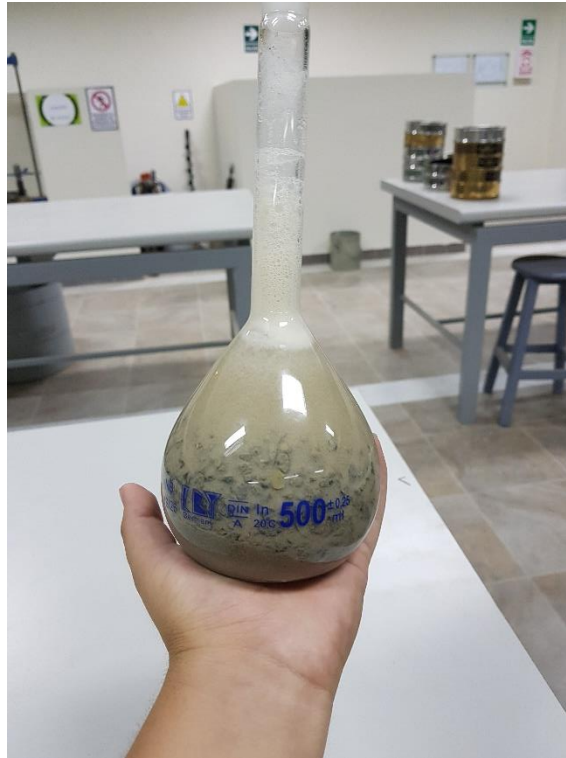


Figura 21. Muestra de agregado fino reciclado introducida en frasco de 500 cm³ y llenada con agua hasta marcar 500 cm³ para una temperatura aproximada de 23°C ± 2°C.

Fuente: Elaboración propia.

A.4 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

- Pesar 500 gr. del material en estado natural (W_n). luego se coloca en el horno en un tiempo de 24 horas, para obtener el peso seco (W_s), con la finalidad de obtener el contenido de humedad.

Muestras de agregado fino reciclado y agregado fino natural puestas en horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.



Figura 22. Muestras de agregado fino reciclado y agregado fino natural puestas en horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Fuente: Elaboración propia.

A.5 Análisis mineralógico por difracción de Rayos X del agregado fino.

- Tomar aleatoriamente 4 una muestras de por lo menos 5 kilogramos en una bandeja apropiada y limpia.
- Realizar el cuarteo de la muestra y tomar aproximadamente 500 gr como muestra representativa.
- Preparar dicha muestra en una bolsa hermética para ser llevada al laboratorio para su estudio colocando el nombre que le corresponde.

Muestra significativa de agregado fino reciclado para ser analizada por difracción por rayos X.



Figura 23. Muestra significativa de agregado fino reciclado para ser analizada por difracción por rayos X.

Fuente: Elaboración propia.

B Ensayos aplicados a los agregados gruesos.

B.1 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

- Las pesadas se hacen con 0.1% de aproximación.
- Se seca la muestra a 110°C +/- 5°C hasta que, en 2 pesadas sucesivas y separadas por una hora de secado, su peso no difiera en más de 0.1% entre ambas mediciones.
- El tamizado se hace a través de tamices que cumplan con la norma NTP 350.001.
- El material para tamizarse se colocará en la malla superior, las que estarán dispuestas en orden decreciente según tamaño de aberturas.
- El tamizado se puede hacer a mano o mediante el empleo de una máquina adecuada. Sin embargo, en caso de duda, se toma por válido el tamizado a mano.
- Se tomará cada tamiz con su tapa y base y se imprimirá movimiento permanente con direcciones frecuentemente cambiantes. Para ello se imprime al tamiz los distintos movimientos de vaivén; adelante, atrás, izquierda, derecha. Arriba, abajo y circular.
- En ningún caso se facilita con la mano, el pasaje de una partícula a través del tamiz.

- Se da por finalizada la operación del tamizado cuando en el transcurso de un minuto no pasa más del 1% en peso del material retenido sobre el tamiz.

Tamizado de agregado grueso de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe.



Figura 24. Tamizado de agregado grueso de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe.

Fuente: Elaboración propia.

B.2 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009).

B.2.1 Peso unitario suelto.

- El recipiente se llena con una pala hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm por encima de la parte superior del recipiente. Se deben tomar precauciones para impedir en lo posible la segregación de partículas. El agregado sobrante se elimina con una reglilla.
- Se determina el peso neto del agregado en el recipiente. Y se obtiene el peso unitario suelto dividiendo el peso neto del agregado entre el volumen del recipiente.

Medición del peso suelto húmedo de concreto reciclado grueso.



Figura 25. Medición del peso suelto húmedo de concreto reciclado grueso.

Fuente: Elaboración propia.

B.2.2 Peso unitario compactado.

- Llenar hasta la tercera parte del recipiente y nivelar la superficie con la mano. Se apisona la masa con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se vuelve a llenar hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como anteriormente.
- Luego se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante usando la barra compactadora como regla
- Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficientemente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado en el recipiente.
- El Peso unitario compactado se halla dividiendo el peso del material compactado entre el volumen del recipiente.

Compactación del agregado grueso reciclado en el molde metálico para la medición del peso compactado húmedo.



Figura 26. Compactación del agregado grueso reciclado en el molde metálico para la medición del peso compactado húmedo.

Fuente: Elaboración propia.

B.3 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3ª Edición.

- Las muestras de agregado grueso, de 3 kg cada una, son saturadas en agua por 24 horas. Después de ese periodo de tiempo se retira el agua, y aquella queda en la superficie de las partículas se seca para determinar el peso.
- Luego, dicha muestra se coloca en una canastilla sumergida en agua y se determina el volumen de la muestra. Por último, la muestra es secada en horno por 24h y es pesada nuevamente para determinar el peso específico de masa.

Muestra de agregado grueso de la cantera Tres Tomas, sumergido en la canastilla metálica para el cálculo del peso sumergido.



Figura 27. Muestra de agregado grueso de la cantera Tres Tomas, sumergido en la canastilla metálica para el cálculo del peso sumergido.

Fuente: Elaboración propia.

B.4 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

- Pesar 1000 gr. del material en estado natural (W_n). luego se coloca en el horno en un tiempo de 24 horas, para obtener el peso seco (W_s), con la finalidad de obtener el contenido de humedad.

Muestra de agregado grueso secado al horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ para estimar el contenido de humedad.



Figura 28. Muestra de agregado grueso secado al horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ para estimar el contenido de humedad.

Fuente: Elaboración propia.

B.5 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.

- Colocar la muestra de ensayo y la carga abrasiva en las máquinas de Los Ángeles y rotar a una velocidad de 30 rpm durante 500 revoluciones. La máquina se acciona y estará equilibrada de manera que mantenga una velocidad periférica sustancialmente uniforme.
- Después del número de revoluciones prescritas se descarga el material y hacer una separación preliminar de la muestra en un tamiz de abertura mayor que el tamiz N°12 (1.70 mm).
- Tamizar la porción más fina en el tamiz 1.70 mm (N° 12) conforme se indica en la Norma NTP 400.012 de granulometría.
- Lavar el material más grueso que el tamiz 1. 70 mm (N° 12) y se seca a temperatura 105°C a 110°C hasta un peso sustancialmente constante y se pesa con aproximación de 1 gr.

Máquina de los Ángeles para determinar la resistencia a la degradación de los agregados gruesos.



Figura 29. Máquina de los Ángeles para determinar la resistencia a la degradación de los agregados gruesos.

Fuente: Elaboración propia.

B.6 Análisis mineralógico por difracción de Rayos X del agregado grueso.

- Tomar aleatoriamente 4 una muestras de por lo menos 5 kilogramos en una bandeja apropiada y limpia.
- Realizar el cuarteo de la muestra y tomar aproximadamente 500 gr como muestra representativa.
- Preparar dicha muestra en una bolsa hermética para ser llevada al laboratorio para su estudio colocando el nombre que le corresponde.

Muestra representativa de agregado grueso reciclado seleccionada para el análisis por difracción de rayos X.



Figura 30. Muestra representativa de agregado grueso reciclado seleccionada para el análisis por difracción de rayos X.

Fuente: Elaboración propia.

C Relación de proporciones.

Procedimiento de triturado del concreto reciclado en las instalaciones de la empresa Piedra Azul en Pisci.



Figura 31. Procedimiento de triturado del concreto reciclado en las instalaciones de la empresa Piedra Azul en Pisci.

Fuente: Elaboración propia.

- Efectuar este procedimiento luego del proceso de trituración del concreto reciclado en la planta chancadora Piedra Azul.
- Tomar aleatoriamente 30 muestras de aproximadamente 2 kg cada una para ser tamizadas por la malla normalizada N° 4 (4.75 mm).
- Separar cuidadosamente el material que pasa (agregado fino reciclado) y que es retenido (agregado grueso reciclado) por la malla N° 4.
- Usar en una balanza con precisión de 1 gramo para estimar el peso de cada agregado reciclado.
- Repetir este proceso para cada muestra.

2.5.2.2 Diseños de mezclas para concretos de altas resistencias.

A Información necesaria

- Análisis granulométrico de los agregados
- Precio unitario comportado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino ingreso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Perfil y textura de los agregados
- Tipo y marca del cemento
- Peso específico del cemento
- Tipo y marca de aditivo para concreto
- Densidad del aditivo para concreto
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

B Procedimiento para el diseño de mezcla.

Los siguientes pasos se consideran fundamentales en el proceso de selección de proporciones de mezcla para alcanzar propiedades deseadas del concreto

- Paso 1. Estudio detallado de los planos y especificaciones.
- Paso 2. Selección de la resistencia promedio. Requerida
- Paso 3 Selección del tamaño máximo nominal

- Paso 4. Elegir la consistencia de la mezcla en función al asentamiento
- Paso 5. Determinar el volumen de agua de mezclado
- Paso 6. Determinar porcentaje de aire atrapado
- Paso 7. Seleccionar la relación agua cemento por resistencia deseada en el elemento estructural.
- Paso 8. Selección de relación agua cemento requerida en función de durabilidad.
- Paso 9. Seleccionar la menor de las relaciones agua/cemento elegidas por resistencia y durabilidad.
- Paso 10. Determinar factor cemento por unidad cúbica de concreto
- Paso 11. Determinar proporciones relativas de los agregados fino y grueso.
- Paso 12. Determinar empleando el método de diseño seleccionado, las proporciones de mezcla considerando el agregado está en estado seco.
- Paso 13. Corregir dichas proporciones en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad.
- Paso 14. Ajustar las proporciones seleccionadas de acuerdo a los resultados de ensayo de la mezcla realizados.
- Paso 15. Ajustar las proporciones finales de acuerdo a los resultados realizados bajo condiciones de obra.
- Paso 16. Elaborar una primera muestra de prueba para la corrección por Slum.

Corrección por Slum de mezclas de prueba.



Figura 32. Corrección por Slum de mezclas de prueba.

Fuente: Elaboración propia.

- Paso 17. Vaciado de 3 probetas de prueba para cada diseño de muestra para evaluar la resistencia crítica de diseño f'_{cr} .

Probetas de muestra a la edad de 7 días para evaluación de la resistencia crítica de diseño f'_{cr}



Figura 33. Probetas de muestra a la edad de 7 días para evaluación de la resistencia crítica de diseño f'_{cr} .

Fuente: Elaboración propia.

- Paso 18. Ensayar las probetas de prueba a los 7 días de edad.
- Paso 19. Corrección de f'_{cr} .
- Paso 20. Diseño definitivo.
- Paso 21. Elaboración de mezcla definitiva

Elaboración de mezclas definitivas para la elaboración de elementos de concreto simple para ser estudiados en estado fresco y endurecido.



Figura 34. Elaboración de mezclas definitivas para la elaboración de elementos de concreto simple para ser estudiados en estado fresco y endurecido.

Fuente: Elaboración propia.

- Paso 22. Vaciado de probetas y vigas para el estudio del concreto en estado endurecido.

Materiales necesarios para el vaciado de un volumen de 0.100m³ de concreto”.



Figura 35. Materiales usados en la elaboración de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

- Paso 22. Vaciado de probetas y vigas para el estudio del concreto en estado endurecido.
- Paso 23. Curado de elementos de concreto (probetas y vigas) en posa adecuada para el proceso.

Curado de 324 probetas y 57 vigas que representan la muestra de esta investigación.



Figura 36. Curado de 324 probetas y 54 vigas que representan la muestra de esta investigación.

Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.3 Evaluación del comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.

A Ensayos al concreto en estado fresco

A.1 CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4a. Edición.

- Los materiales para emplear son: Una bandeja metálica que no absorba agua, una varilla de acero liso con Φ 5/8" y 2 pies de longitud y en los extremos terminados en punta roma, un molde con forma de tronco de cono, con 4" de diámetro en la base

superior y de 8" de diámetro en la base inferior y 12" de altura. Un cucharón para vaciar la mezcla.

- Colocar el molde cónico sobre la bandeja metálica, ambos previamente humedecidos. Manteniendo inmóvil el molde cónico verter en él, concreto, llenándolo en tres capas (en cada una dando 25 golpes con la varilla, en forma helicoidal) tratando que cada una ocupe un tercio del molde.
- Luego retirar el molde en forma vertical, inmediatamente después medir el asentamiento o slump de la mezcla de concreto, con respecto de la altura del molde cónico.

Medición del asentamiento del concreto.



Figura 37. Medición del asentamiento del concreto.

Fuente: Elaboración propia.

A.2 CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión. 3ª Edición.

- Llenado del recipiente: El recipiente se llene hasta un tercio de su capacidad y la masa del concreto se compacta con el número de golpes que se indican a

continuación. De la misma manera se proceden con las dos capas restantes, cuidando que la última tenga un ligero exceso.

- Compactación: Al compactar la primera capa, la barra no debe golpear el fondo del recipiente. Al compactar la segunda y tercera capa se aplica la fuerza necesaria para hacer que la barra penetre ligeramente en la superficie de la capa anterior. Los golpes de la compactación se distribuyen uniformemente sobre la sección. Cuando se use un recipiente de $\frac{1}{2}$ pie³, cada capa se compactará con 50 golpes.
- La superficie exterior del recipiente se golpea con cuidado de 10 a 15 veces o hasta que no aparezcan burbujas grandes de aire en la superficie de la capa compactada.
- Alisado, limpiado y pesado: La superficie superior se alisa y termina con un aplaca de cubierta plana, teniendo mucho cuidado de dejar el recipiente lleno justo hasta su nivel superior. El material adherido en las paredes externas se limpia y luego el recipiente lleno se pesa con aproximación de 50 gramos.

A.3 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 2ª Edición.

- Colocar el dispositivo medidor de temperatura en la mezcla de concreto fresco de modo que la porción del sensor de temperatura este sumergido un mínimo de 3 pulgadas (75 mm).

Medición de la temperatura de mezclas.



Figura 38. Medición de la temperatura de mezclas.

Fuente: Elaboración propia.

- Presionar suavemente el concreto superficial alrededor del dispositivo medidor de temperatura de modo que la temperatura del aire ambiental no afecte la lectura.
- Dejar el dispositivo medidor de temperatura en la mezcla de concreto fresco por un periodo mínimo de 2 min hasta que la temperatura se estabilice, entonces lea y registre la temperatura.
- Completar la medición de la temperatura en el concreto fresco dentro de los 5 minutos después de obtener la muestra.

A.4 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

- Llenado del recipiente: Llenarlo hasta un tercio de su capacidad y la masa del hormigón se compacta con el número de golpes indicados. De la misma manera se proceden en las dos capas restantes, cuidando que la última tenga un ligero exceso.
- Compactación: Al compactar la primera capa, la barra no debe golpear el fondo del recipiente. Al ejecutar en la segunda y tercera capa se aplica la fuerza necesaria para hacer que la barra penetre ligeramente en la superficie de la capa anterior.

Medición del peso unitario del concreto fresco.



Figura 39. Medición del peso unitario del concreto fresco.

Fuente: Elaboración propia.

- Los golpes de la compactación se distribuyen uniformemente sobre la sección. Cuando se use un recipiente de 14 dm³ (½pie³) cada capa se compactará con 25 golpes, y cuando se use el recipiente de 28 dm³ (1 pie³) cada capa se compactará con 50 golpes.
- Golpear la superficie exterior de 10 a 15 veces o hasta que no aparezcan burbujas de aire en ella.
- Alisado, limpiado y pesado: La superficie superior se alisa y termina con una placa de cubierta plana, teniendo mucho cuidado de dejar el recipiente lleno justo hasta su nivel superior. Limpiar el material adherido en las paredes externas y luego pesar el recipiente lleno con aproximación de 50 gramos.

A.5 CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.

- Antes del ensayo retirar el agua que haya subido a la superficie de la muestra.
- Según el estado de endurecimiento del mortero, colocar en el aparato una aguja de tamaño apropiado que esté en contacto con el mortero. Aplicar una fuerza vertical gradual y uniforme hacia abajo hasta lograr una penetración de 25 mm en un tiempo aproximado de 10 segundos.
- Registrar la fuerza aplicada, el área de la aguja de penetración y la hora del ensayo.
- En posteriores ensayos de penetración se debe tener cuidado en eludir sitios en los cuales el mortero ha sido alterado por penetraciones previas. La distancia libre entre la aguja y el sitio de cualquier penetración anterior debe ser al menos de 2 veces el diámetro de la aguja que se use, pero en ningún caso inferior a 15 mm. Se debe dejar una distancia libre entre la aguja y la pared del recipiente por lo menos de 25mm.
- Para muestras normales y temperaturas normales, el primer ensayo se debe hacer cuando haya transcurrido 3h. a 4h. y los demás ensayos cada hora. Para mezclas aceleradas o altas temperaturas, se recomienda realizar el primer ensayo cuando hayan transcurrido 1 h. a 2h. y los demás ensayos a intervalos de 0.5h. Para condiciones de baja temperatura o mezclas de hormigón retardado, el primer ensayo debe practicarse cuando hayan transcurrido 4h. a 6h. o más, los posteriores deben hacerse a intervalos de 1h., a menos que el incremento de resistencia a la penetración indique que son aconsejables intervalos más cortos.

- Para cada ensayo de fraguado se deben hacer por lo menos 6 penetraciones y los intervalos de tiempo entre ellas serán tales que suministren puntos adecuados y lo suficientemente espaciados para dibujar una curva satisfactoria de velocidad de endurecimiento. Las penetraciones deben continuarse hasta alcanzar una resistencia de por lo menos 280 daN/cm² (280 kgf/cm).

Procedimiento de medición del esfuerzo de medición a la penetración



Figura 40. Uso de Penetrómetro para determinar el esfuerzo a la penetración en diferentes intervalos de tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

- El tiempo de fragua final, es aquel transcurrido desde el contacto inicial, cemento agua, hasta que el concreto alcance una resistencia a la penetración de 4000 lb/plg².

A.6 CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto. 3ª Edición.

- Durante el ensayo mantener la temperatura ambiente entre 18°C y 24°C. Inmediatamente después de llenar, nivelar y alisar la superficie del recipiente anotar la hora, peso y su contenido.
- Coloca el recipiente sobre una plataforma nivelada o sobre un piso libre de vibraciones y tapar, manteniendo la misma en su lugar durante el ensayo.
- Extraer el agua que se haya acumulado en la superficie (con la pipeta o instrumento similar) a intervalos de 10 min durante los primeros 40 min, y de allí en adelante a intervalos de 30 min. Para facilitar la extracción del agua de exudación, inclinar la probeta cuidadosamente colocando un taco de aproximadamente 5 cm de espesor por debajo de uno de los lados del recipiente 2 min antes de extraer el agua.

Extracción de volúmenes de agua presente en la superficie del concreto debido al proceso de exudación del concreto.

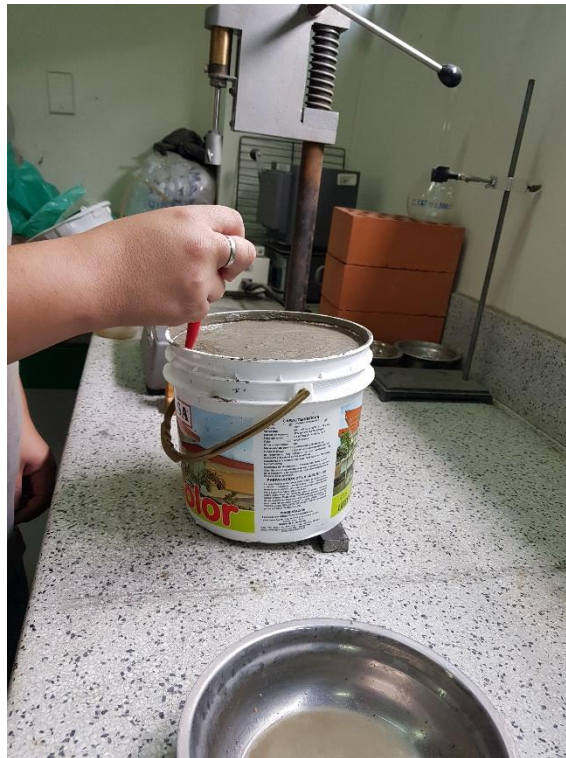


Figura 41. Extracción de volúmenes de agua presente en la superficie del concreto debido al proceso de exudación del concreto.

Fuente: Elaboración propia.

- Después que el agua haya sido extraída, se devuelve el recipiente a su posición original sin golpearlo. Después de cada extracción se transfiere el agua a un tubo graduado. Anotar la cantidad acumulada de agua después de cada transferencia. En el caso de requerirse solamente el volumen total de agua exudada el procedimiento de extracción periódica puede ser omitido y la extracción se hará en una sola operación.
- Si se desea obtener el peso del agua exudada sin inclusión de materias extrañas, se deberá decantar cuidadosamente el contenido del cilindro en un cubilete de metal.

B Ensayos al concreto en estado endurecido

B.1 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.

- Mediciones: El diámetro de la probeta se determina, mediante un vernier, con la aproximación de 0.1 mm promediando las longitudes de dos diámetros normales en la zona central de la probeta. La altura de la probeta, incluyendo las capas de terminado se miden con aproximación de un milímetro.
- Colocación de la probeta: Antes de iniciar cada ensayo, se limpian cuidadosamente las superficies planas de contacto de los bloques superior e inferior de la máquina y también ambas bases de cada probeta. Se coloca la probeta sobre el bloque inferior de apoyo, y se encuentra sobre la superficie de este, tratando que la probeta quede centrada en el bloque superior.
- Al iniciarse el acercamiento de la probeta al bloque superior, la parte móvil de éste se hace rotar suavemente en forma manual, con el fin de facilitar un contacto uniforme y sin choques con la base superior de la probeta.
- Velocidad de carga: Es fundamental aplicar la carga en forma continua, evitando choques. La velocidad para la probeta cilíndrica normal de 152 mm de diámetro y 305 mm de altura está comprendida entre 21 N/s (210 kg/s) y 63 N/s (630 kg/s).
- Se continúa aumentando la carga hasta producir la rotura de la probeta registrando el valor de la carga máxima, el tipo de rotura y además toda otra observación relacionada con el aspecto del hormigón en la zona de rotura.

- En los momentos finales del ensayo, cuando la probeta se deforma rápidamente, no se debe modificar la velocidad de aplicación de la carga.

Elementos seleccionados para ser ensayados.



Figura 42. Elementos de concreto, seleccionados para determinar su resistencia a la compresión.

Fuente: Elaboración propia.

Lectura de la carga aplicada sobre la probeta para determinar el esfuerzo a la compresión.



Figura 43. Lectura de la carga aplicada sobre la probeta para determinar el esfuerzo a la compresión.

Fuente: Elaboración propia.

B.2 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición.

- La muestra se voltea sobre uno de sus lados con respecto a la posición inicial de vaciado y se centra con respecto a las placas de apoyo.
- Las placas de aplicación de carga se ponen en contacto con la probeta y entre los puntos extremos del tercio central de la luz libre. En caso de no estar en contacto completa la muestra en su cara inferior será necesario utilizar una superficie uniforme que hará que se le imparta correctamente la carga en la muestra.
- La carga debe aplicarse perpendicularmente a la cara superior de la viga de manera tal que se evite toda excentricidad.

Colocación de vigas para ser ensayados para determinar la resistencia a la flexión del concreto.



Figura 44. Técnico del Laboratorio de Materiales verificando el correcto desarrollo del ensayo para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto.

Fuente: Elaboración propia.

B.3 CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría). 2ª Edición.

- Una vez seleccionados los cilindros a ensayar, se pesan en una balanza con precisión de ± 0.1 g, se realizan las mediciones localizando en donde se aplicará el impacto del martillo de rebote, ya que no se pueden presentar varias mediciones en una distancia menor 25 mm
- Seleccionar la zona a ensayar y pulirla con la piedra abrasiva.

Proceso de pulido de las caras de probetas a ser ensayadas.



Figura 45. Proceso de pulido de las caras de probetas a ser ensayadas.

Fuente: Elaboración propia.

- Sostener firmemente el instrumento en una posición que permita que émbolo golpee perpendicularmente a la superficie a ensayar. Incrementar gradualmente la presión sobre el émbolo hasta que el martillo golpee.

Posicionamiento del instrumento (esclerómetro) sobre una cara de la probeta para tomar lecturas del número de rebote.



Figura 46. Procedimiento de obtención del número de rebote del concreto, procurando la verticalidad del instrumento.

Fuente: Elaboración propia.

- Después del impacto mantener la presión sobre el instrumento, y si fuera necesario, oprimir el botón al lado del instrumento para bloquear el émbolo en su posición retraída. Leer el número de rebote en la escala, al más cercano número entero y registrar la lectura.
- Tomar 10 lecturas de cada área de ensayo. No se deben hacer dos impactos en menos de 25 mm
- Examinar la impresión hecha sobre la superficie después del impacto y descartar la lectura si el impacto agrieta o rompe una superficie cercana con vacíos.

B.4 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la velocidad de pulso a través del concreto.

C Calibración y verificación del funcionamiento del equipo.

- Verificar que el equipo está funcionando correctamente y realizar la calibración y puesta a tiempo de los componentes del equipo.

Verificación del funcionamiento del equipo por parte del técnico del laboratorio.



Figura 47. Verificación del funcionamiento del equipo por parte del técnico del laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

- Aplicar el agente de acoplamiento en las caras del transductor y presiónelos sobre la superficie del elemento calibrador.

Gel acoplante Proceq.



Figura 48. Gel acoplante para transductores de la marca Proceq.

Fuente: Elaboración propia.

- Una vez calibrado el equipo, ingresar los datos, así como las unidades de salida de la toma de datos

Calibración del equipo ultrasonido.



Figura 49. Calibración del equipo ultrasonido.

Fuente: Elaboración propia.

D Toma de datos.

- Limpiar las caras de las probetas, verificando la inexistencia de cualquier tipo agente que pueda rayar los transductores.
- Aplicar el gel acoplante en las caras de los transductores para asegurar que las ondas se transmitan al concreto.
- Presionar la tecla para iniciar el ensayo, manteniendo siempre alineados los transductores para una buena lectura.
- Tomar 3 lecturas de velocidad y tiempo correspondientes para cada elemento a ensayar.

Toma de velocidad de pulso ultrasonido en probetas cilíndricas de 6"×12".



Figura 50. Toma de velocidad de pulso ultrasonido en probetas cilíndricas de 6"×12".

Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.4 Análisis de costos para la producción de los concretos de altas resistencias.

A Costo de procesamiento de los materiales.

A partir del costo conocido de los agregados naturales se ha procurado estimar el costo de procesamiento de los agregados derivados del concreto reciclado, obteniendo resultados estimados únicamente para el concreto reciclado utilizado en esta investigación.

B Costos de producción de concretos de alta resistencia.

Se ha analizado una partida de construcción de concreto simple, recopilando los costos unitarios de los insumos y mano de obra necesarios para la producción de 1 m³ para cada uno de los diseños de mezclas.

Tabla 26

Base de datos usada para la elaboración de los costos de producción de 1m³.

Recurso	Unidad	P.U.
Mano de obra (Tarifas horarias en S/ al 30/11/2017)		
Capataz	hh	25.16
Operario	hh	20.97
Oficial	hh	17.00
Peón	hh	15.30
Operador equipo	hh	20.93
Materiales		
Arena gruesa	m ³	42.29
Piedra chancada 1/2" - 3/4" huso 67	m ³	51.61
Cemento portland tipo i (bls.:42.5 kg)	bls	17.67
Gasolina 84 octanos	gal	9.69
Aceite motor gasolina SAE 30w	gal	34.60
Grasa múltiple EP	lb	9.68
Agua	m ³	5.68
Sika® Cem Plastificante (4 l)	L	6.57
Agregado fino reciclado	m ³	17.66
Agregado grueso reciclado	m ³	35.86
Equipos		
Mezcladora de concreto t. tambor 23ho 11-12p3	hm	26.21
Vibrador de concreto 4 HP, 2.40 plg.	hm	5.39
Herramienta manual	%MO	73.04

Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.5 Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote y la velocidad de pulso ultrasonido.

A Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote.

Con los resultados obtenidos de las pruebas correspondiente a los ensayos normalizados NTP 339.034 –y NTP 339.181, se ha adoptado la posibilidad de correlacionar dichos resultados para poder predecir la resistencia del concreto a esfuerzos de compresión a partir del ensayo no destructivo determinado por esclerometría.

B Correlación entre el esfuerzo de compresión con la velocidad de pulso ultrasonido.

Con los resultados obtenidos de las pruebas correspondiente a los ensayos normalizados NTP 339.034 –y NTP 339.237, se ha adoptado la posibilidad de correlacionar dichos resultados para poder predecir la resistencia del concreto a esfuerzos de compresión a partir del ensayo no destructivo determinado por la velocidad de pulso ultrasonido a través del concreto.

2.5.3 Fórmulas.

2.5.3.1 Ensayos aplicados a los agregados.

A AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012:2013).

$$MF = \frac{\sum \%ret\ acum. \left(\frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100 \right)}{100}$$

Ecuación 30. Módulo de fineza.

Donde:

- MF= módulo de fineza
- $\sum\%$ = sumatoria del porcentaje retenido acumulado

B AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009) (NTP 400.017:2011).

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

$$M = (G - T) \times F$$

Ecuación 31. Densidad de masa.

Donde:

- M= densidad de la masa del agregado kg/cm³

- G= M, kg
- T= masas del recipiente, kg
- V= volumen del recipiente, kg
- F= factor para el recipiente, 1 m³

$$M_{\text{sss}} = M \left[1 + \frac{A}{100} \right]$$

Ecuación 32. Densidad de masa saturada superficial seca.

Donde:

- M_{sss}= masa saturada superficial seca
- A= porcentaje de absorción determinado por el método NTP 400.021 o por el método NTP 400.022

$$\% \text{vacíos} = \frac{100 \times [(S * W) - M]}{(S * W)}$$

Ecuación 33. Contenido de vacíos.

Donde:

- M= densidad de masa del agregado, kg/m³
- S= gravedad específica de masa (base seca) de conformidad con el método NTP 400.021 o NTP 400.22
- W= densidad del agua, 998 kg/cm³

$$V = \frac{W - M}{D}$$

$$F = \frac{D}{(W - M)}$$

Ecuación 34. Volumen del recipiente.

Donde:

- V= volumen del recipiente, m³
- W= masa del agua, placa de vidrio, y recipiente, kg
- M= masa de la placa de vidrio y recipiente, kg
- D= densidad del agua para la temperatura medida, kg/m³
- F= factor del recipiente, 1m³

C AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (NTP 400.022:2013).

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Ecuación 35. Contenido de humedad.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Ecuación 36. Peso específico húmedo.

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$$

Ecuación 37. Peso específico seco.

Donde:

- W_s= peso de los sólidos de suelo
- W_w= peso de agua
- W= peso total de la muestra de suelo W_w+W_s+W_a

D AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185:2013).

$$P = 100 * \frac{W - D}{D}$$

Ecuación 38. Contenido de humedad.

Donde:

- P= contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje
- W= masa de la muestra húmeda original en gramos
- D= masa de la muestra seca en gramos

E AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3ª Edición (NTP 400.021:2013).

$$P_{em} = \frac{A}{B - C} * 100$$

Ecuación 39. Peso específico de la masa.

$$P_{sss} = \frac{B}{B - C} * 100$$

Ecuación 40. Peso específico de masa saturada con superficie seca.

$$P_{ea} = \frac{A}{A - C} * 100$$

Ecuación 41. Peso específico aparente.

$$Ab\% = \frac{B - A}{A} * 100$$

Ecuación 42. Porcentaje Absorción.

Donde:

- A= peso en el aire de la muestra seca en gramos

- B= peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca en gramos
- C= peso sumergido en agua de la muestra saturada en gramos

F AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles (NTP 400.019:2013).

$$P(\%) = \frac{(M_i - M_f)}{M_i} \times 100$$

Ecuación 43. Porcentaje de la pérdida de masa de la muestra.

Donde:

- P= pérdida de masa de la muestra (%)
- M_i= masa inicial de la muestra (g)
- M_f= masa final de la muestra (g)

2.5.3.2 Ensayos aplicados al concreto.

A HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto) (NTP 339.046:2008).

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

Ecuación 44. Densidad (peso unitario) del concreto, en kg/m³.

$$\gamma(m^3) = \frac{M}{D}$$

Ecuación 45. Rendimiento, volumen de concreto producido por tanda, en m³.

$$R_y = \frac{Y}{Y_d}$$

Ecuación 46. Rendimiento relativo.

$$C = \frac{C_b}{Y}$$

Ecuación 47. Contenido actual del cemento en kg/m³.

$$A = \left[\frac{T - D}{T} \right] * 100$$

$$A = \left[\frac{Y - V}{Y} \right] * 100$$

Ecuación 48. Contenido de aire (porcentaje de poros) en el concreto.

Donde:

- T= densidad teórica del concreto calculada sobre una base libre de aire, en kg/m³
- D= densidad (peso unitario) del concreto, en kg/m³
- Y= rendimiento, volumen del concreto producido por tanda en m³
- M_c= masa del recipiente de medida lleno de concreto, en kg
- M_m= masa del recipiente de medida, en kg
- V_m= volumen del recipiente de medida, en m³
- M= masa total de todos los materiales en la tanda, en kg
- D= densidad (peso unitario) del concreto, en kg/m³
- Y_d= volumen de diseño del concreto producido por tanda, en m³
- C_b= masa de cemento en el lote, en kg

B CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición (NTP 339.082:2017).

$$\log(\text{PR}) = \alpha + b \times \log(t)$$

Ecuación 49. Límite del tiempo de fraguado por análisis de regresión de datos.

Donde:

- PR=resistencia a la penetración.
- t=tiempo transcurrido
- a y b=constantes de regresión

Si el de cómputo permite, con los datos no convertidos utilizar la ecuación exponencial:

$$(\text{RP}) = (c \times t)^d$$

Ecuación 50. Resistencia a la penetración por análisis de regresión de datos.

Donde:

- c y d=Constantes de regresión.

C CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto. 3ª Edición (NTP 339.077:2013).

$$V = \frac{V_1}{A}$$

Ecuación 51. Volumen de agua de exudación.

Donde:

- V1= volumen de agua exudada medida durante el intervalo de tiempo seleccionado, en ml
- A= área expuesta del concreto, en cm²

$$C = \frac{w}{W} \times S$$

Ecuación 52. Masa del agua en la muestra de ensayo.

$$\text{exudacion\%} = \frac{D}{C} \times 100$$

Ecuación 53. exudación acumulada.

Donde:

- C= masa del agua en la muestra de ensayo, en g
- W= masa total de la tanda
- w= agua de mezclado neta (la cantidad de agua total menos el agua absorbida por los agregados), en kg
- S= masa de la muestra, en g
- D= masa del agua de exudación, en g

D CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición (NTP 339.034:2015).

$$D = \frac{W}{V}$$

Ecuación 54. Densidad del espécimen.

Donde:

- W= masa del espécimen en kg
- V= volumen del espécimen determinado del diámetro promedio y la longitud promedio o del peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua, m³

$$V = \frac{W - W_s}{D_a}$$

Ecuación 55. Volumen del cilindro.

Donde:

- W_s = masa aparente del espécimen sumergido, en kg
- D_a = densidad del agua a 23 °C

E CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición (NTP 339.079:2012).

$$r = \frac{2sbd^2}{3L}$$

Ecuación 56. Rango de velocidad de aplicación de la carga.

Donde:

- S = tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción, en Mpa/min
- b =ancho promedio de la viga conforme fue orientada para el ensayo, en mm
- d =altura promedio de la vida conforme fue orientada para el ensayo, en mm
- L = longitud del tramo, en mm

$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Ecuación 57. Módulo de rotura.

Donde:

- P = carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N
- L = es la longitud del tramo, en mm
- b =ancho promedio de la vida en la sección de falla, en mm
- h =altura promedio de la vida en la sección de falla, en mm

F CONCRETO. Método de ensayo para determinar la velocidad de pulso a través del concreto (NTP 339.237:2012).

$$V = \sqrt{\frac{E(1 - \mu)}{\rho(1 + \mu)(1 - 2\mu)}}$$

Ecuación 58. Velocidad de pulso de ondas longitudinales.

Donde:

- E= modulo dinámico de elasticidad
- μ = coeficiente dinámico de Poisson
- ρ = densidad
- $V = \frac{L}{T}$
- Velocidad de pulso
- Donde:
- L= distancia entre transductores, m
- T= tiempo de transito efectivo, s

2.6 Criterios éticos

Se aplicó los formatos para los estudios de mecánica de suelos, siendo estos correspondientes a la Norma Técnica Peruana y al ASTM. Además, se contó con base teórica actualizada y confidencial, la cual nos sirvió como guía para recopilar la información hidráulica del tema en estudio.

2.6.1 Ética de la recolección de datos.

La realización de recolección de datos se acatará con mucha responsabilidad y veracidad; además, no se adulterará ningún dato o resultado producto de esta investigación, puesto que podrá usarse en el futuro por otros investigadores o entidades que se puedan beneficiar del significativo aporte que genere esta investigación en el ámbito de uso de nuevos materiales para la construcción.

Además, los datos a recolectarse serán un buen precedente en contribución académica y aplicativa, con información actualizada y veras, para la orientación y base para trabajos afines al tema.

2.6.2 Ética de la publicación.

La presente investigación se realizará con el fin de aportar nuevos conocimientos en la rama del concreto y su aplicación en la construcción, para que posteriormente sea usada como referencias a temas similares, se realizará el debido reconocimiento a los autores mediante citas, el hacer esto es un fin de justicia y lucha contra el plagio.

2.6.3 Ética de la aplicación.

Los beneficios futuros que se puedan obtener a través de esta investigación deben estar acorde con el código ético de la profesión, ya que es importante reconocer las ventajas y desventajas que se pueden originar y de qué forma estas contribuyen o afectan a la sociedad.

2.7 Criterios de rigor científico

Todos los ensayos realizados en este trabajo de investigación van acordes a lo especificado en las normas correspondientes, tanto en los procedimientos, equipos e instrumentos usados, así como las fórmulas que se especifican en esos documentos para el cálculo de los resultados. Cabe resaltar que todos los ensayos fueron realizados con personal capacitado, como lo son los técnicos de laboratorio de la universidad Señor de Sipán, misma que garantiza la calibración de sus equipos.

2.7.1 Generalidades.

Cuando hablamos de calidad de la investigación aludimos al rigor metodológico con que ha sido diseñada y desarrollada, y a la confianza que, como consecuencia de ello, podemos tener en la veracidad de los resultados conseguidos. En general, la idea de calidad de la investigación se asocia por tanto a la credibilidad del trabajo desarrollado

2.7.2 Fiabilidad.

Todos los estudios realizados en esta investigación son confiables, ya que se ejecutaron según los parámetros brindados por la respectiva normativa. Además, se contó con un óptimo Equipo de Drenaje para la recolección de datos, esto brindó seguridad en la veracidad de los resultados.

2.7.3 Replicabilidad.

Los resultados obtenidos en el diseño y modelación de la presente investigación permanecerán constantes en el tiempo, siempre y cuando sean realizados en laboratorios bien acondicionados e implementados (como los Laboratorios de Materiales de la Universidad Señor de Sipán).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Resultados en tablas y figuras

3.1.1 Ensayos aplicados a los agregados naturales de cantera y al concreto reciclado.

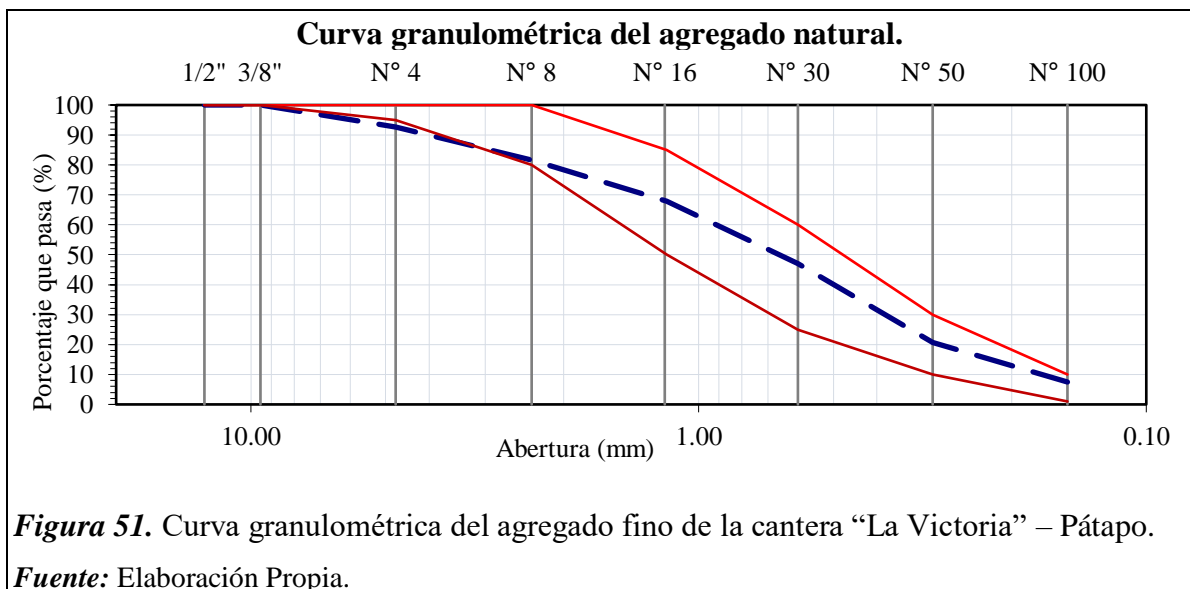
A continuación, se presentan los resultados correspondientes al desarrollo del objetivo específico N° 1. Para un correcto desarrollo, se ha clasificado de acuerdo al ensayo aplicado a cada uno de los agregados.

3.1.1.1 Ensayos aplicados a los agregados finos.

A AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

A.1 Análisis del agregado fino de cantera.

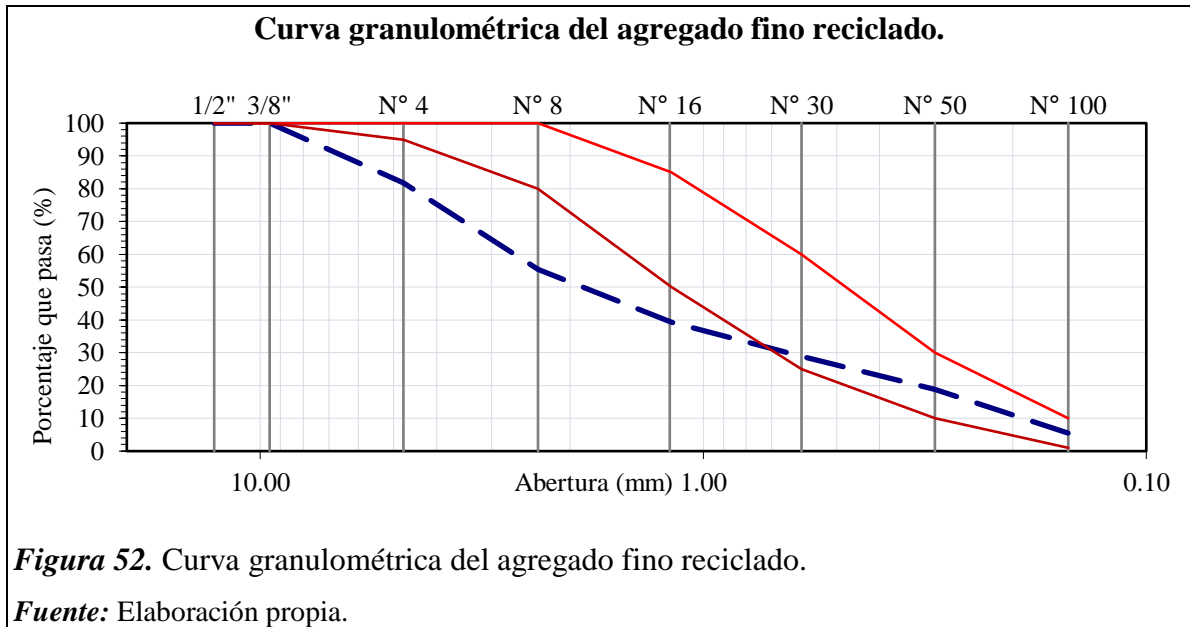
El agregado fino que se utilizó en esta investigación corresponde a la Cantera La Victoria del distrito Pátapo. Los datos del ensayo se muestran a continuación:



Se define como una arena gruesa con Módulo de fineza igual a 2.825 para una malla de referencia de 4.750mm. Además, es una recomendable dentro de los rangos establecidos según ASTM: $2.3 < MF < 3.10$.

A.2 Análisis del agregado fino de concreto reciclado.

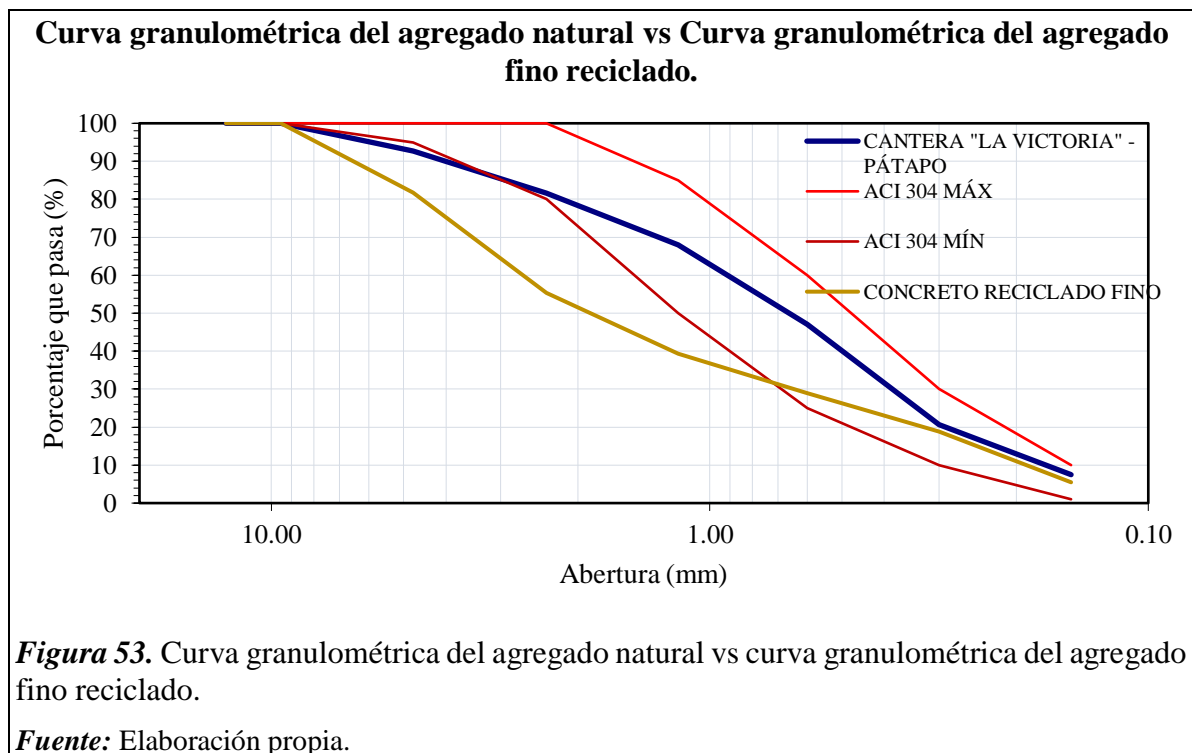
Se ensayó una muestra de 1845 gramos (gr) de agregado fino reciclado en estado seco tamizada a través de una serie de mallas o tamices que van ordenadas de una abertura mayor a una abertura menor (N°3/8" hasta N°100), se determinó el tamaño de partículas que pasan y quedan retenidos en cada malla como se muestran a continuación:



Agregado fino reciclado mal graduado, con módulo de fineza de 3.704 quedando fuera de los rangos establecidos en la ASMT.

A.3 Agregado fino de cantera vs agregado fino de concreto reciclado.

A continuación, se pueden observar las curvas granulométricas de los agregados finos natural y reciclado, así como los límites granulométricos indicados en la Norma NTP 400.037:2014.



En el gráfico se pueden observar cuatro curvas:

- Las curvas de color rojo representan los límites superior e inferior para el huso granulométrico correspondiente a arenas gruesas.
- La curva azul corresponde a la muestra representativa de la cantera La Victoria
- La curva mostaza corresponde a la muestra representativa de agregado fino reciclado.

Se observa una clara diferencia entre ambos materiales, puesto que el agregado fino contiene mayor cantidad de finos, producto del desprendimiento de pasta del concreto.

B AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009).

B.1 Análisis del agregado fino de cantera.

El peso unitario suelto y compactado del agregado fino tanto en estado húmedo y seco, se ha determinado bajo el sustento de los datos siguientes:

Tabla 27

Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado fino natural.

Descripción	Peso unitario suelto	Peso unitario compactado
Húmedo (Promedio)	1469.02 (kg/m ³)	1597.82 (kg/m ³)
Seco (Promedio)	1452.49 (kg/m ³)	1579.84 (kg/m ³)

Fuente: Elaboración propia.

B.2 Análisis del agregado fino de concreto reciclado.

El peso unitario suelto y compactado del agregado fino reciclado tanto en estado húmedo y seco, se ha determinado bajo el sustento de los datos siguientes:

Tabla 28

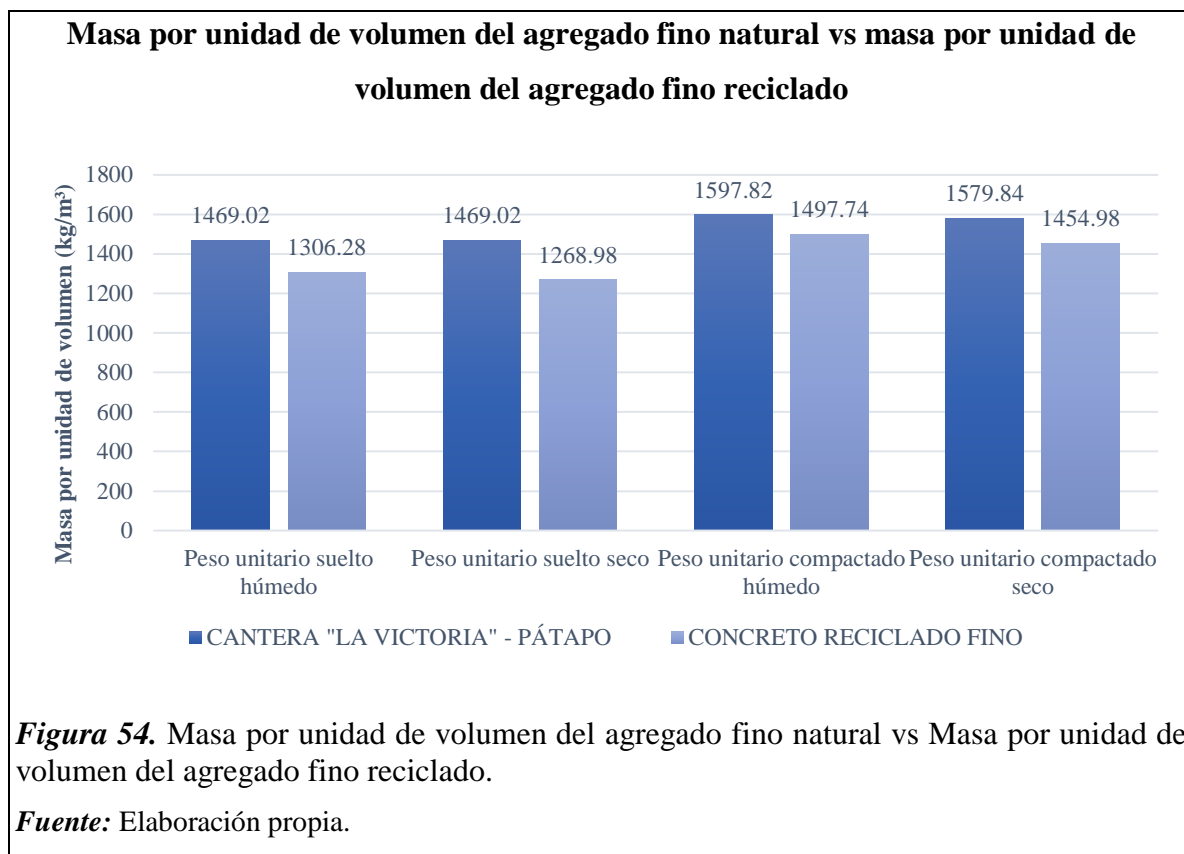
Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado fino reciclado.

Descripción	Peso unitario suelto	Peso unitario compactado
Húmedo (Promedio)	1306.28 (kg/m ³)	1497.74 (kg/m ³)
Seco (Promedio)	1268.98 (kg/m ³)	1454.98 (kg/m ³)

Fuente: Elaboración propia.

B.3 Agregado fino de cantera vs agregado fino de concreto reciclado.

Realizar esta comparación es imprescindible para denotar la diferencia entre los pesos por unidad de volumen del agregado fino reciclado frente al agregado fino natural, esta diferencia es debida por la menor densidad del agregado fino reciclado, representando una diferencia alrededor del 11%.



C AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

C.1 Análisis del agregado fino de cantera.

Para la realización de este ensayo se necesitó de dos muestras de agregado fino de 500 gramos de masa aproximada ± 1 gr.

Tabla 29

Peso específico y absorción del agregado fino natural.

Descripción	Datos
Peso específico de masa	2.575 gr/cm ³
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.545 gr/cm ³
Peso específico aparente	2.545 gr/cm ³
Porcentaje de absorción	0.756 %

Fuente: Elaboración propia.

C.2 Análisis del agregado fino de concreto reciclado.

Para la realización de este ensayo se necesitó de dos muestras de agregado fino de 500 gramos de masa aproximada ± 1 gr.

Tabla 30

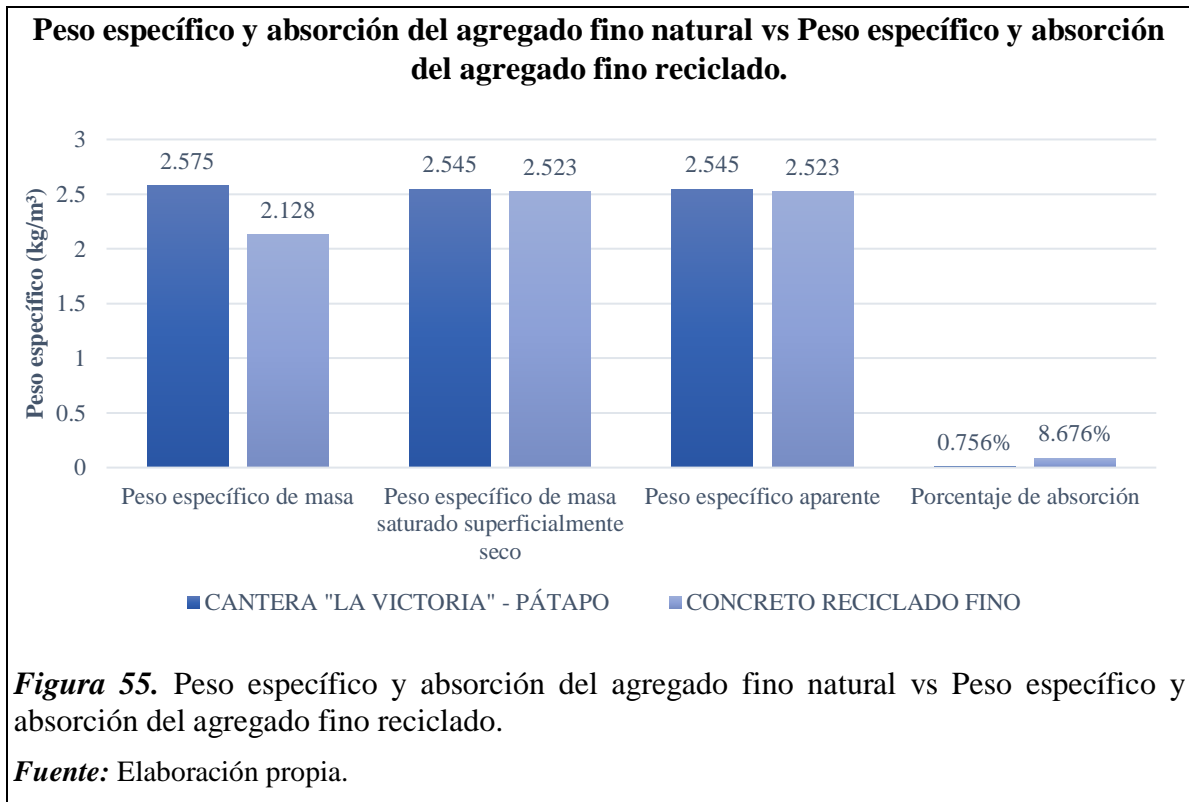
Peso específico y absorción del agregado fino reciclado.

Descripción	Datos
Peso específico de masa	2.128 gr/cm ³
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.523 gr/cm ³
Peso específico aparente	2.523 gr/cm ³
Porcentaje de absorción	8.676 %

Fuente: Elaboración propia.

C.3 Agregado fino de cantera vs agregado fino de concreto reciclado.

Al comparar los resultados obtenidos en el ensayo normalizado NTP 400.022, la mayor diferencia se presenta en el porcentaje de absorción entre ambos materiales. El agregado fino reciclado presenta una mayor absorción por la presencia de la pasta del concreto, lo que refleja un aumento de más del 1000% entre uno y otro material.



D AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

D.1 Análisis del agregado fino de cantera.

Para la realización de este ensayo se tomaron dos muestras representativas de agregado fino de 500 gramos cada una.

Tabla 31

Contenido de humedad del agregado fino natural.

Descripción	Datos
Peso de muestra húmeda	500.00 gr.
Peso de muestra seca	494.38 gr
Contenido de humedad	1.138 %

Fuente: Elaboración propia.

D.2 Análisis del agregado fino de concreto reciclado.

Para la realización de este ensayo se tomaron dos muestras representativas de agregado fino reciclado de 500 gramos cada una.

Tabla 32

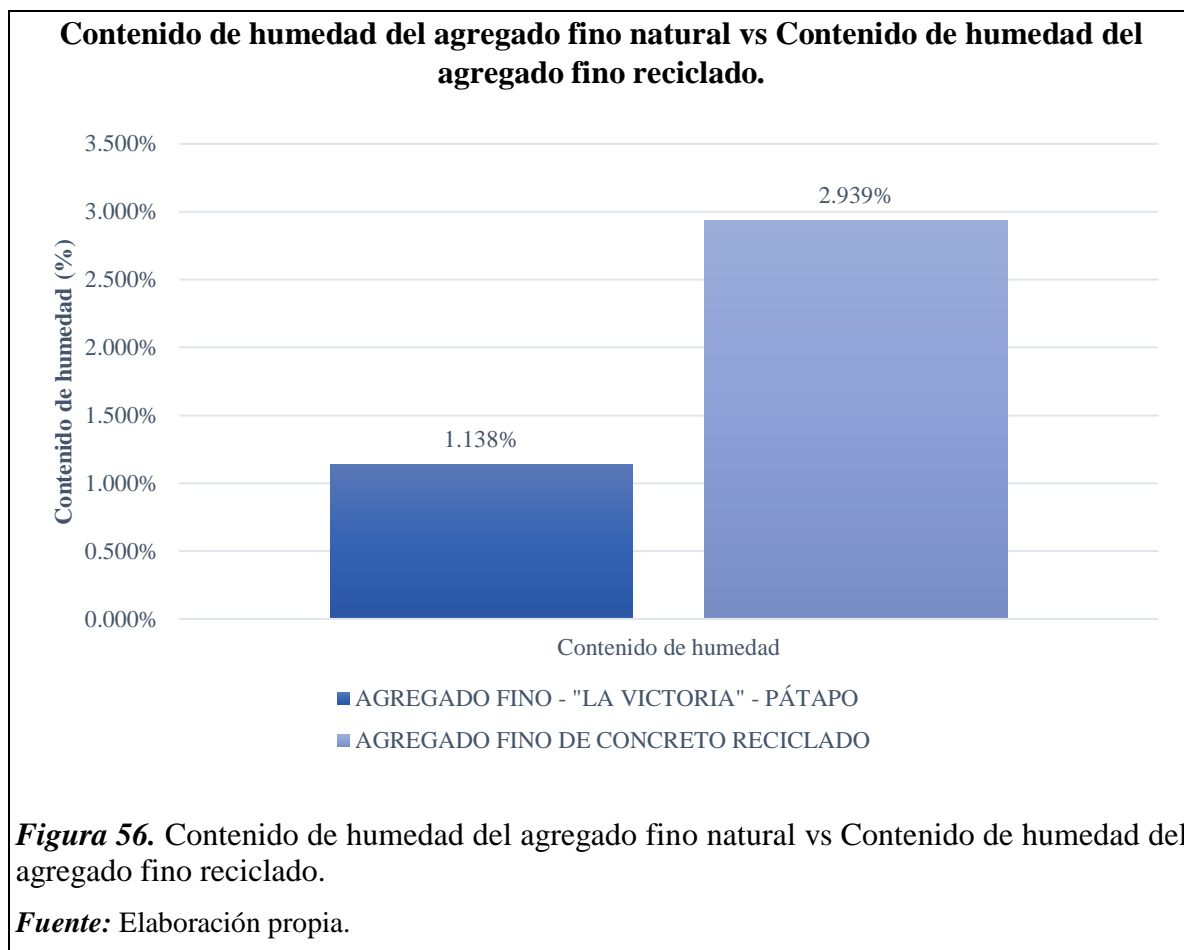
Contenido de humedad del agregado fino reciclado.

Descripción	Datos
Peso de muestra húmeda	1000.00 gr.
Peso de muestra seca	971.45 gr
Contenido de humedad	2.939 %

Fuente: Elaboración propia.

D.3 Agregado fino de cantera vs agregado fino de concreto reciclado.

Comparando los resultados del ensayo normalizado NTP 339.185, se tiene que el agregado fino reciclado posee un contenido de humedad en el orden de 2.05 veces mayor a la humedad contenida por el agregado fino natural.



E Análisis mineralógico por difracción de Rayos X del agregado fino.

E.1 Análisis del agregado fino de concreto reciclado.

Se requirió 500 gramos de agregado fino reciclado, como muestra representativa, para el análisis realizado por el laboratorio Bizalab SAC.

Tabla 33

Minerales contenidos en una muestra representativa de agregado fino reciclado.

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado aproximado (%)
Cuarzo	SiO ₂	35
Calcita	CaCO ₃	24
Plagioclasa (Oligoclasa)	(Ca, Na) (Al, Si) ₄ O ₈	20
Feldespato - K (Ortoclasa)	KAlSi ₃ O ₈	9
Mica (Muscovita)	KAl ₂ (Si ₃ Al) O ₁₀ (OH, F) ₂	4
Clorita (Clinocloro)	(Mg, Fe) ₅ Al (Si ₃ Al) O ₁₀ (OH) ₈	3

Fuente: Informe preliminar OTID-065.

Difractograma de una muestra de agregado fino reciclado.

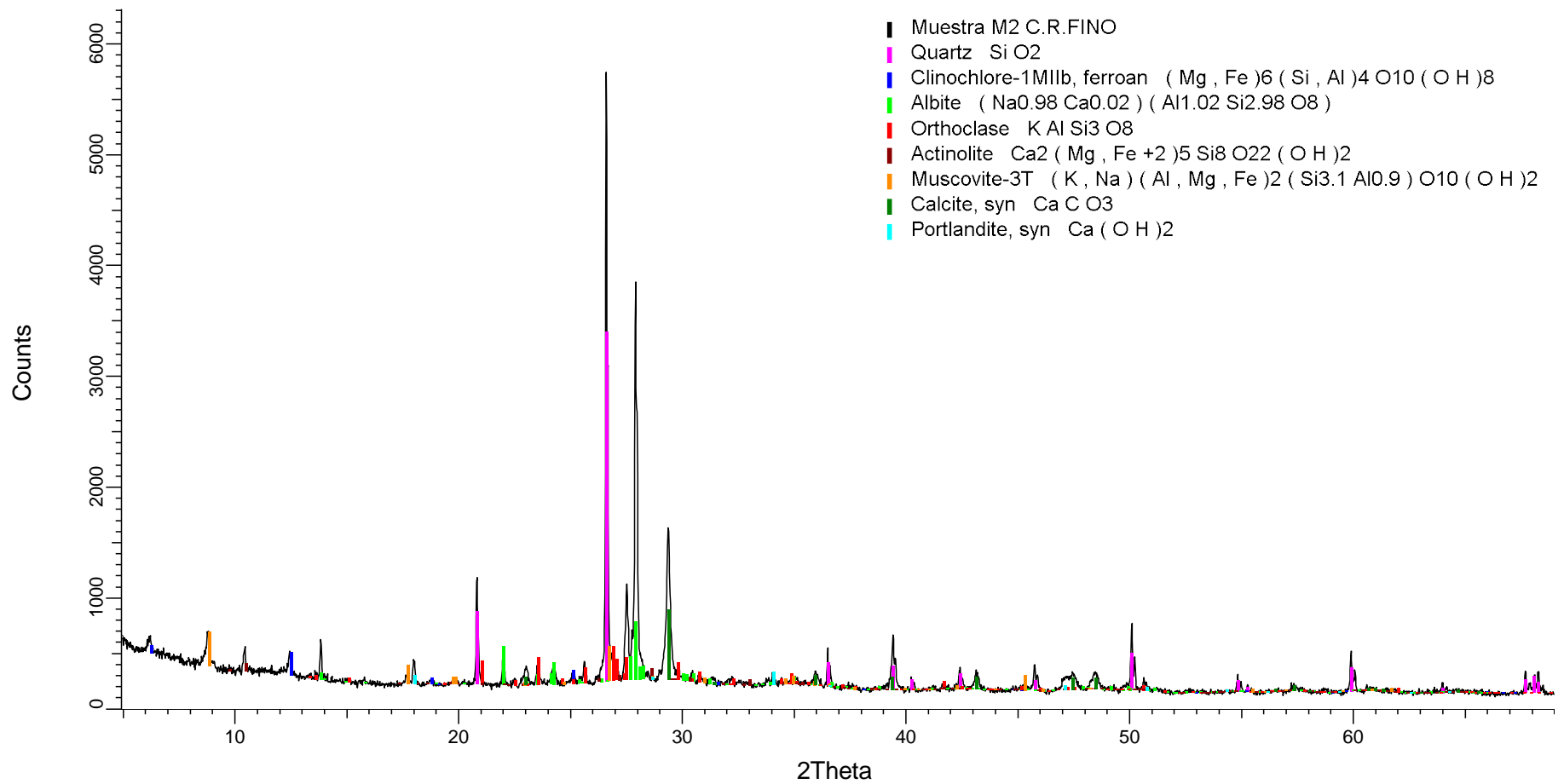


Figura 57. Difractograma de una muestra representativa de agregado fino reciclado, con los respectivos minerales identificados.

Fuente: Informe preliminar OTID-065.

3.1.1.2 Ensayos aplicados a los agregados gruesos.

A AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

A.1 Análisis del agregado grueso de cantera.

Del ensayo a una muestra representativa de 3.318 kg correspondientes a la cantera Tres Tomas, tamizado por las mallas normalizada 2", 1 1/2", 3/4" y N° 4, se trazó una curva con los porcentajes acumulados del material que pasan cada malla, graficada con los parámetros máximo y mínimo para el Huso 67 establecido en la NTP 400.012 como a continuación se muestra:

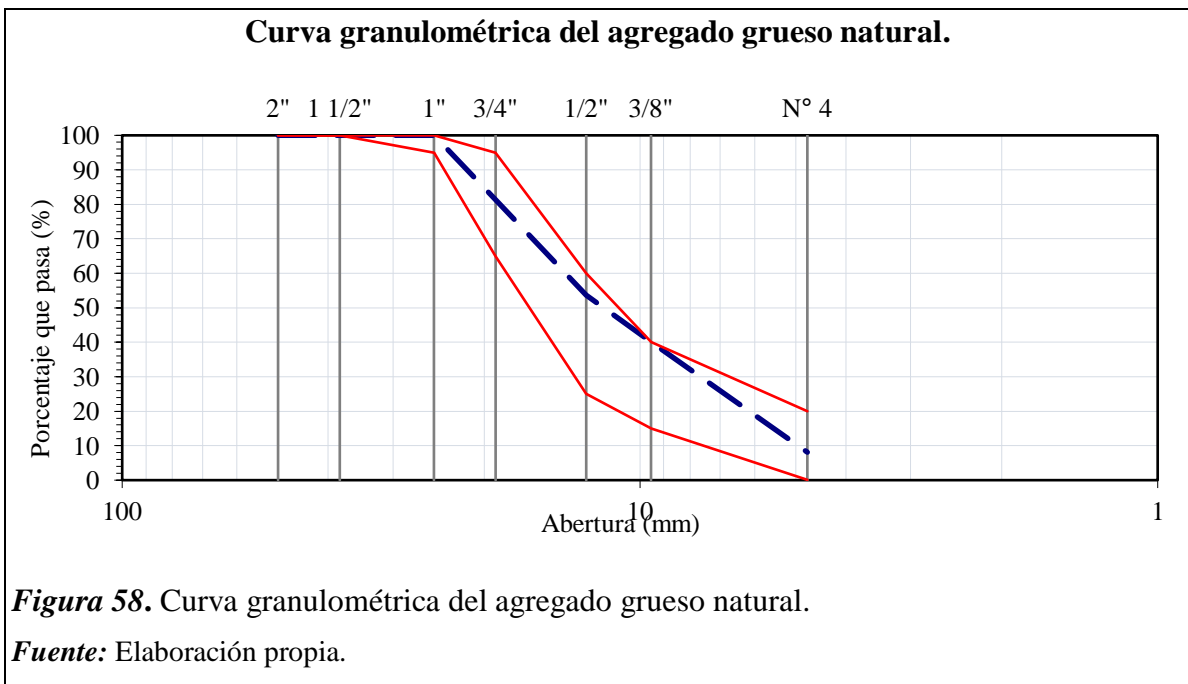


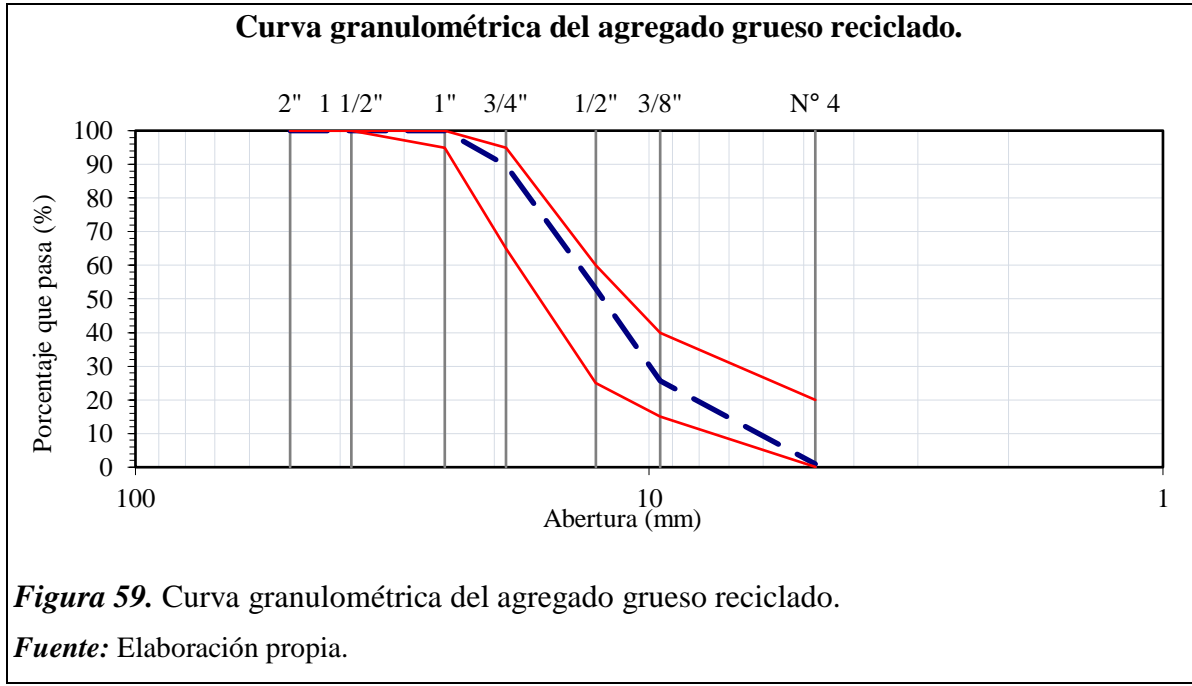
Figura 58. Curva granulométrica del agregado grueso natural.

Fuente: Elaboración propia.

Se define como un agregado grueso bien graduado de Tamaño máximo de 1" y Tamaño Máximo Nominal de 3/4".

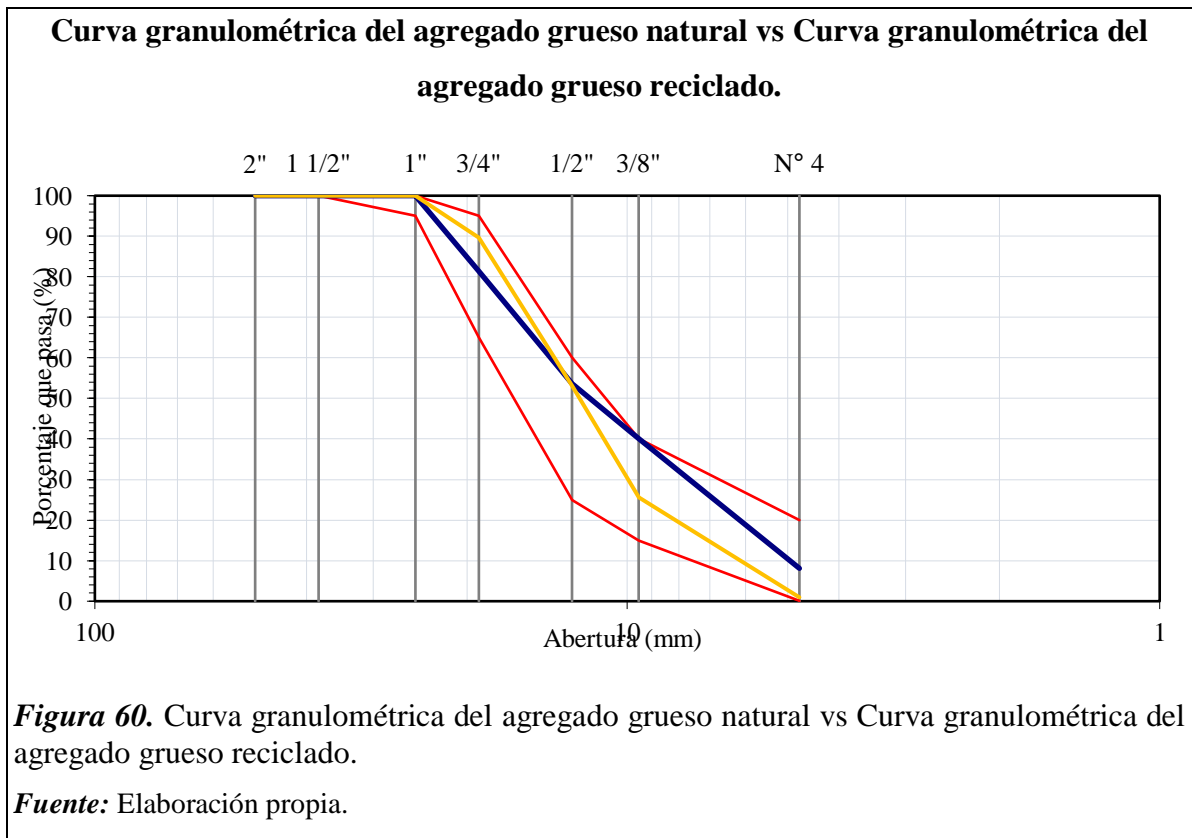
A.2 Análisis del agregado grueso de concreto reciclado.

Al realizar el procesamiento de datos del agregado grueso reciclado, tamizado por las mallas normalizada 2", 1 1/2", 3/4" y N° 4, se trazó una curva con los porcentajes acumulados del material que pasan cada malla, graficada con los parámetros máximo y mínimo para el Huso 67 establecido en la NTP 400.012 como a continuación se muestra:



Agregado grueso reciclado bien graduado, Tamaño máximo de 1” y Tamaño Máximo Nominal de 3/4”.

A.3 Agregado grueso de cantera vs agregado grueso de concreto reciclado.



Se puede observar las curvas granulométricas de los agregados grueso natural y reciclado, así como los límites granulométricos.

B AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009).

B.1 Análisis del agregado grueso de cantera.

El peso unitario suelto es del orden de 1453.69 kg/m³ con una medida en estado húmedo de 1461.91 kg/m³ y el compactado de 1608.12 kg/m³ con una medida en estado húmedo de 1617.91 kg/m³ por lo que da a entender un valor de humedad bajo.

Tabla 34

Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado grueso natural.

Descripción	Peso unitario suelto	Peso unitario compactado
Húmedo (Promedio)	1461.91 (kg/m ³)	1617.91 (kg/m ³)
Seco (Promedio)	1453.69 (kg/m ³)	1608.12 (kg/m ³)

Fuente: Elaboración propia.

B.2 Análisis del agregado grueso de concreto reciclado.

Para el agregado grueso de concreto reciclado el valor difiere tanto en peso unitario suelto húmedo y seco como en el peso unitario compactado húmedo y seco respectivamente

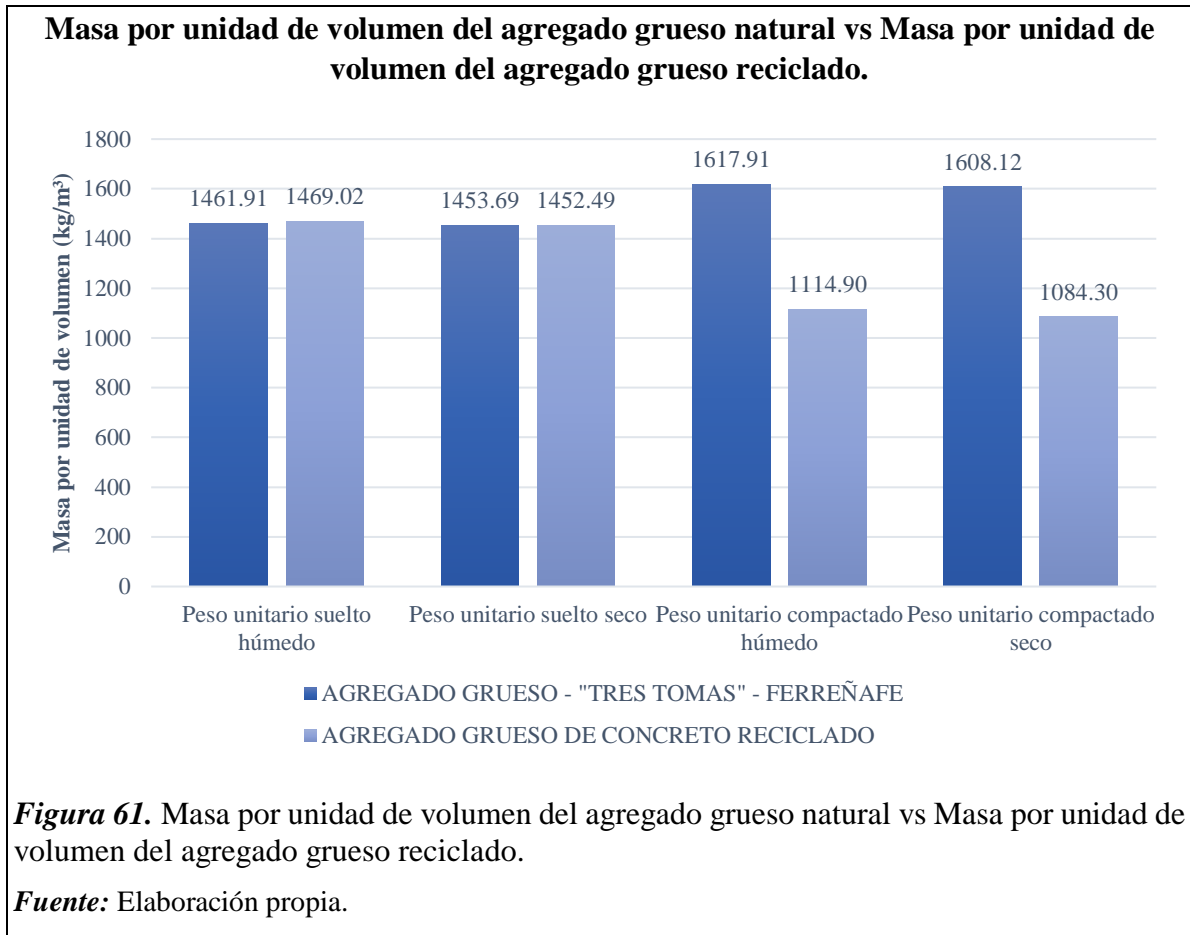
Tabla 35

Determinación de la masa por unidad de volumen del agregado grueso reciclado.

Descripción	Peso unitario suelto	Peso unitario compactado
Húmedo (Promedio)	1469.02 (kg/m ³)	1114.90 (kg/m ³)
Seco (Promedio)	1452.49 (kg/m ³)	1084.30 (kg/m ³)

Fuente: Elaboración propia.

B.3 Agregado grueso de cantera vs agregado grueso de concreto reciclado.



Se observa la comparación entre el agregado grueso natural y el agregado grueso de concreto reciclado tanto en su peso unitario suelto húmedo y seco, como en peso unitario compactado húmedo y seco

C AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3ª Edición.

C.1 Análisis del agregado grueso de cantera.

Se necesitó de dos muestras de agregado grueso con peso inicial de 3618 gr y de 2985 gr para así obtener un promedio la cual se muestra a continuación:

Tabla 36*Peso específico y absorción del agregado grueso natural.*

Descripción	Datos
Peso específico de masa	2.640 gr/cm ³
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.667 gr/cm ³
Peso específico aparente	2.714 gr/cm ³
Porcentaje de absorción	1.031 %

Fuente: Elaboración propia.*C.2 Análisis del agregado grueso de concreto reciclado.*

De la misma forma que se realizó el agregado grueso se utilizaron dos muestras para el agregado grueso de concreto reciclado y así obtener un promedio la cual se muestra

Tabla 37*Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado.*

Descripción	Datos
Peso específico de masa	2.468 gr/cm ³
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.687 gr/cm ³
Peso específico aparente	3.177 gr/cm ³
Porcentaje de absorción	8.820 %

Fuente: Elaboración propia.*C.3 Agregado grueso de cantera vs agregado grueso de concreto reciclado.*

Se comparó mediante la diferencia entre el agregado grueso y agregado grueso de concreto reciclado, con un porcentaje de absorción de 1.031% para el agregado grueso natural y 8.820% para el agregado grueso de concreto reciclado

Peso específico y absorción del agregado grueso natural vs Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado.

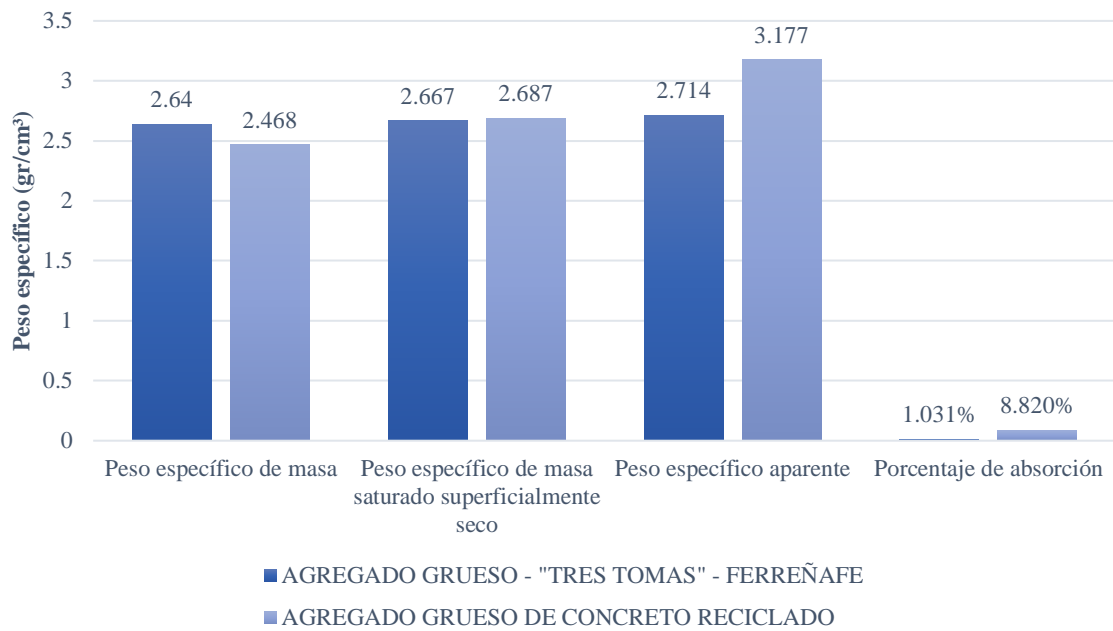


Figura 62. Peso específico y absorción del agregado grueso natural vs Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado.

Fuente: Elaboración propia.

D AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

D.1 Análisis del agregado grueso de cantera.

Se tomaron dos muestras de 1000 gr cada una, obteniendo un promedio de un contenido de humedad de 0.566 %.

Tabla 38

Contenido de humedad del agregado grueso natural.

Descripción	Datos
Peso de muestra húmeda	1000.00 gr.
Peso de muestra seca	994.38 gr
Contenido de humedad	0.566 %

Fuente: Elaboración propia.

D.2 Análisis del agregado grueso de concreto reciclado.

Se obtuvo dos muestras de 2000 gr obteniendo un promedio entre ambas cantidades y con un porcentaje de contenido de humedad de 2.822%

Tabla 39

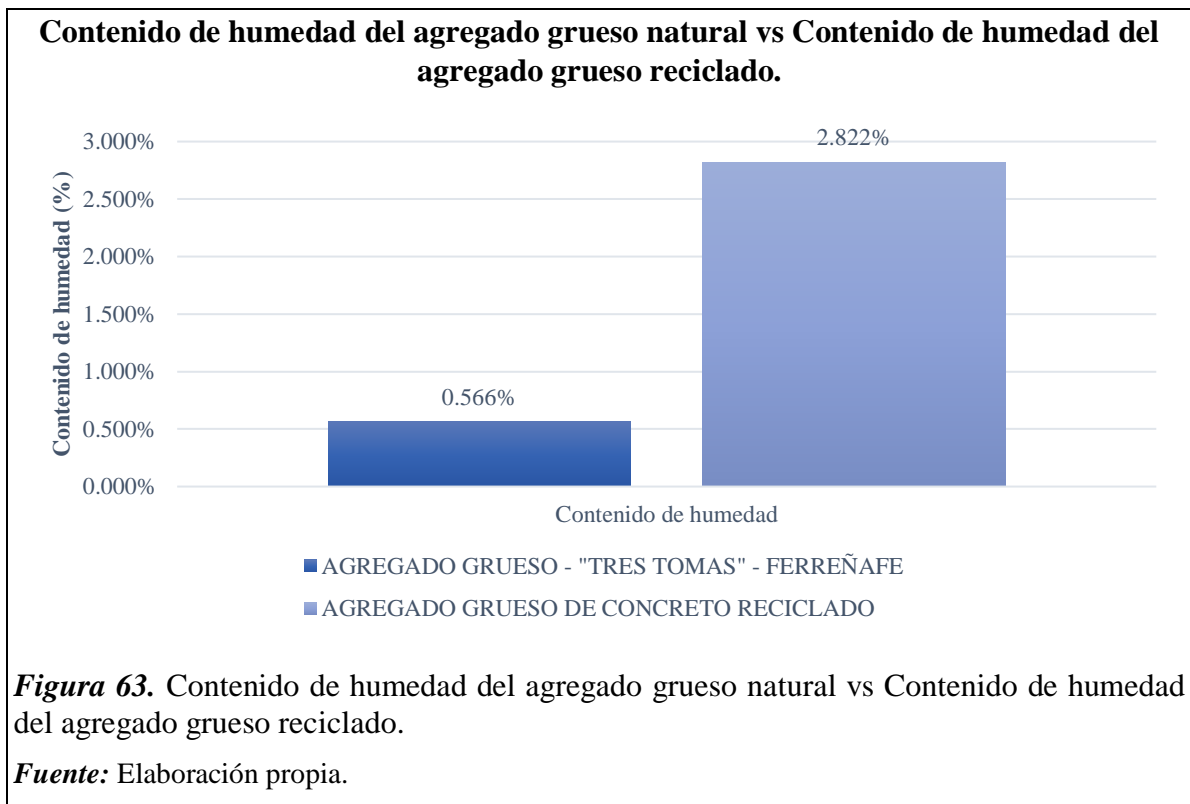
Contenido de humedad del agregado grueso reciclado.

Descripción	Datos
Peso de muestra húmeda	2000.00 gr.
Peso de muestra seca	1945.10 gr
Contenido de humedad	2.822 %

Fuente: Elaboración propia.

D.3 Agregado grueso de cantera vs agregado grueso de concreto reciclado.

Se observa que el agregado de concreto reciclado tiene un mayor contenido de humedad que el agregado grueso de cantera, como se muestra



E AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.

E.1 Análisis del agregado grueso de cantera.

Se observa una muestra de 5kg y reteniendo una cantidad de 4406 gr por la malla N°12 para la obtención del desgaste la cual fue de 12%.

Tabla 40

Resistencia a la degradación en agregados gruesos por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles.

Descripción	Datos
Masa retenida en la malla N°12	4406 gr.
Masa que pasa la malla N° 12	601 gr
Desgaste	12 %

Fuente: Elaboración propia.

E.2 Análisis del agregado grueso de concreto reciclado.

De igual forma para el agregado grueso de concreto reciclado se obtuvo 5kg de muestra retenida por la malla N°12 con un desgaste de 24%.

Tabla 41

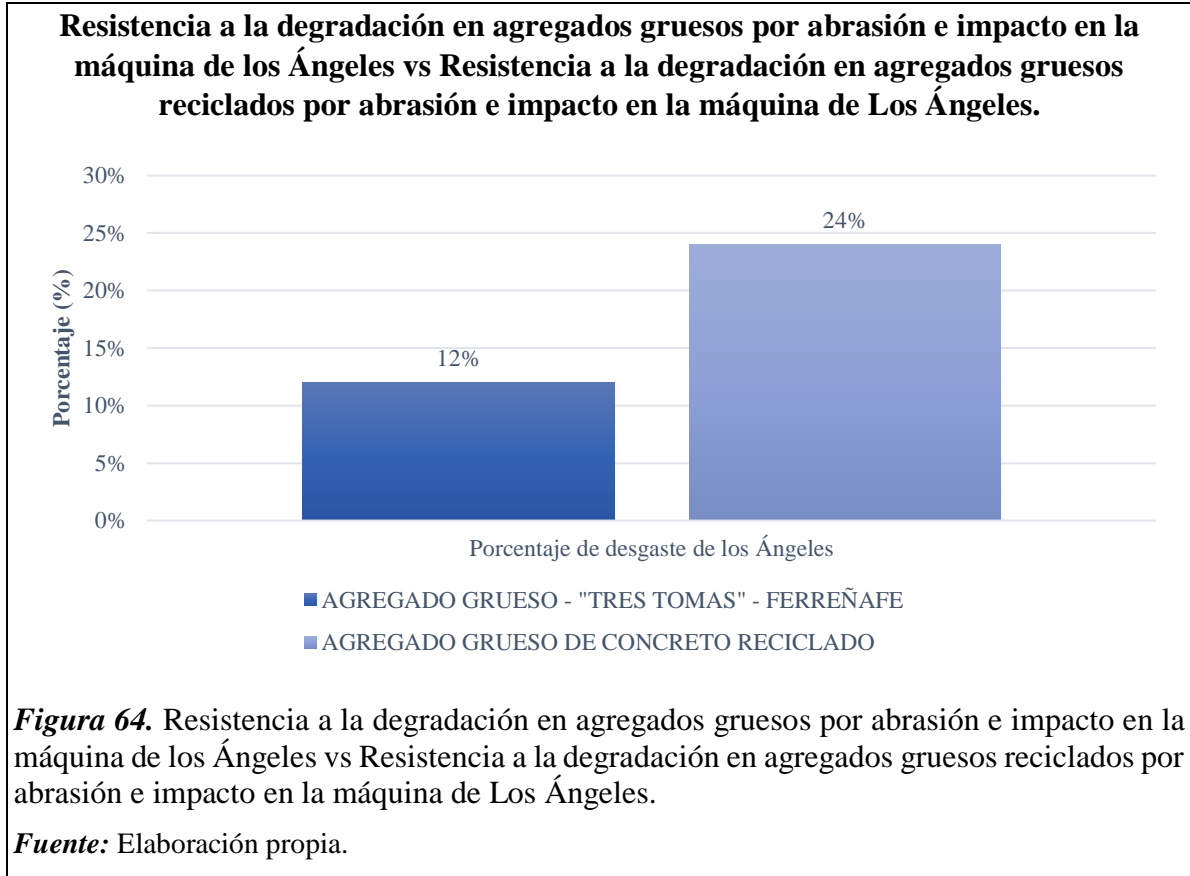
Resistencia a la degradación en agregados gruesos reciclados por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.

Descripción	Datos
Masa retenida en la malla N°12	4082 gr.
Masa que pasa la malla N° 12	978 gr
Desgaste	24 %

Fuente: Elaboración propia.

E.3 Agregado grueso de cantera vs agregado grueso de concreto reciclado.

Se realiza la comparación de ambas y notamos que el agregado grueso de concreto reciclado tiene un mayor desgaste de 24%.



F Análisis mineralógico por difracción de Rayos X del agregado grueso.

F.1 Análisis del agregado grueso de concreto reciclado.

Tabla 42

Minerales contenidos en una muestra representativa de agregado grueso reciclado.

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado aproximado (%)
Cuarzo	SiO ₂	39
Plagioclasa (Oligoclasa)	(Ca, Na) (Al, Si) ₄ O ₈	25
Calcita	CaCO ₃	16
Feldespato - K (Ortoclasa)	KAlSi ₃ O ₈	7
Mica (Muscovita)	KAl ₂ (Si ₃ Al) O ₁₀ (OH, F) ₂	5
Clorita (Clinocloro)	(Mg, Fe) ₅ Al (Si ₃ Al) O ₁₀ (OH) ₈	3

Fuente: Informe preliminar OTID-065.

Difractograma de una muestra de agregado grueso reciclado.

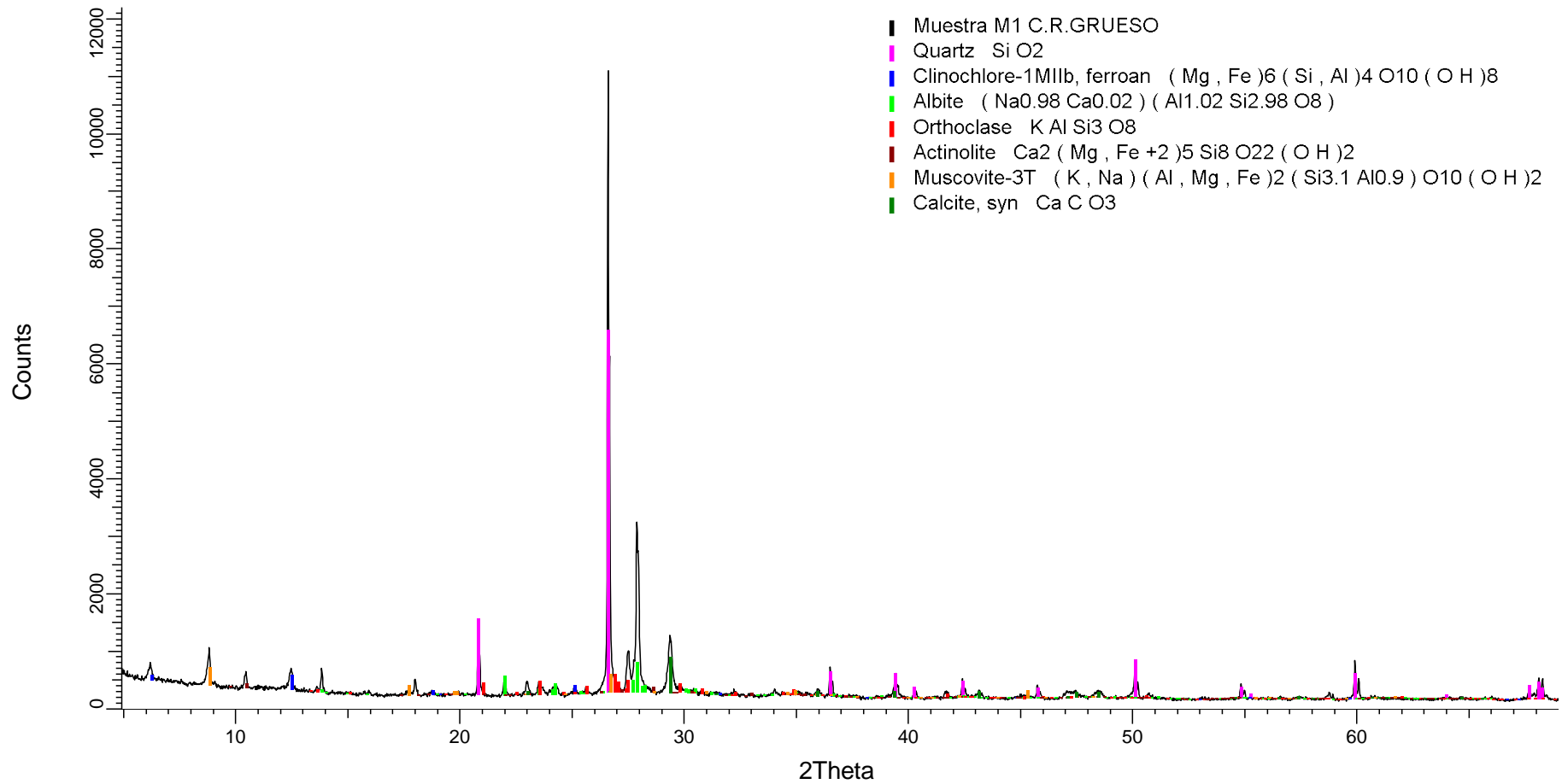


Figura 65. Difractograma de una muestra representativa de agregado grueso reciclado, con los respectivos minerales identificados.

Fuente: Informe preliminar OTID-065.

3.1.1.3 Relación de proporciones.

Se analiza con todos los ensayos mencionados, la relación de proporciones de los nuevos materiales tanto del agregado fino reciclado como del agregado grueso reciclado, teniendo como porcentaje mayor del agregado grueso con un 67%.

Tabla 43

Relación de proporciones de agregados del concreto reciclado.

Descripción	Porcentajes
Porcentaje de agregado fino reciclado	33 %.
Porcentaje de agregado grueso reciclado	67 %

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Diseños de mezclas para concretos de altas resistencias.

A continuación, se presentan los resultados correspondientes al desarrollo del objetivo específico N° 2.

3.1.2.1 Resistencia de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

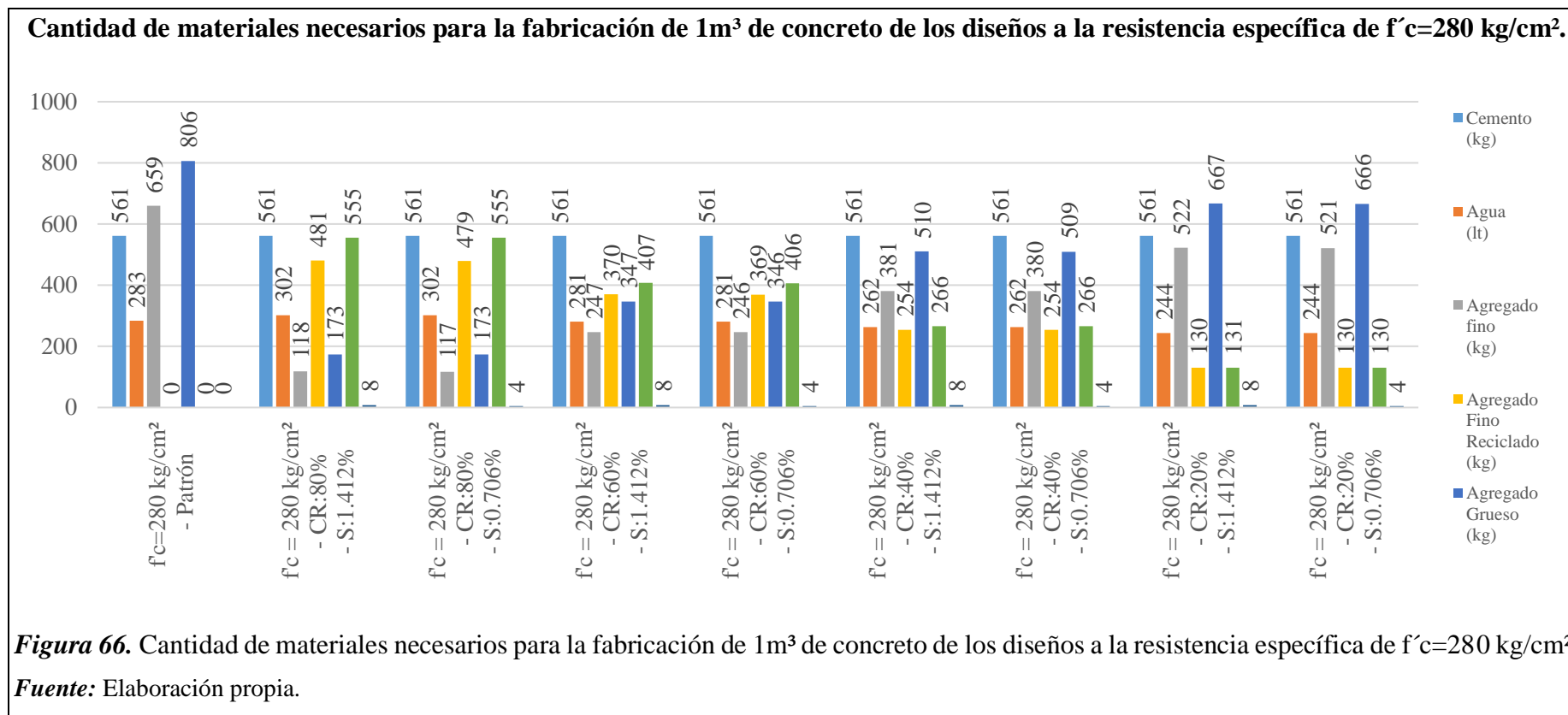


Tabla 44*Dosificaciones de mezclas para la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².*

Identificación	Tipo de dosificación	Cemento	Agregado fino	Agregado fino reciclado	Agregado grueso	Agregado grueso reciclado	Sika® Cem Plastificante (lt/pie ³)	Agua (lt/pie ³)
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² – patrón	Peso	1.000	1.175	–	1.436	–	–	21.439
	Volumen	1.000	1.217	–	1.486	–	–	21.439
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	Peso	1.000	0.209	0.858	0.308	0.989	0.500	22.856
	Peso	1.000	0.217	1.017	0.319	1.372	0.500	22.856
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.208	0.853	0.308	0.989	0.250	22.856
	Peso	1.000	0.216	1.011	0.319	1.372	0.250	22.856
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	Volumen	1.000	0.440	0.660	0.618	0.726	0.500	21.316
	Peso	1.000	0.455	0.782	0.639	1.007	0.500	21.316
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.439	0.658	0.617	0.724	0.250	21.316
	Peso	1.000	0.454	0.780	0.638	1.005	0.250	21.316
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	Volumen	1.000	0.679	0.453	0.909	0.475	0.500	19.867
	Peso	1.000	0.704	0.537	0.941	0.658	0.500	19.867
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.678	0.452	0.907	0.474	0.250	19.867
	Peso	1.000	0.702	0.536	0.939	0.657	0.250	19.867
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	Volumen	1.000	0.930	0.233	1.189	0.233	0.500	18.478
	Peso	1.000	0.964	0.276	1.230	0.323	0.500	18.478
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.928	0.232	1.186	0.232	0.250	18.478
	Peso	1.000	0.962	0.275	1.228	0.322	0.250	18.478

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.2 Resistencia de diseño $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

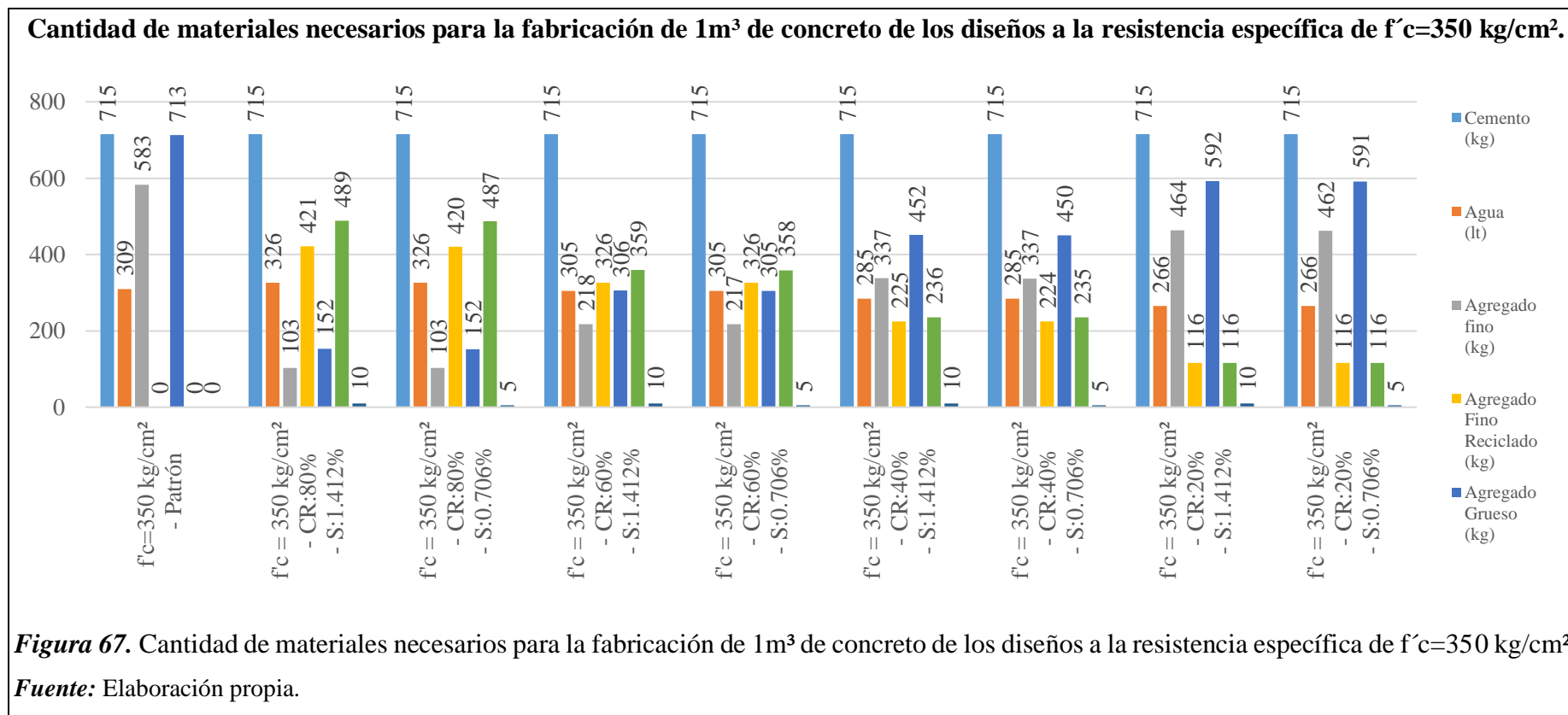


Tabla 45*Dosificaciones de mezclas para la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².*

Identificación	Tipo de dosificación	Cemento	Agregado fino	Agregado fino reciclado	Agregado grueso	Agregado grueso reciclado	Sika® Cem Plastificante (lt/pie ³)	Agua (lt/pie ³)
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² – patrón	Peso	1.000	0.815	–	0.997	–	–	18.365
	Volumen	1.000	0.845	–	1.032	–	–	18.365
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	Peso	1.000	0.144	0.589	0.213	0.683	0.500	19.400
	Peso	1.000	0.149	0.699	0.221	0.948	0.500	19.400
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.144	0.588	0.212	0.681	0.250	19.400
	Peso	1.000	0.149	0.697	0.220	0.945	0.250	19.400
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	Volumen	1.000	0.304	0.457	0.428	0.502	0.500	18.126
	Peso	1.000	0.315	0.541	0.443	0.697	0.500	18.126
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.304	0.455	0.427	0.501	0.250	18.126
	Peso	1.000	0.314	0.540	0.441	0.695	0.250	18.126
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	Volumen	1.000	0.472	0.315	0.632	0.330	0.500	16.929
	Peso	1.000	0.489	0.373	0.654	0.457	0.500	16.929
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.471	0.314	0.630	0.329	0.250	16.929
	Peso	1.000	0.487	0.372	0.652	0.456	0.250	16.929
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	Volumen	1.000	0.648	0.162	0.828	0.162	0.500	15.784
	Peso	1.000	0.672	0.192	0.857	0.225	0.500	15.784
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.647	0.162	0.826	0.162	0.250	15.784
	Peso	1.000	0.670	0.192	0.855	0.224	0.250	15.784

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.3 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

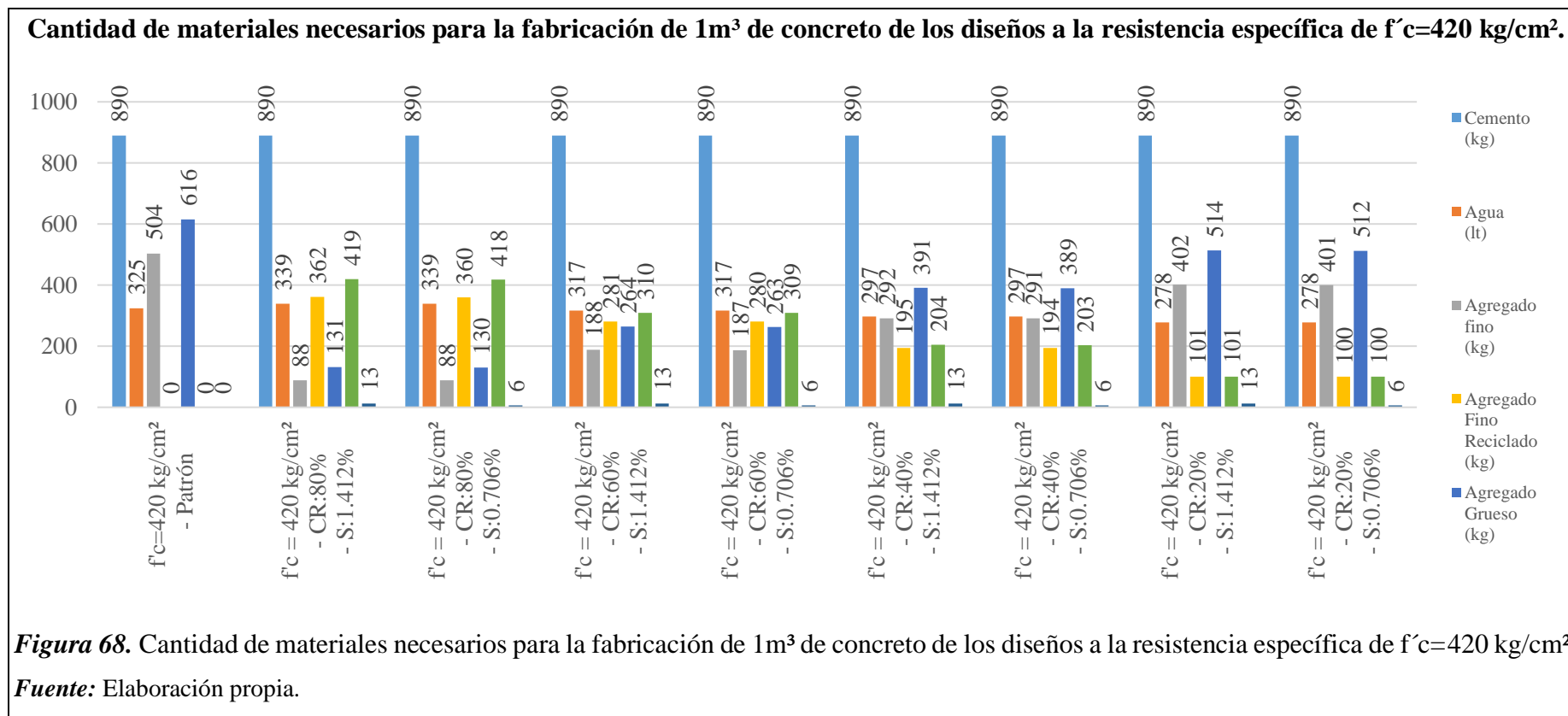


Tabla 46*Dosificaciones de mezclas para la resistencia específica de $f'c=420$ kg/cm².*

Identificación	Tipo de dosificación	Cemento	Agregado fino	Agregado fino reciclado	Agregado grueso	Agregado grueso reciclado	Sika® Cem Plastificante (lt/pie ³)	Agua (lt/pie ³)
Diseño $f'c = 420$ kg/cm ² – patrón	Peso	1.000	0.566	–	0.692	–	–	15.496
	Volumen	1.000	0.586	–	0.716	–	–	15.496
Diseño $f'c = 420$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	Peso	1.000	0.099	0.407	0.147	0.471	0.500	16.174
	Peso	1.000	0.103	0.482	0.152	0.654	0.500	16.174
Diseño $f'c = 420$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.099	0.405	0.146	0.469	0.250	16.174
	Peso	1.000	0.102	0.480	0.152	0.651	0.250	16.174
Diseño $f'c = 420$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	Volumen	1.000	0.211	0.316	0.296	0.348	0.500	15.149
	Peso	1.000	0.218	0.375	0.307	0.483	0.500	15.149
Diseño $f'c = 420$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.210	0.315	0.295	0.347	0.250	15.149
	Peso	1.000	0.218	0.374	0.305	0.481	0.250	15.149
Diseño $f'c = 420$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	Volumen	1.000	0.328	0.219	0.439	0.229	0.500	14.187
	Peso	1.000	0.340	0.259	0.454	0.318	0.500	14.187
Diseño $f'c = 420$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.327	0.218	0.437	0.228	0.250	14.187
	Peso	1.000	0.338	0.258	0.453	0.317	0.250	14.187
Diseño $f'c = 420$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	Volumen	1.000	0.452	0.113	0.577	0.113	0.500	13.270
	Peso	1.000	0.468	0.134	0.598	0.157	0.500	13.270
Diseño $f'c = 420$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	Volumen	1.000	0.450	0.113	0.575	0.113	0.250	13.270
	Peso	1.000	0.466	0.133	0.595	0.156	0.250	13.270

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Evaluación del comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.

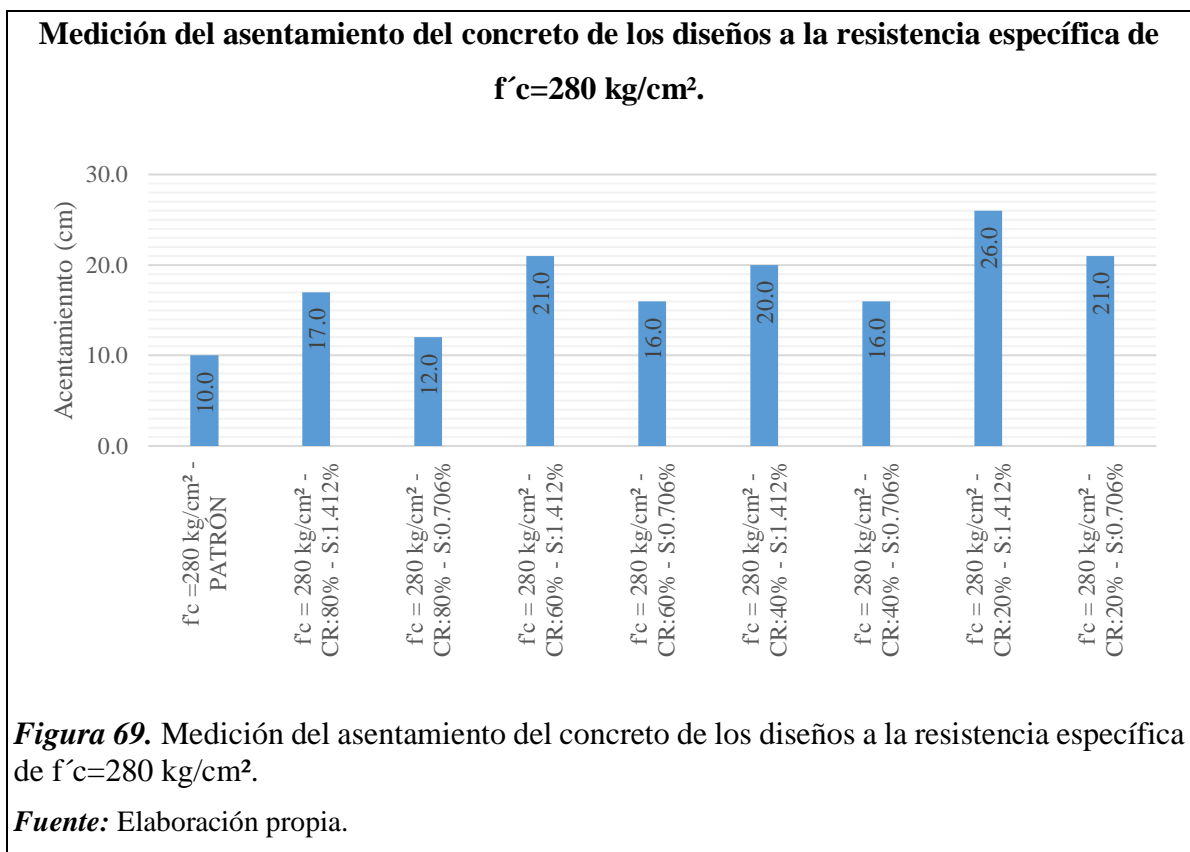
A continuación, se presentan los resultados correspondientes al desarrollo del objetivo específico N° 3.

3.1.3.1 Ensayos aplicados al concreto en estado fresco

A CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4a. Edición.

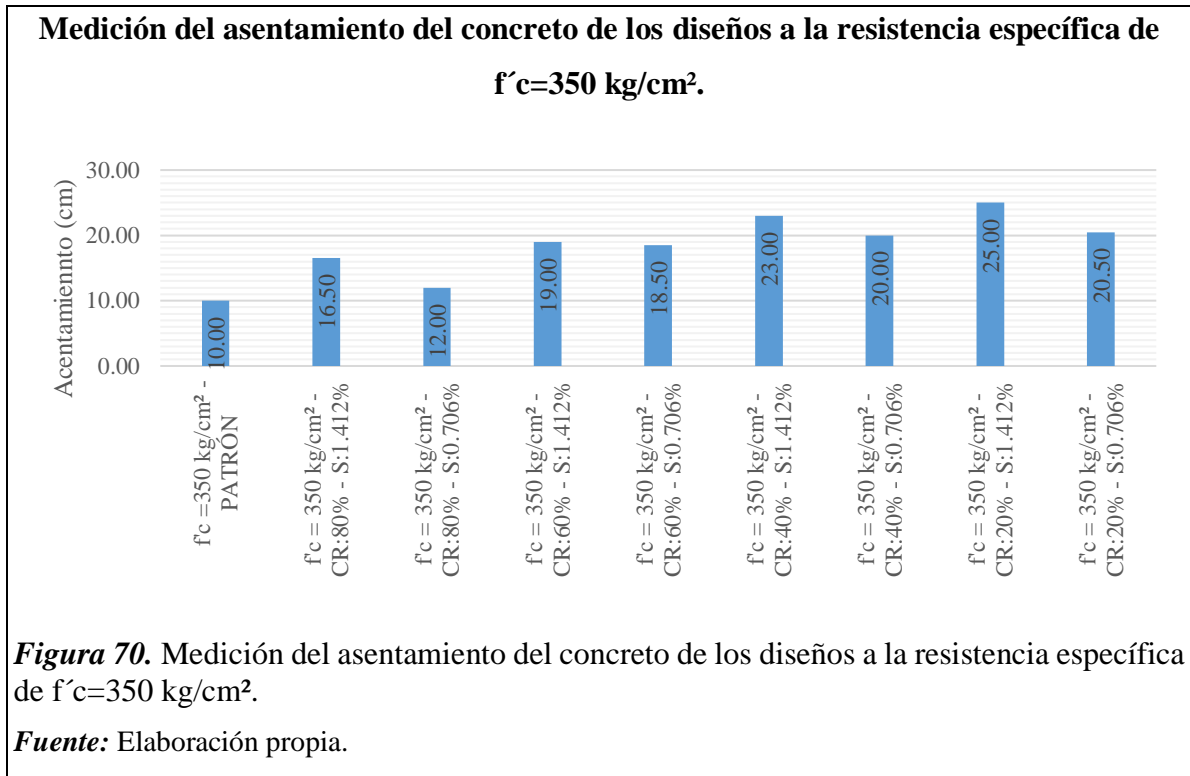
Establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland, tanto en el laboratorio como en el campo

A.1 Resistencia de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.



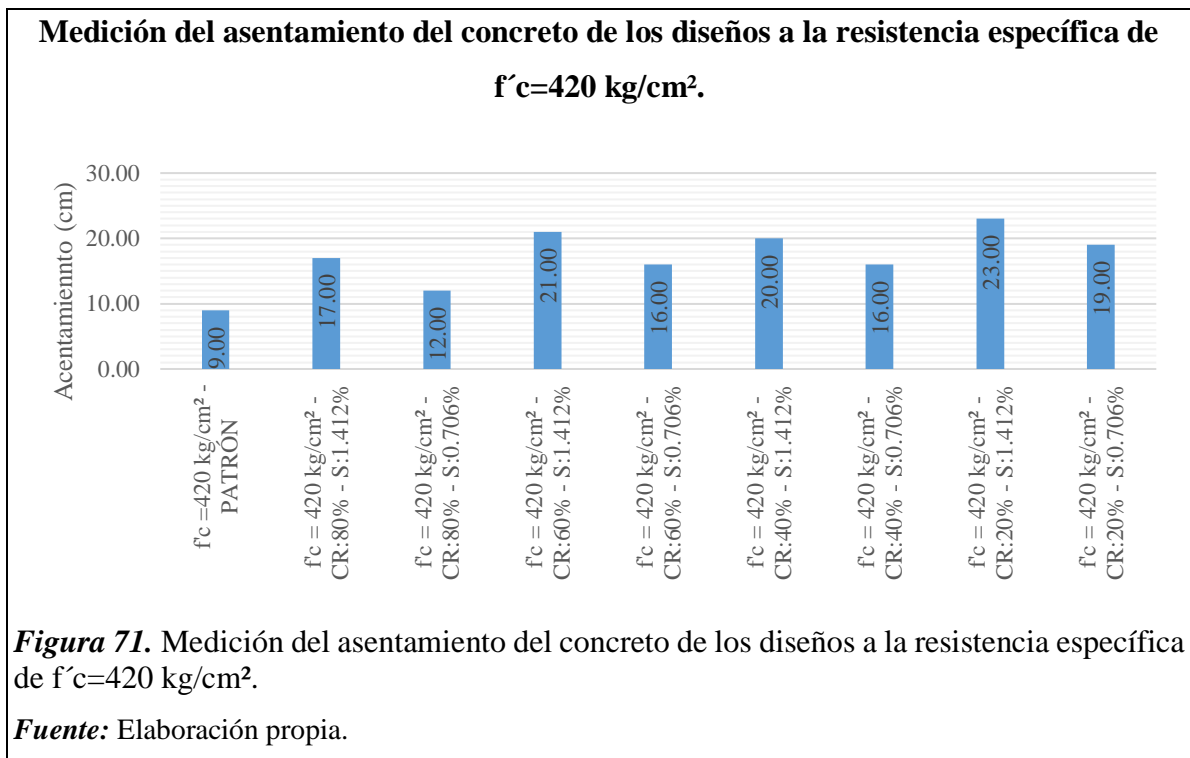
Se muestra en un diagrama de barras la comparación del asentamiento medido para cada diseño de mezcla para la resistencia específica de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

A.2 Resistencia de diseño $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.



Se muestra en un diagrama de barras la comparación del asentamiento medido para cada diseño de mezcla para la resistencia específica de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$

A.3 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

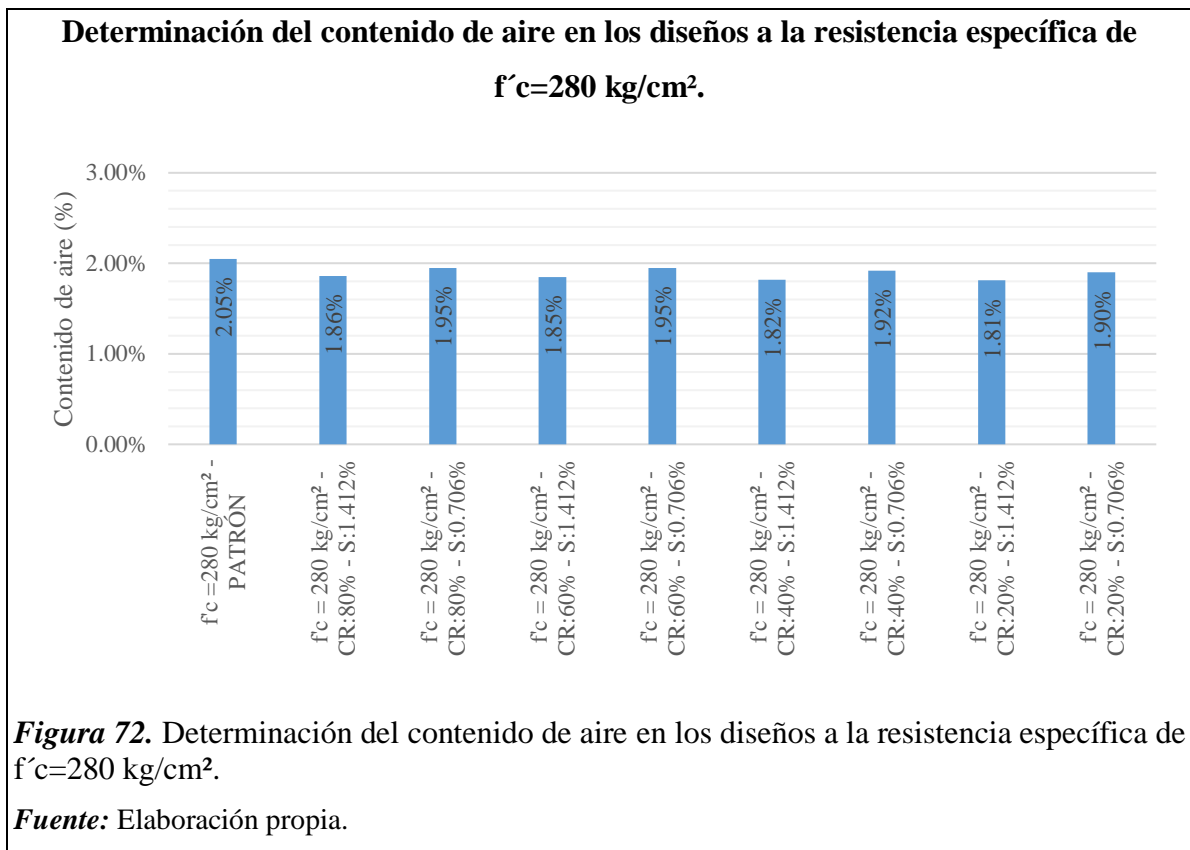


Se muestra en un diagrama de barras la comparación del asentamiento medido para cada diseño de mezcla para la resistencia específica de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

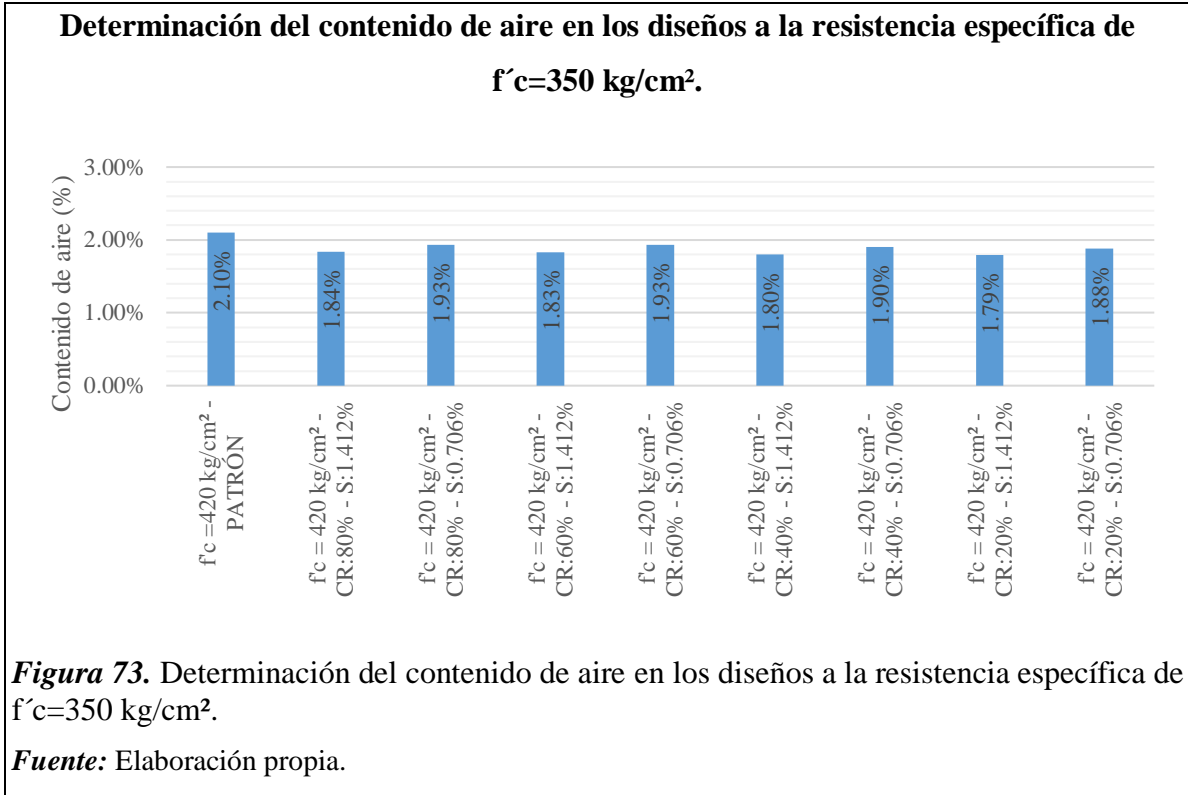
B CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión. 3ª Edición.

Cubre la determinación del contenido de aire del concreto recién mezclado a partir de la observación del cambio en el volumen del concreto con un cambio de presión

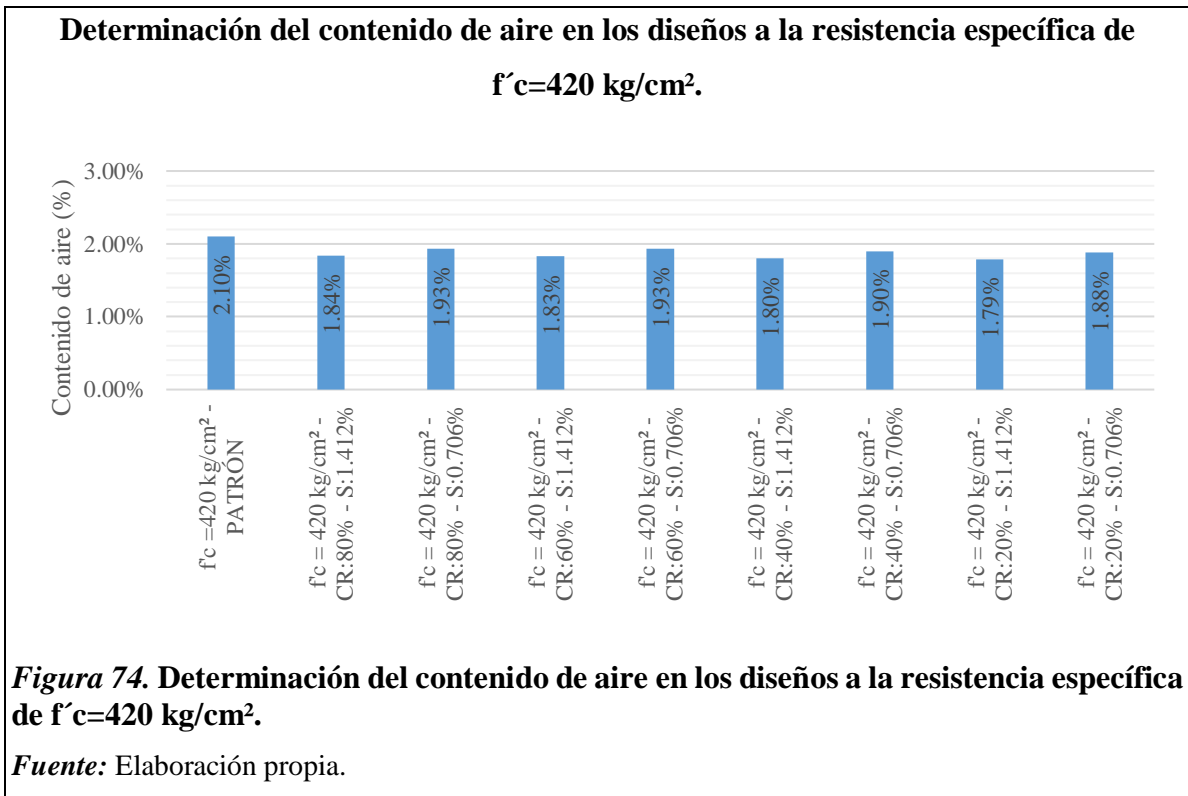
B.1 Resistencia de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.



B.2 Resistencia de diseño $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.



B.3 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.



C CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 2ª Edición.

Se aplica para medir la temperatura de mezclas de concreto fresco mezclado, puede ser usado para verificar la conformidad con un requerimiento especificado para la temperatura del concreto fresco en obra

C.1 Resistencia de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 47

Determinación de la temperatura de mezclas de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	Temperatura
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	24.3°C
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	27.8°C
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	27.0°C
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	27.0°C
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	26.3°C
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	26.3°C
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	25.5°C
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	25.3°C
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	25.0°C

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia de diseño $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 48

Determinación de la temperatura de mezclas de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	Temperatura
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	25.0°C
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	27.8°C
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	27.0°C
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	27.0°C
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	26.3°C
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	26.3°C
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	25.5°C
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	25.3°C
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	25.3°C

Fuente: Elaboración propia.

C.2 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 49

Determinación de la temperatura de mezclas de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	Temperatura
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	25.5°C
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	27.8°C
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	27.0°C
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	27.5°C
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	27.0°C
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	27.0°C
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	26.3°C
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	26.3°C
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	25.5°C

Fuente: Elaboración propia.

D HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

Establece un método de ensayo para determinar la densidad del concreto fresco y da las fórmulas para calcular el rendimiento, contenido de cemento y el contenido de aire del concreto. El rendimiento se define como el volumen del concreto producido con una mezcla de cantidades conocidas de los materiales componentes

D.1 Resistencia de diseño $f'c=280$ kg/cm².

Tabla 50

Determinación del peso unitario del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².

Identificación	Peso unitario
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² – patrón	2309 kg/m ³
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	2189 kg/m ³
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	2187 kg/m ³
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	2213 kg/m ³
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	2210 kg/m ³
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	2235 kg/m ³
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	2232 kg/m ³
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	2255 kg/m ³
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	2252 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

D.2 Resistencia de diseño $f'c=350$ kg/cm².

Tabla 51

Determinación del peso unitario del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².

Identificación	Peso unitario
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² – patrón	2320 kg/m ³
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	2207 kg/m ³
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	2203 kg/m ³
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	2229 kg/m ³
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	2226 kg/m ³
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	2250 kg/m ³
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	2246 kg/m ³
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	2268 kg/m ³
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	2265 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

D.3 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 52

Determinación del peso unitario del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	Peso unitario
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	2334 kg/m^3
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	2229 kg/m^3
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	2225 kg/m^3
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	2250 kg/m^3
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	2246 kg/m^3
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	2268 kg/m^3
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	2264 kg/m^3
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	2285 kg/m^3
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	2281 kg/m^3

Fuente: Elaboración propia.

E CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.

Establece el método de ensayo para la determinación del fraguado de concreto, con revestimiento mayor que cero, por medio de la medida de la resistencia a la penetración

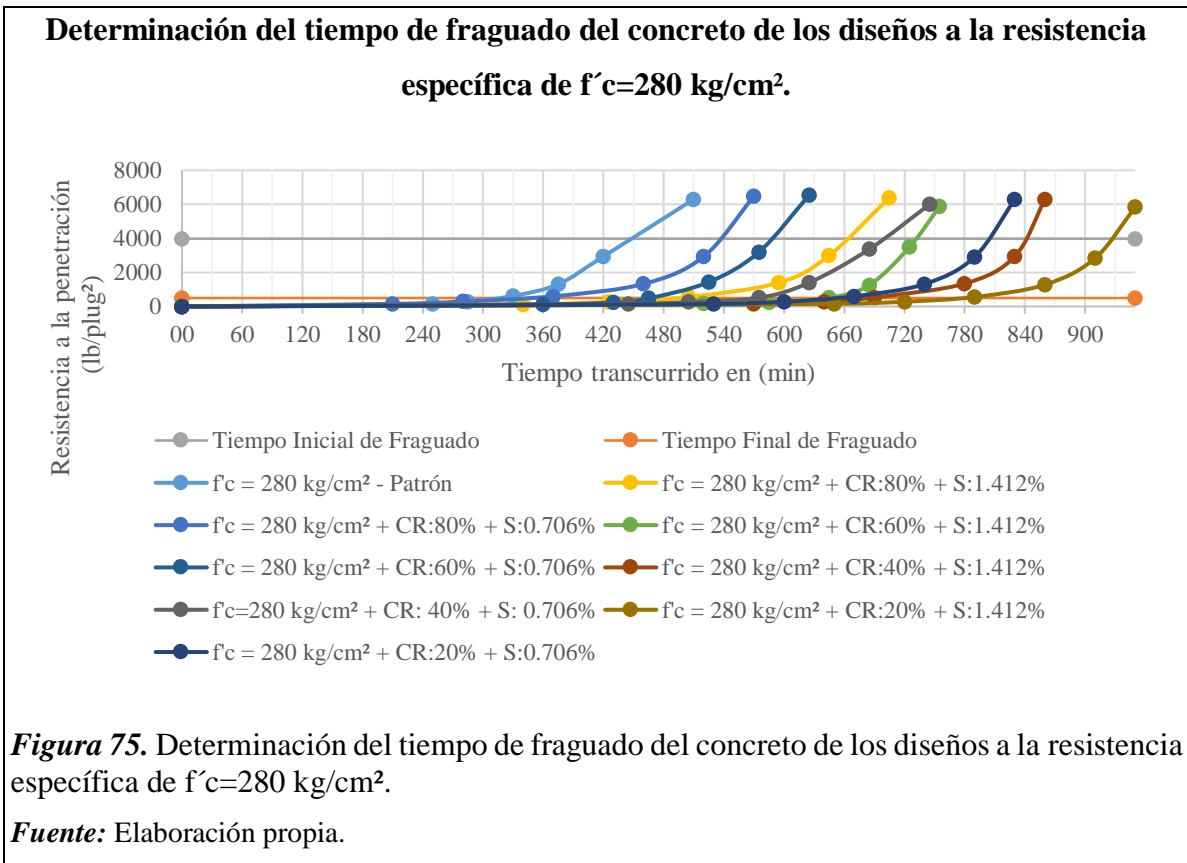
E.1 Resistencia de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 53

Determinación del tiempo de fraguado del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	TF _{inicial} (min)	Tf _{final} (min)
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	315	436
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	563	665
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	354	535
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	650	734
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	466	584
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	691	842
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	575	702
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	774	928
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	649	808

Fuente: Elaboración propia.



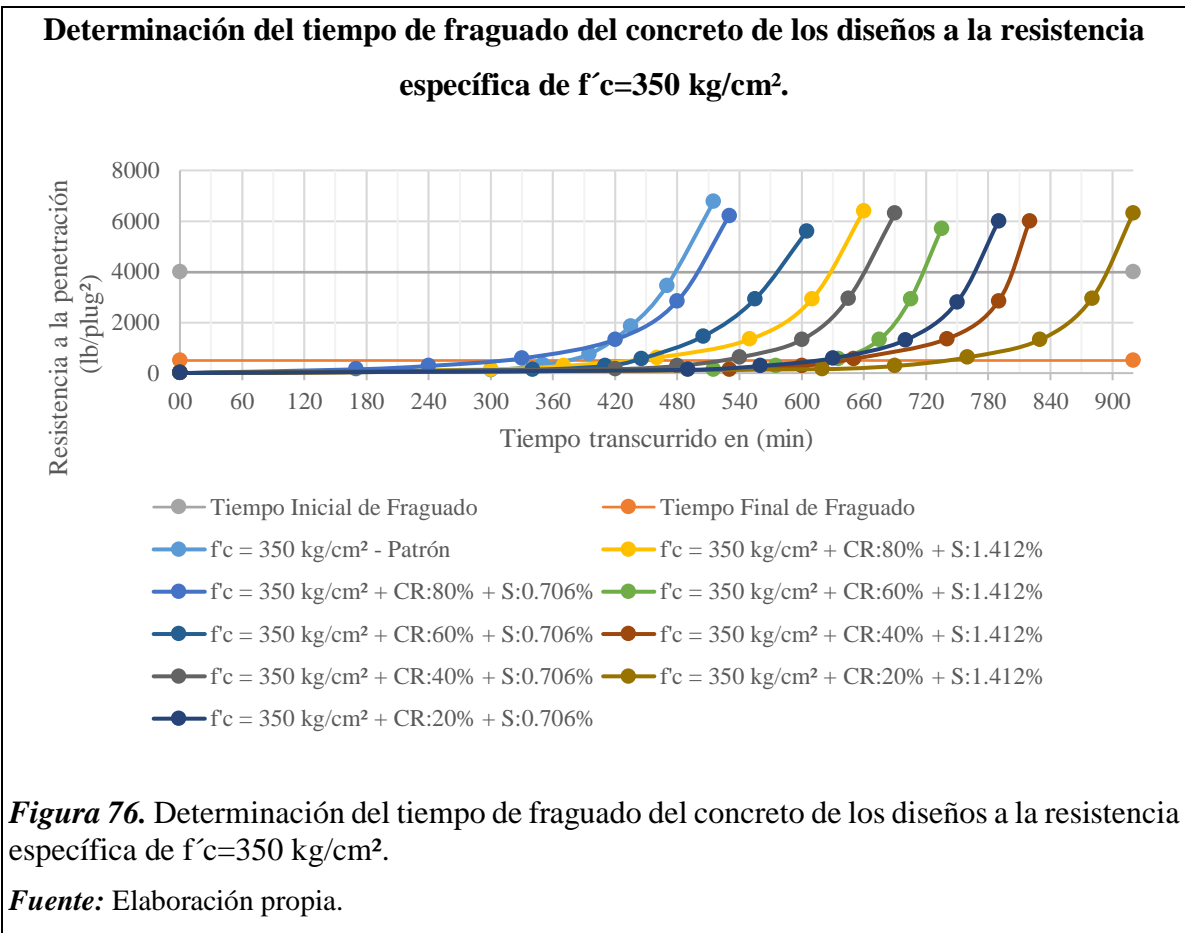
E.2 Resistencia de diseño $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 54

Determinación del tiempo de fraguado del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	$T_{F_{inicial}}$ (min)	$T_{F_{final}}$ (min)
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	376	475
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	437	627
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	307	503
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	627	717
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	440	579
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	645	808
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	525	661
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	741	894
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	611	769

Fuente: Elaboración propia.



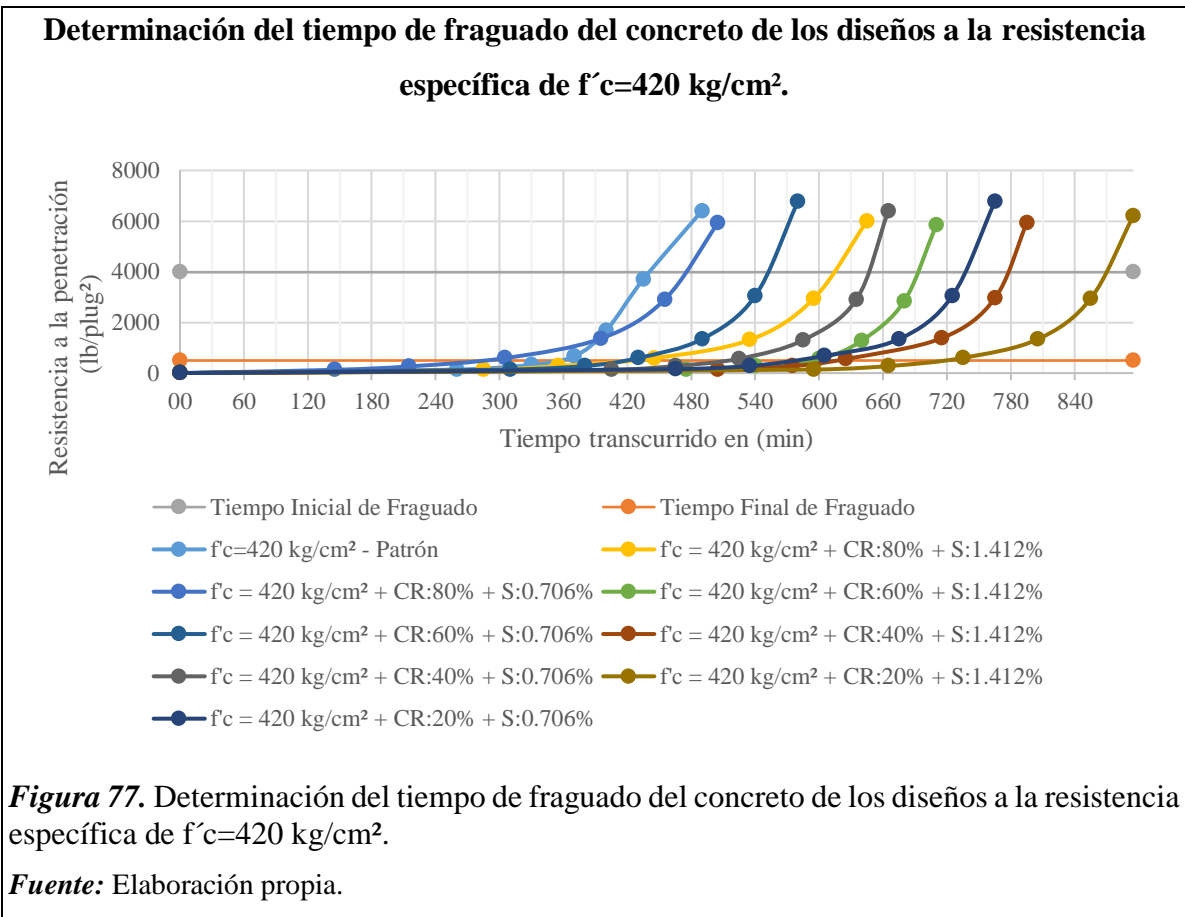
E.3 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 55

Determinación del tiempo de fraguado del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

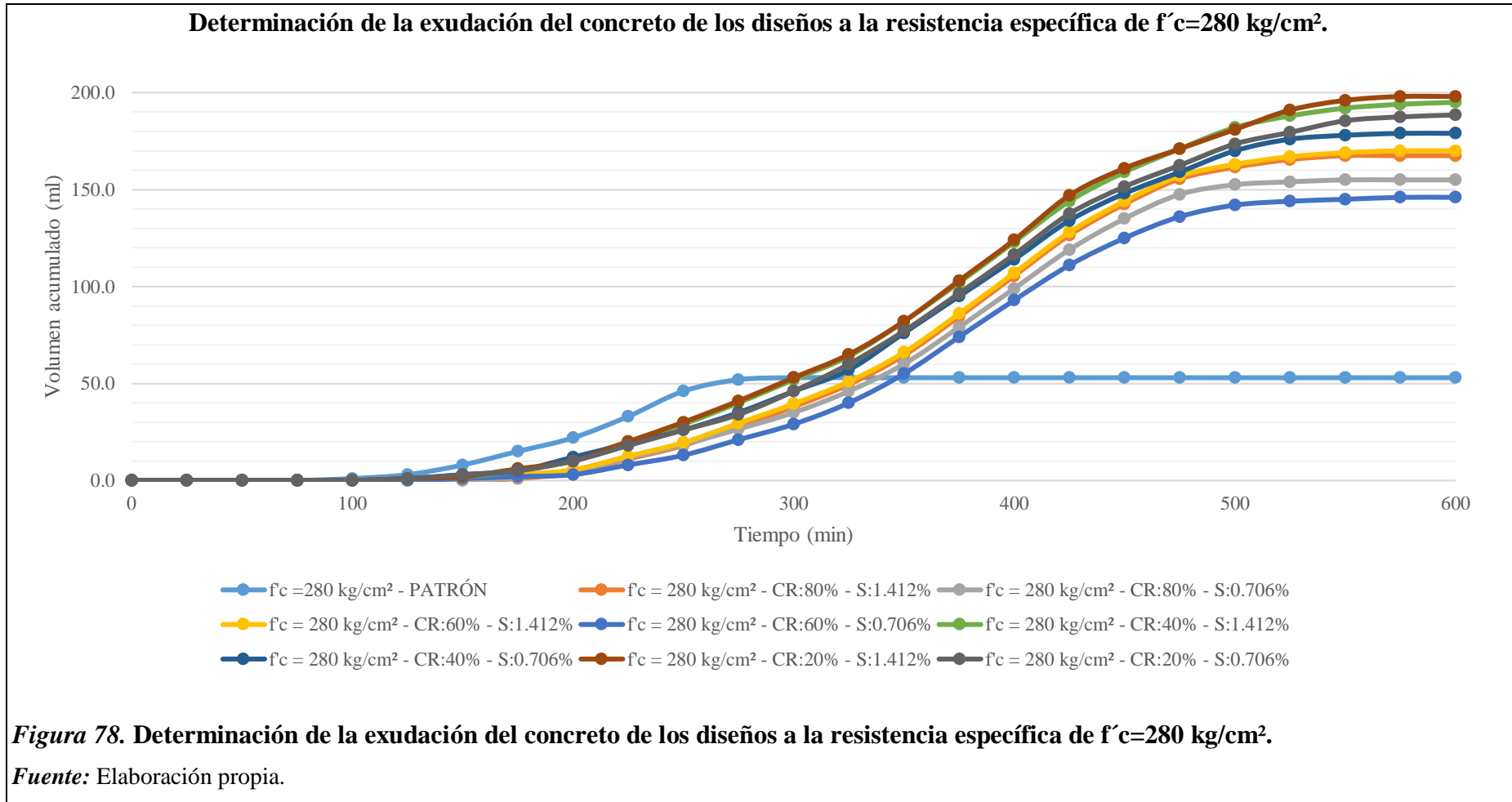
Identificación	$T_{F_{inicial}}$ (min)	$T_{F_{final}}$ (min)
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	362	435
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	420	621
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	276	474
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	582	695
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	423	554
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	611	777
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	516	645
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	718	874
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	578	742

Fuente: Elaboración propia.

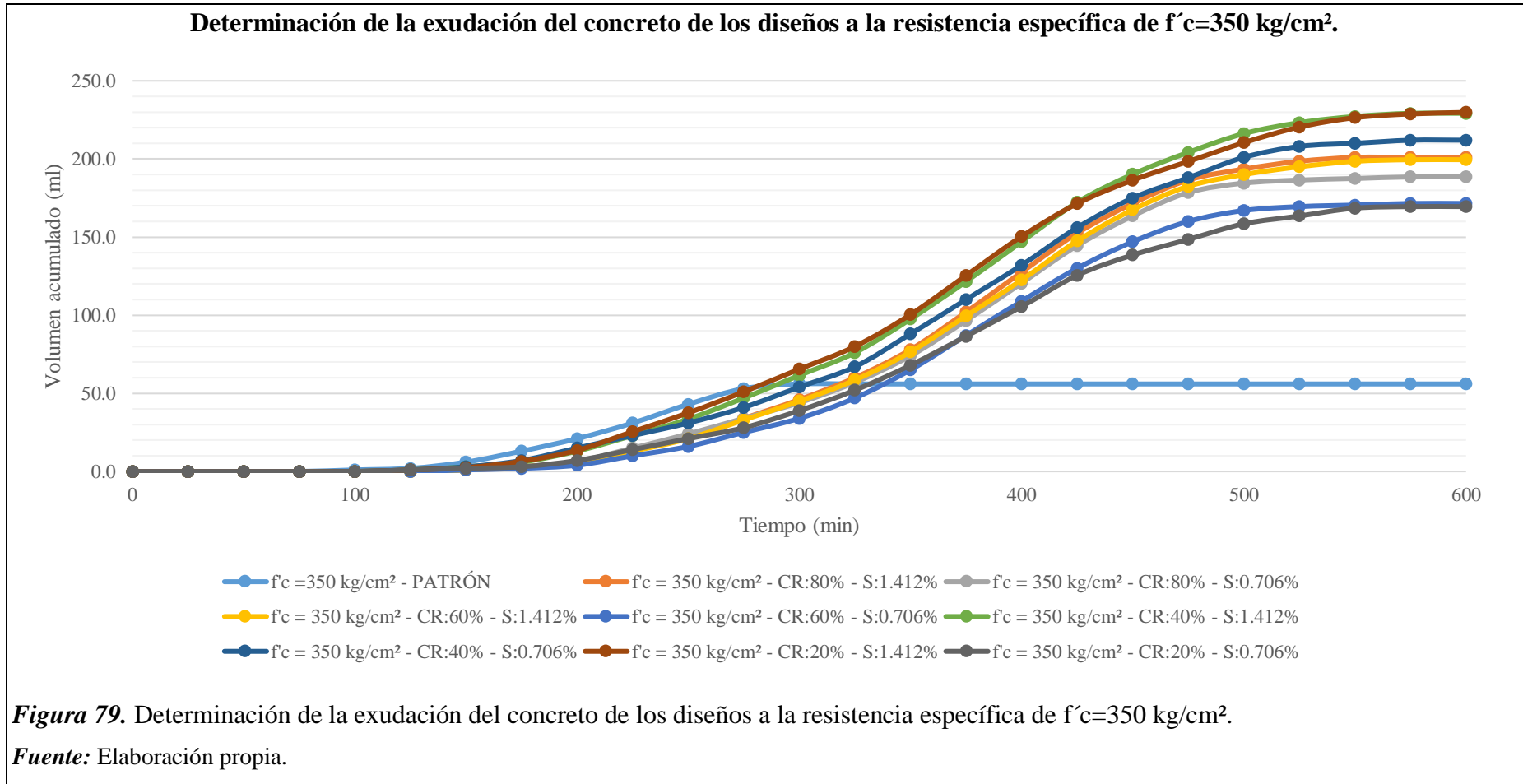


F CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto. 3ª Edición.

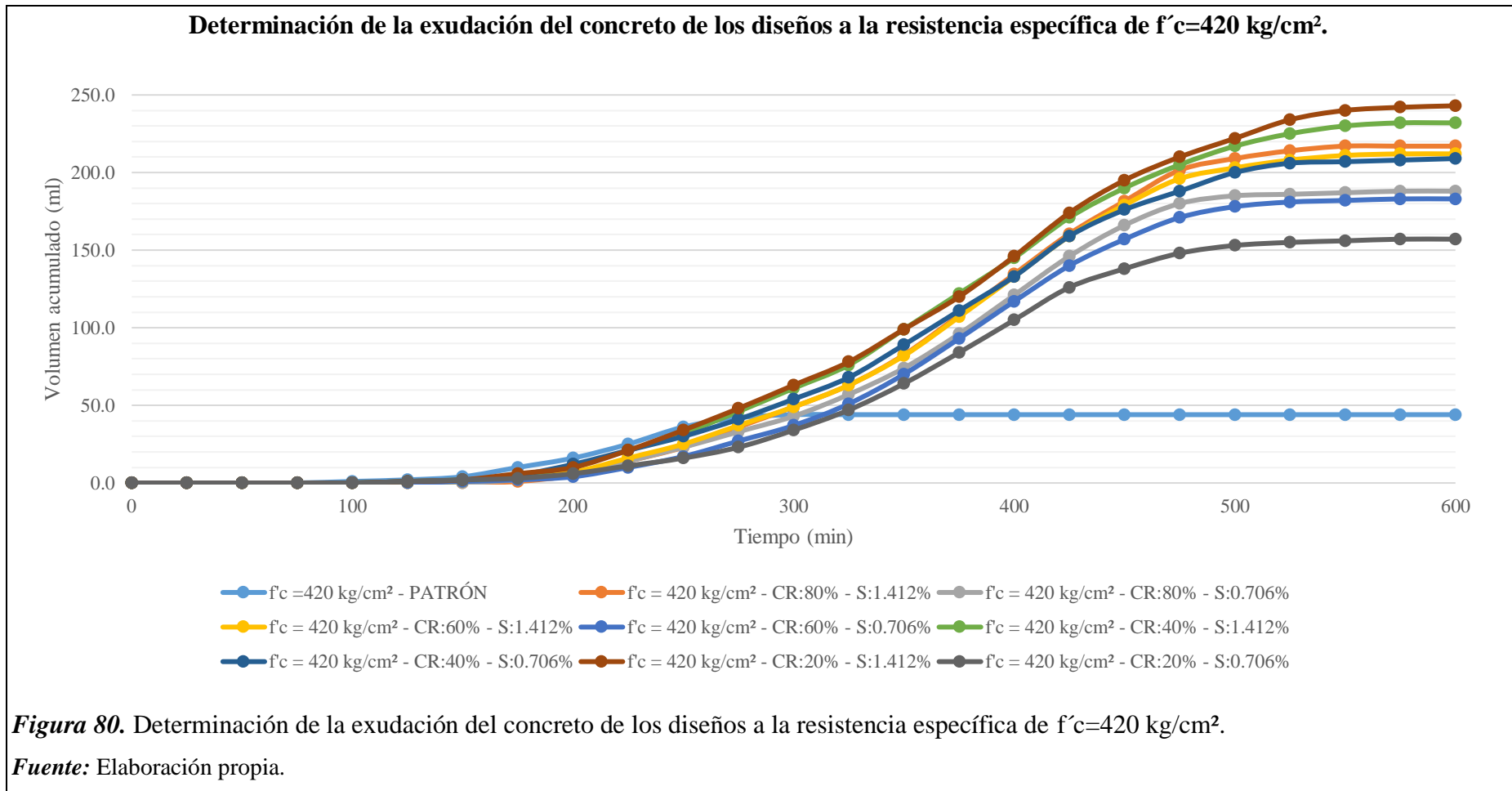
F.1 Resistencia de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.



F.2 Resistencia de diseño $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.



F.3 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

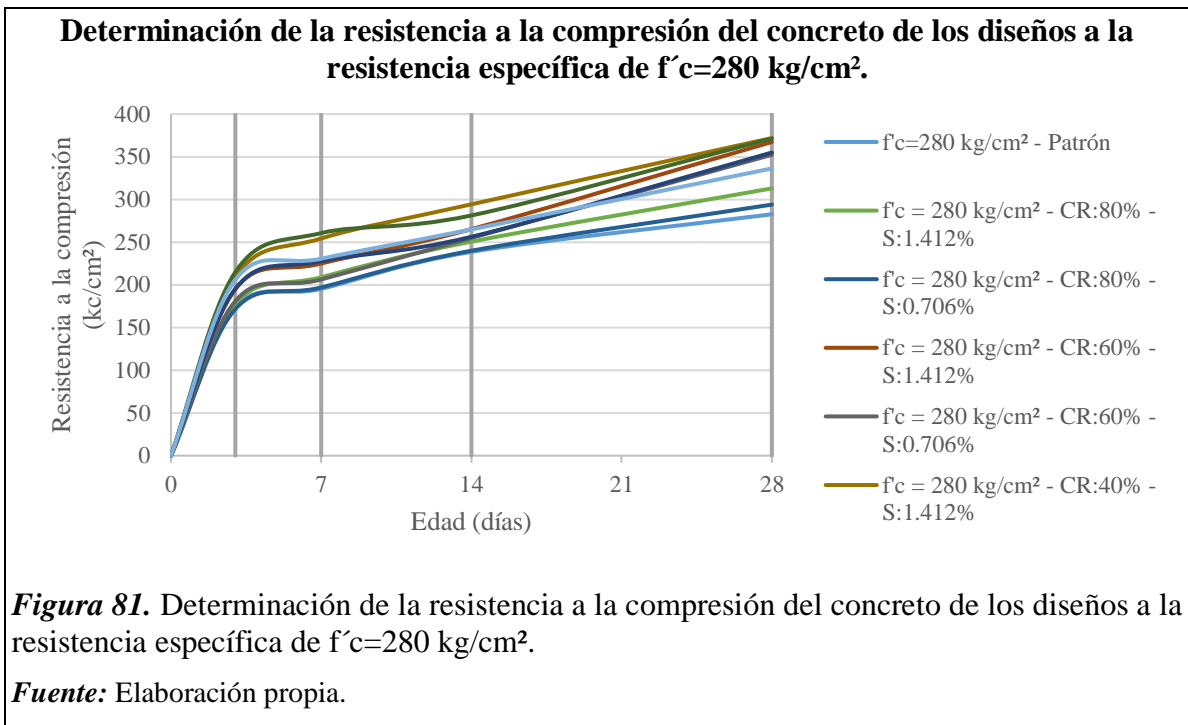


3.1.3.2 Ensayos aplicados al concreto en estado endurecido

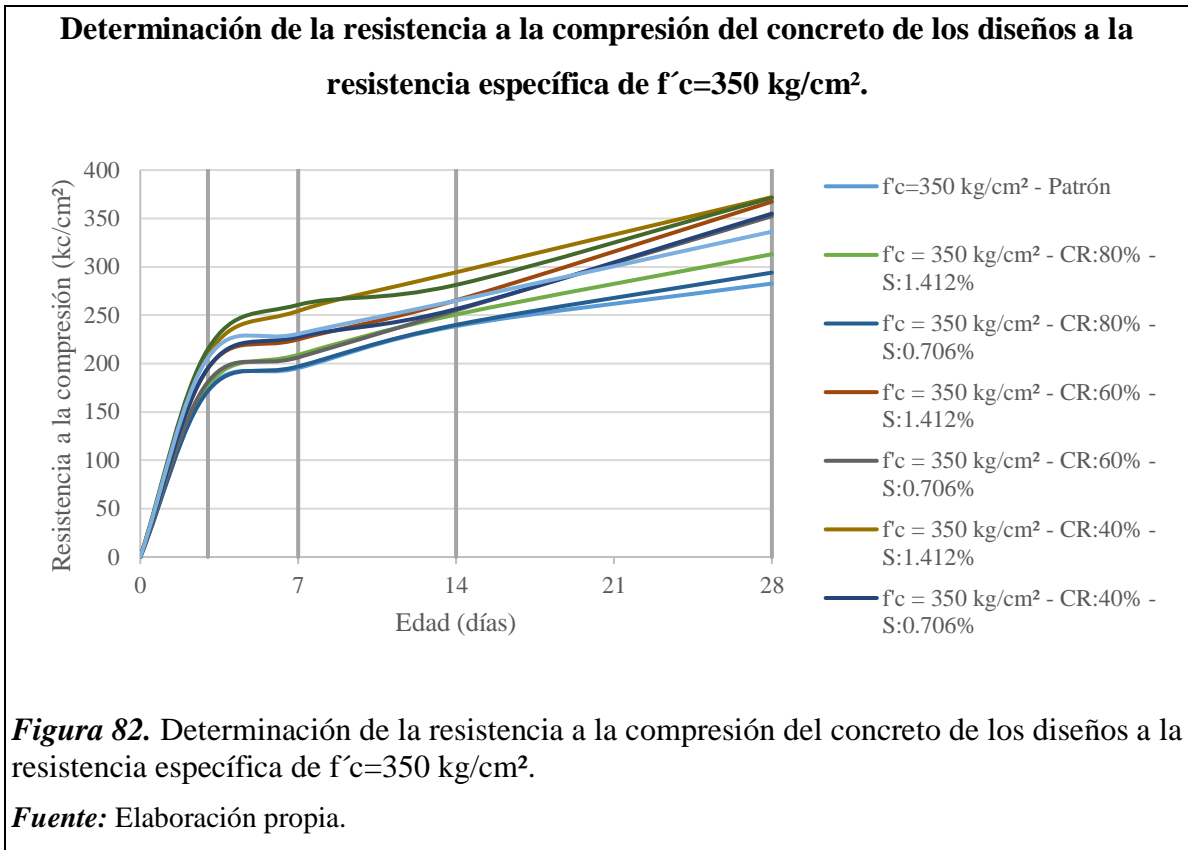
A CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.

Establece la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas de concreto.

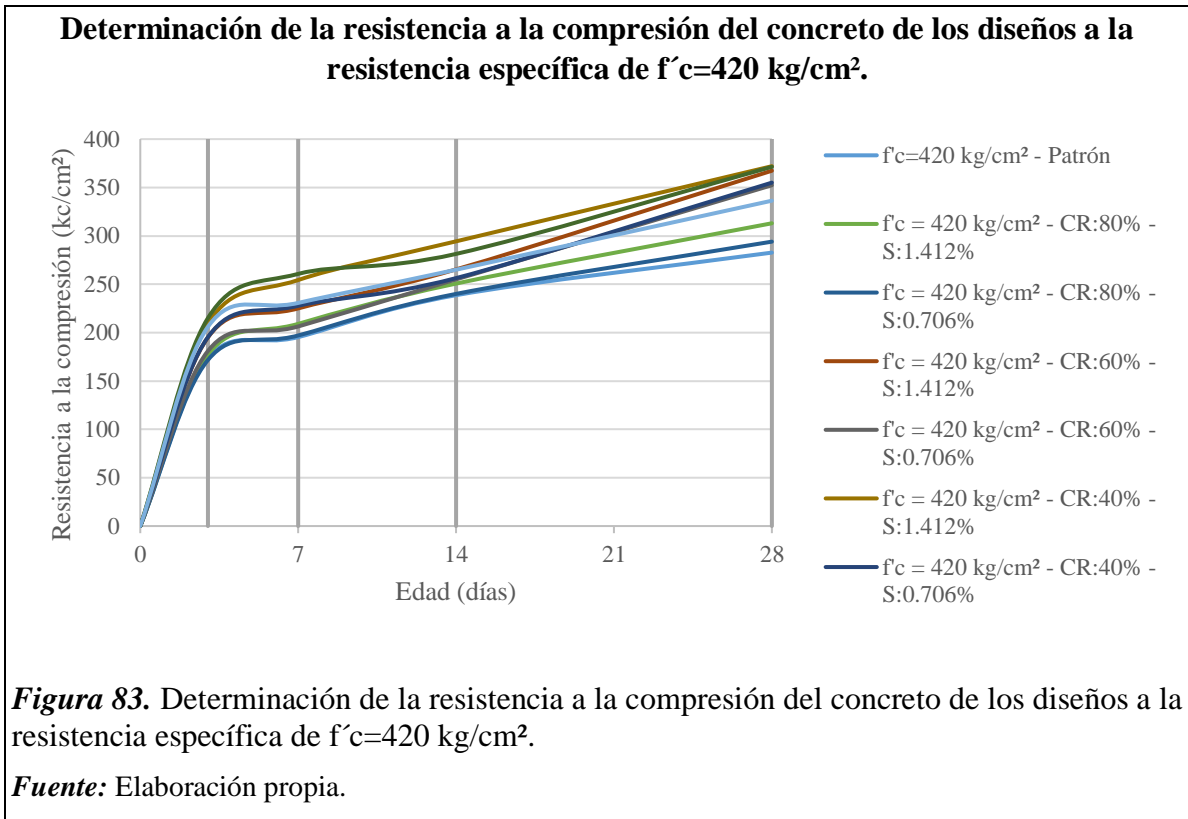
A.1 Resistencia de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.



A.2 Resistencia de diseño $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.



A.3 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.



B CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición.

B.1 Resistencia de diseño $f'c=280$ kg/cm².

Tabla 56

Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².

Identificación	Resistencia a la flexión promedio MPa
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² – patrón	62.01
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	57.40
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	54.98
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	60.99
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	57.99
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	62.69
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	59.01
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	66.12
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	63.76

Fuente: Elaboración propia.

B.2 Resistencia de diseño $f'c=350$ kg/cm².

Tabla 57

Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².

Identificación	Resistencia a la flexión promedio
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² – patrón	75.73
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	69.56
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	67.24
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	72.68
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	69.20
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	75.16
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	71.18
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	77.66
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	74.97

Fuente: Elaboración propia.

B.3 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 58

Determinación de la resistencia a la flexión del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	Resistencia a la flexión promedio
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	85.87
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	80.92
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	78.24
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	83.83
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	80.48
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	86.53
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	82.30
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	88.86
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	86.04

Fuente: Elaboración propia.

C CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría). 2ª Edición.

Establece el procedimiento para la determinación del número de rebote en el concreto endurecido usando un martillo de acero accionado por resorte.

C.1 Resistencia de diseño $f'c=280$ kg/cm².

Tabla 59

Determinación del número de rebote del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².

Identificación	Número de rebote
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² – patrón	50.67
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	52.44
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	50.17
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	55.03
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	53.28
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	53.47
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	54.06
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	50.61
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	55.69

Fuente: Elaboración propia.

C.2 Resistencia de diseño $f'c=350$ kg/cm².

Tabla 60

Determinación del número de rebote del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².

Identificación	Número de rebote
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² – patrón	56.94
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	57.06
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	54.06
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	55.25
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	59.92
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	59.78
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	57.06
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	57.58
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	61.89

Fuente: Elaboración propia.

C.3 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 61

Determinación del número de rebote del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	Número de rebote
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	59.28
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	57.58
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	58.94
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	61.56
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	59.42
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	63.97
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	58.94
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	59.03
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	57.83

Fuente: Elaboración propia.

D CONCRETO. Método de ensayo para determinar la velocidad de pulso a través del concreto.

Cubre la determinación de la velocidad de propagación de pulso de ondas de esfuerzo longitudinal a través del concreto.

D.1 Resistencia de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 62

Determinación de la velocidad de pulso ultrasonido a través del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	Tiempo (μ seg)	Velocidad (m/s)	Módulo de elasticidad dinámico (Mpa)
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	77.91	3903.67	35084.02
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	79.86	3781.67	31904.72
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	84.60	3552.67	28478.31
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	69.74	4312.00	41010.28
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	71.96	4177.33	38401.60
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	66.69	4505.00	45086.79
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	71.06	4262.00	40946.75
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	71.78	4245.67	41180.38
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	71.12	4225.00	40115.90

Fuente: Elaboración propia.

D.2 Resistencia de diseño $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 63

Determinación de la velocidad de pulso ultrasonido a través del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	Tiempo (μ seg)	Velocidad (m/s)	Módulo de elasticidad dinámico (Mpa)
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	68.64	4371.33	42960.83
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	69.80	4301.67	41169.78
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	71.06	4260.00	40614.81
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	60.80	4934.67	53160.45
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	72.35	4165.67	38403.51
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	60.84	4947.00	54928.07
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	70.11	4281.67	40552.94
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	61.40	4901.33	54058.77
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	65.32	4603.00	47733.45

Fuente: Elaboración propia.

D.3 Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 64

Determinación de la velocidad de pulso ultrasonido a través del concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	Tiempo (μ seg)	Velocidad (m/s)	Módulo de elasticidad dinámico (Mpa)
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	67.43	4449.33	43880.39
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	58.04	5184.67	59979.51
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	62.59	4797.67	50298.58
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	58.52	5128.00	57853.53
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	58.47	5135.67	57648.05
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	50.66	5934.00	78709.62
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	62.35	4813.00	50639.74
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	57.15	5250.67	60916.43
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	57.40	5230.00	60743.31

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Análisis de costos de producción de los concretos de altas resistencias.

A continuación, se presentan los resultados correspondientes al desarrollo del objetivo específico N° 4.

3.1.4.1 Análisis de costos de producción de los materiales.

A Análisis de costos para la producción de 1m³ de arena gruesa.

Tabla 65

Análisis de costos para la producción de 1000m³ de arena gruesa.

N°	Actividad / equipo	Unidad	Cant.	Precio	Parcial
1.	Extracción de material				1,700.00
1.2.	Caterpillar 330c	día/M	2	400.00	800.00
1.3.	Voladura	Unid.	20	20.00	400.00
1.4.	Derecho de extracción	Global		500.00	500.00
2.	Acarreo de material				3,050.00
2.2.	Caterpillar 966	día/M	2	400.00	800.00
2.3.	Volvo fmx 6x4	día/M	15	150.00	2,250.00
3.	Alimentación la zaranda				400.00
3.2.	Caterpillar 966	día/M	1	400.00	400.00
4.	Zaranda				3,000.00
4.1.	Zaranda	día/M	1	1,000.00	1,000.00
4.5.	Tamizadora	día/M	4	500.00	2,000.00
5.	Carga de vagonetas y stock				820.00
5.1.	Caterpillar 988	día/M	1	420.00	420.00
5.2.	Caterpillar 966	día/M	1	400.00	400.00
6.	Extras				40.00
6.2.	Guardianía	día/H	2	20.00	40.00
7.	Salarios				1,455.00
7.1.	Operario	día/H	20	60.00	1,200.00
7.2.	Peón	día/H	10	20.00	200.00
7.3.	Especialista de planta	día/H	1	55.00	55.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66*Análisis de costos para la producción y comercialización de 1m³ de arena gruesa.*

Ítem	Monto
Subtotal	\$10,465.00
Gastos Generales (7%)	\$732.55
Impuestos (8%)	\$837.20
Utilidad (6%)	\$523.25
Total	\$12,558.00
Costo de producción de 1m ³ de arena gruesa (\$)	\$12.56
Tipo de cambio (*)	3.243
Costo de producción de 1m ³ de arena gruesa (S/)	S/40.73
Precio de Venta (Incl. IGV)	S/48.06

Nota: (*) Actualizado al 27/12/2017 de <http://www.sunat.gob.pe/cl-at-ittipcam/tcS01Alias>.

Fuente: Elaboración propia.

B Análisis de costos para la producción de 1m³ de piedra chancada de 1/2" a 3/4" Huso

67.

Tabla 67*Análisis de costos para la producción de 1000m³ de piedra chancada.*

N°	Actividad / equipo	Unidad	Cant.	Precio	Parcial
1.	Extracción de material				2,020.00
1.1.	Caterpillar d8r	día/M	1	420.00	420.00
1.2.	Caterpillar 330c	día/M	2	350.00	700.00
1.3.	Voladura	Unid.	20	20.00	400.00
1.4.	Derecho de extracción	Global		500.00	500.00
2.	Acarreo de material				3,200.00
2.1.	Caterpillar 330c	día/M	2	500.00	1,000.00
2.2.	Caterpillar 966	día/M	2	400.00	800.00
2.3.	Volvo fmx 6x4	día/M	4	150.00	600.00
2.4.	Volvo fmx 400 8x4	día/M	4	200.00	800.00
3.	Alimentación del impactador				820.00
3.1.	Caterpillar 988	día/M	1	420.00	420.00
3.2.	Caterpillar 966	día/M	1	400.00	400.00
4.	Impactador				5,900.00
4.1.	Triturador inicial	día/M	1	1,000.00	1,000.00
4.2.	Impactador	día/M	1	1,500.00	1,500.00
4.3.	Generador	día/M	2	200.00	400.00
4.4.	Fajas transportadoras	día/M	10	100.00	1,000.00
4.5.	Tamizadora	día/M	4	500.00	2,000.00
5.	Carga de vagonetas y stock				820.00
5.1.	Caterpillar 988	día/M	1	420.00	420.00
5.2.	Caterpillar 966	día/M	1	400.00	400.00
6.	Extras				220.00
6.1.	Torre de iluminación	día	4	30.00	120.00
6.2.	Guardianía	día/H	5	20.00	100.00

7.	Salarios				975.00
7.1.	Operario	día/H	15	60.00	900.00
7.2.	Ayudante	día/H	1	20.00	20.00
7.3.	Especialista de planta	día/H	1	55.00	55.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68

Análisis de costos para la producción y comercialización de 1m³ de piedra chancada.

Ítem	Monto
Subtotal	\$13,955.00
Gastos Generales (7%)	\$976.85
Impuestos (8%)	\$1,116.40
Utilidad (5%)	\$697.75
Total	\$16,746.00
Costo de producción de 1m ³ de arena gruesa (\$)	\$16.75
Tipo de cambio	3.243
Costo de producción de 1m ³ de arena gruesa (S/)	S/54.31
Precio de Venta (Incl. IGV)	S/64.08

Nota: () Actualizado al 27/12/2017 de <http://www.sunat.gob.pe/cl-at-ittipcam/tcS01Alias>.*

Fuente: Elaboración propia.

C Análisis de costos de procesamiento de 1m³ de concreto reciclado.

Tabla 69

Análisis de costos de procesamiento de 1000m³ de concreto reciclado.

N°	Actividad / equipo	Unidad	Cant.	Precio	Parcial
1.	Extracción de material				2,700.00
1.1.	Caterpillar 330c	Día/m	2	350.00	700.00
1.2.	Limpieza global del material reciclado	Global		2,000.00	2,000.00
2.	Acarreo de material				2,200.00
2.2.	Caterpillar 966	Día/m	2	400.00	800.00
2.3.	Volvo fmx 6x4	Día/m	4	150.00	600.00
2.4.	Volvo fmx 400 8x4	Día/m	4	200.00	800.00
3.	Alimentación del impactador				820.00
3.1.	Caterpillar 988	Día/m	1	420.00	420.00
3.2.	Caterpillar 966	Día/m	1	400.00	400.00
4.	Impactador				5,900.00
4.1.	Triturador inicial	Día/m	1	1,000.00	1,000.00
4.2.	Impactador	Día/m	1	1,500.00	1,500.00
4.3.	Generador	Día/m	2	200.00	400.00
4.4.	Fajas transportadoras	Día/m	10	100.00	1,000.00
4.5.	Tamizadora	Día/m	4	500.00	2,000.00
5.	Carga de vagonetas y stock				820.00
5.1.	Caterpillar 988	Día/m	1	420.00	420.00
5.2.	Caterpillar 966	Día/m	1	400.00	400.00

6.	Extras				340.00
6.1.	Torre de iluminación	Día	8	30.00	240.00
6.2.	Guardianía	Día/h	5	20.00	100.00
7.	Salarios				975.00
7.1.	Operario	Día/h	15	60.00	900.00
7.2.	Ayudante	Día/h	1	20.00	20.00
7.3.	Especialista de planta	Día/h	1	55.00	55.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70

Análisis de costos de procesamiento y comercialización de 1m³ de agregado fino reciclado y agregado grueso reciclado.

Ítem	Monto
Subtotal	\$13,755.00
Gastos generales (7%)	\$962.85
Impuestos (8%)	\$1,100.40
Utilidad (5%)	\$687.75
Total	\$16,506.00
Tipo de cambio (*)	3.243
Costo de procesamiento de 1m ³ de agregado fino reciclado (33% del global) (\$)	\$5.45
Costo de procesamiento de 1m ³ de concreto reciclado (s/)	S/17.66
Precio de venta (incl. IGV)	S/20.84
Costo de procesamiento de 1m ³ de agregado grueso reciclado (67% del global) (\$)	\$11.06
Costo de procesamiento de 1m ³ de concreto reciclado (s/)	S/35.86
Precio de venta (incl. IGV)	S/42.32

Nota: () Actualizado al 27/12/2017 de <http://www.sunat.gob.pe/cl-at-ittipcam/tcS01Alias>.*

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.2 Análisis de costos para la producción de los concretos de alta resistencia.

A Resistencia de diseño $f'c=280$ kg/cm².

Tabla 71

Determinación del costo de producción de 1m³ de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=280$ kg/cm².

Identificación	Costo de producción
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² – patrón	342.14
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	351.70
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	329.97
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	354.03
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	332.29
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	356.31
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	334.57
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	358.80
Diseño $f'c = 280$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	336.84

Fuente: Elaboración propia.

B Resistencia de diseño $f'c=350$ kg/cm².

Tabla 72

Determinación del costo de producción de 1m³ de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=350$ kg/cm².

Identificación	Costo de producción
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² – patrón	400.36
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	425.62
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	397.93
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	427.71
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	400.02
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	429.43
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	402.08
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	431.85
Diseño $f'c = 350$ kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	404.15

Fuente: Elaboración propia.

C Resistencia de diseño $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 73

Determinación del costo de producción de 1m^3 de concreto de los diseños a la resistencia específica de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$.

Identificación	Costo de producción
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – patrón	467.02
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	509.82
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	475.36
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	511.67
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	477.19
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	513.49
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	479.01
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	515.32
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	480.84

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Discusión de resultados

3.2.1 Ensayos aplicados a los agregados naturales de cantera y al concreto reciclado.

En el siguiente apartado se analizaron los datos obtenidos del desarrollo del objetivo específico N° 1.

Según NTP 400.012:2013 AGREGADOS, análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Se afirma que los agregados naturales no tienen una gran deficiencia o exceso de cualquier tamaño y presentan una curva granulométrica suave, producirán los resultados más satisfactorios. Más por el contrario, el concreto reciclado tiene una variación no proporcionada de la distribución de los tamaños de las partículas, debido a la presencia de porciones de pasta fragmentada, que es de morfología irregular y desproporcionada.

La norma E-060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones, indica respecto al tamaño máximo nominal del agregado grueso que no debe ser superior a, $1/5$ de la menor separación entre los lados del encofrado, $1/3$ de la altura de la losa, $3/4$ del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes, tendones, paquetes de tendones o ductos. El tamaño máximo nominal del agregado grueso en esta investigación es $3/4$ " proveniente de la cantera La Victoria, y $1/2$ " correspondiente al tamaño máximo nominal del agregado grueso reciclado, estando ambos dentro de los parámetros recomendados.

Según NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Siendo de 1452.49 kg/m^3 el peso unitario suelto seco del agregado fino, y de 1268.98 kg/m^3 del agregado fino de concreto reciclado; además se obtuvo 1453.69 kg/m^3 como peso unitario suelto seco del agregado grueso, y 1452.49 kg/m^3 como valor del peso unitario suelto seco del agregado grueso de concreto reciclado. El peso unitario del agregado fino natural es mayor al presentado en el agregado fino de concreto reciclado, debido a la baja densidad que éste último presenta.

Según NTP 400.021 y NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción, de agregado grueso y agregado fino, respectivamente. La mayor parte de los agregados de peso normal tienen pesos específicos comprendidos entre 2400 kg/m^3 y 2900 kg/m^3 . En esta investigación se obtuvo para el agregado fino un peso específico de 2505 kg/m^3 y para el agregado grueso un peso específico de 2641 kg/m^3 , estando entre los rangos recomendados.

3.2.2 Diseños de mezclas para concretos de altas resistencias.

En el siguiente apartado se analizaron los datos obtenidos del desarrollo del objetivo específico N° 2.

Se elaboraron 9 diseños de mezclas correspondientes a cada resistencia específica a la compresión del concreto ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm².

Los diseños de las mezclas para concreto patrón con las resistencias especificadas a la compresión del concreto ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm², se elaboraron bajo el Método del Comité 211 del ACI. (American Concrete Institute).

Se trabajó para el concreto patrón de $f'c$ de 280 kg/cm² una relación agua/cemento de 0.50, para el $f'c$ de 350 kg/cm² una relación agua/cemento de 0.40 y para el $f'c$ de 420 kg/cm² una relación agua/cemento de 0.39.

Además, comparando la resistencia crítica de diseño, se verifica que se ha utilizado un parámetro de seguridad menor a lo estipulado por el ACI 211, debido al ajuste por resistencia realizado a los 7 días de edad en probetas de muestra.

Posteriormente a la comprobación del factor de seguridad usado para la resistencia de diseño ($f'cr$) se reemplazó el agregado natural por proporciones de 80%, 60%, 40% y 20% por agregados de concreto reciclado, además se incluyó proporciones de aditivo Sika® Cem Plastificante en dosis de 0.706, 1.402 % respecto al peso del concreto.

3.2.3 Evaluación del comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.

En el siguiente apartado se analizaron los datos obtenidos del desarrollo del objetivo específico N° 3.

3.2.3.1 Ensayos al concreto en estado fresco

Según NTP 339.035:2015, se observa que la altura del asentamiento en los diseños patrón es normal, con un Slump de 3" a 4", con el uso del aditivo superplastificante, se observa un incremento en la altura del asentamiento, los diseños con adición de aditivos vienen hacer más fluidos que el diseño patrón original, viéndose que para porcentajes de 2.00%, el

asentamiento viene a ser muy fluido, sobrepasando el 200% del asentamiento del patrón original.

Según NTP 339.080:2017, Se observó que el contenido de aire tiene variaciones respecto a la adición de los aditivos en el diseño del concreto patrón, no se ve afectado sustancialmente debido en gran medida al acomodo de las partículas del concreto reciclado junto a los agregados naturales.

Según NTP 339.184:2013, la adición del aditivo Sika[®] Cem Plastificante en dosis de 0.706, 1.402 % respecto al peso del concreto para los diseños de mezclas de 280, 350 y 420 kg/cm², no afecta en gran medida la temperatura del concreto, obteniéndose temperaturas del concreto que van desde los 27 °C hasta los 30°C.

Según NTP 339.046:2008, se observó que el peso unitario, viene afectándose por la adición del concreto reciclado, ya que de los ensayos de materiales se observa un menor peso específico respecto a los agregados naturales, derivando en una disminución del peso unitario del concreto, siendo inversamente proporcional al incremento del porcentaje de concreto reciclado utilizado.

Según NTP 339.082:2017, se observó que con la adición del aditivo el tiempo de fraguado aumentó considerablemente para todos los casos en los que se usó el aditivo. Este tiempo se vio incrementado proporcionalmente al incremento de la dosificación del aditivo.

Según NTP 339.077:2013, Se observa que la adición del aditivo superplastificante afecta a la exudación del concreto en comparación al concreto patrón y este aumento es proporcional conforme la dosificación del aditivo aumenta.

3.2.3.2 Ensayos al concreto en estado endurecido

Según NTP 339.181:2013, NTP 339.079:2012, 339.034:2015, y NTP 339.237:2012, se obtienen incrementos en el comportamiento mecánico de aquellos concretos que fueron elaborados con elaborados con aditivo superplastificante frente al comportamiento de concretos patrones o de control; dicho incremento es proporcional a la dosificación de aditivo e inversamente proporcional a las proporciones de concreto reciclado, puesto que éste menores prestaciones que los agregados naturales de cantera.

3.2.4 Análisis de costos para la producción de los concretos de altas resistencias.

En el siguiente apartado se analizaron los datos obtenidos del desarrollo del objetivo específico N° 4.

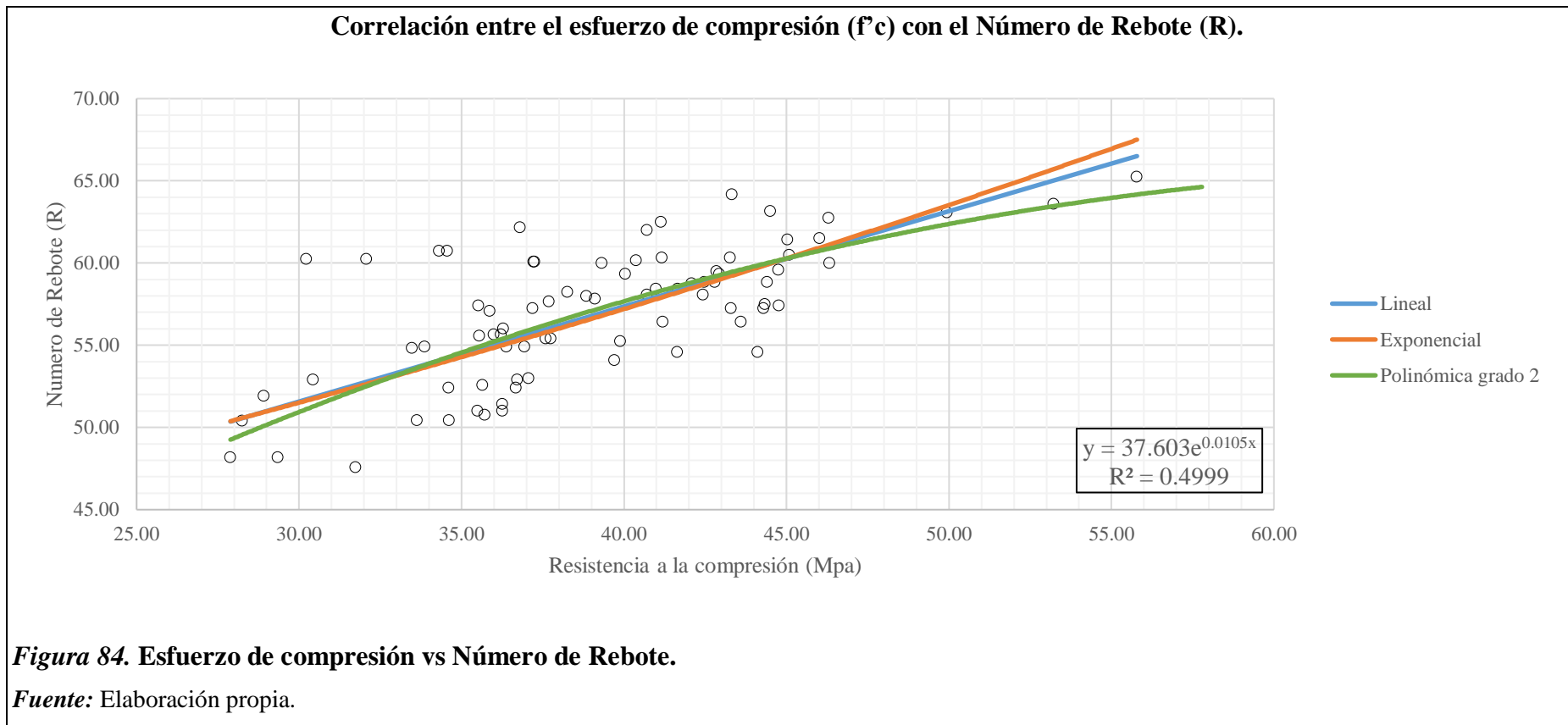
El uso un aditivo se fundamenta en las mejoras técnicas del material, no siendo el factor económico el más influyente en la determinación de su uso. Por ello, en el análisis de costos unitarios para la producción de 1m^3 , se difiere que el concreto posee un costo más accesible cuanto mayor es el porcentaje de inclusión de concreto reciclado.

3.3 Aporte práctico

3.3.1 Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote y la velocidad de pulso ultrasonido.

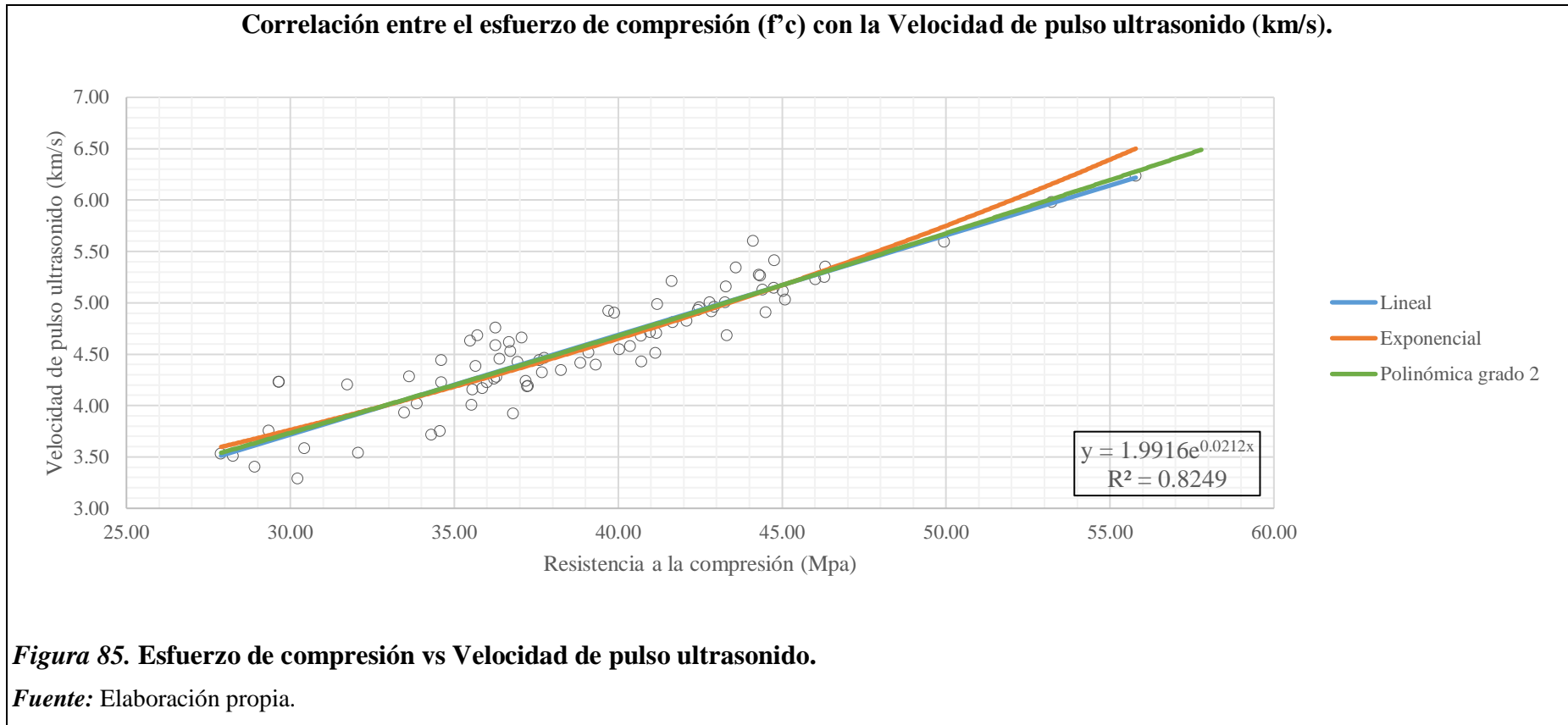
A continuación, se presentan los resultados correspondientes al desarrollo del objetivo específico N° 5.

3.3.1.1 Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote.



3.3.1.2 Correlación entre el esfuerzo de compresión con la velocidad de pulso ultrasonido.

Se realizó un análisis para determinar cuál de los modelos de curva de ajuste representa mejor la correlación entre Resistencia a Compresión y Velocidad de Pulso Ultrasonico, usándose modelos de aproximación Lineal, Exponencial y Polinómica de grado 2.



CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

4.1.1 Ensayos aplicados a los agregados naturales de cantera y al concreto reciclado.

De acuerdo a la distribución de partículas se establece que el agregado fino reciclado es más grueso o de mayores dimensiones que el patrón. Según los límites establecidos por la NTP el agregado fino reciclado cualitativamente es de menor calidad que la muestra de agregado de cantera. El factor principal es la presencia de fracciones minúsculas de mortero que le confiere al agregado reciclado una mayor fragilidad, así como mayor angulosidad y rugosidad. En el agregado fino de concreto reciclado, puesto que contiene dentro de su estructura granulométrica fracciones de morteros, que incide en un menor peso volumétrico en estado suelto con una media de 13.86% menos que la muestra de agregado fino de cantera. Asimismo, para el peso volumétrico compactado con difiere en 12.89% aproximadamente menos que la muestra de agregado fino de cantera.

El agregado grueso de concreto reciclado presenta una distribución granulométrica más uniforme que la muestra de agregado grueso de cantera; permaneciendo dentro de los parámetros máximos y mínimos establecidos por el ACI 304, para distribuciones granulométricas de huso 67. El mayor inconveniente de este agregado también es su mayor fragilidad, angulosidad y rugosidad es decir este agregado esta propenso a un desmenuzamiento por solo efecto de manipulación, almacenamiento y transporte debido a que está compuesto de fracciones de mortero o partículas pétreas con mortero adherido.

Para el agregado grueso y peso volumétrico suelto, el reciclado tiene un 11.85% menos. Mientras el peso volumétrico compactado tiene un 13.33% menos que el agregado patrón. De igual forma, el peso específico de masa del agregado fino se ve afectado hasta en 12.78% menos. Mientras que el agregado grueso reciclado en un 16.10% menos. Para el caso de la absorción, el mortero incide de manera gravitante. En el agregado reciclado fino la absorción representa un 400% de la muestra patrón. Mientras que en el agregado grueso reciclado sube hasta un 889%.

Según las características descritas, el tratamiento del agregado reciclado representa un desafío desde la fabricación hasta la utilización definitiva debido a la menor calidad que el agregado patrón.

4.1.2 Diseños de mezclas para concretos de altas resistencias.

Se consiguió la resistencia a la compresión esperada a los 28 días con un f'_{cr} menor al calculado inicialmente, producto del ensayo de elementos vaciados con una primera mezcla de prueba, esto ha permitido disminuir el factor de cemento por m^3 de concreto.

El uso de cemento portland tipo I, aditivo superplastificante y agregados reciclados, fueron fundamentales para los diseños de las mezclas de altas resistencias, siendo las proporciones de aditivo y agregados reciclados lo que definieron los cambios en el diseño originando las posteriores variaciones en el concreto en estado fresco y endurecido.

Se afirma que el aditivo Sika® Cem Plastificante influye en los diseños de mezclas, modificando el volumen de agua requerido para aquellos diseños elaborados sin aditivo (diseños patrones), Además la incorporación de proporciones de agregados reciclados promueve una mayor distribución granulométrica de los agregados dentro de los diseños que se muestran a continuación:

Tabla 74

Diseños de mezclas con aditivo Sika® Cem Plastificante.

Diseños de mezclas con aditivo Sika®	Número de diseño
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	2
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	3
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	4
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	5
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	6
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	7
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	8
Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	9
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	11
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	12
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	13
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	14
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	15
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	16
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	17
Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	18
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:1.412\%$	20
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:80\% + \text{S}:0.706\%$	21
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:1.412\%$	22
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:60\% + \text{S}:0.706\%$	23
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:1.412\%$	24
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:40\% + \text{S}:0.706\%$	25
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:1.412\%$	26
Diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR}:20\% + \text{S}:0.706\%$	27

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Evaluación del comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.

4.1.3.1 Concreto en estado fresco

El peso volumétrico del concreto con agregados reciclados y aditivo superplastificante en estado fresco disminuye en comparación a la muestra patrón. El factor que incide en la reducción del peso volumétrico es la presencia de agregado compuesto de mortero adheridos con alta porosidad.

El tiempo de fragua para el concreto reciclado + aditivo presenta mayores valores, el cual se debe a que el agregado reciclado requiere más cantidad de agua por la mayor superficie específica del agregado reciclado.

La exudación del concreto con agregados reciclados y aditivo superplastificante refleja valores mayores que el patrón. Esta característica es por el menor contenido de material fino presente en la mezcla del concreto en estado fresco de la muestra reciclada en comparación al patrón. Esta situación lleva a una mayor exudación por unidad de superficie.

El agregado reciclado debido a su textura rugosa y forma angular por la presencia de fracciones de mortero afecta a la fluidez; así se obtuvo que para las muestras patrón el asentamiento fue aproximadamente igual al asentamiento de diseño, mientras que en los nuevos diseños el concreto tuvo consistencias más acuosas (asentamiento mayor a 4”).

4.1.3.2 Concreto en estado endurecido

Debido al uso de aditivo superplastificante, la resistencia a la compresión se elevó notoriamente frente a los diseños patrones, obteniéndose resistencia a la compresión a los 3, 7, 14 y 28 días que superaron en más del 10% a las resistencias obtenidas por las muestras de diseño patrón.

Los concretos diseñados con proporciones de agregados reciclado y aditivo Sika® Cem Plastificante, tuvieron un comportamiento mecánico superior a los concretos de diseño patrón o convencional. Siendo un claro indicativo de que sí es una opción viable la aplicación del concreto reciclado acompañado de aditivo Sika® Cem Plastificante para concretos de

altas resistencias, pudiendo ser utilizadas para la conformación de elementos estructurales que sean diseñados para resistencias de $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ o $f'_c=350\text{kg/cm}^2$ o $f'_c=420\text{kg/cm}^2$.

4.1.4 Análisis de costos para la producción de los concretos de altas resistencias.

Los concretos diseñados para 250 ml por bolsa de cemento (0.706%), son los que económicamente ofrecen una alternativa más accesible frente al costo de concretos patrones; ya que el uso de mayores dosificaciones de aditivo implica mayores costos atribuibles al concreto.

4.1.5 Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote y la velocidad de pulso ultrasonido.

Los modelos propuestos para la aproximación del comportamiento del concreto ante esfuerzos a compresión a partir de los análisis no destructivos (esclerometría y pulso ultrasonido), se resaltan las aproximaciones por los modelos exponenciales.

4.2 Recomendaciones

Finalizada la experiencia de realizar pruebas con el material reciclado y la fabricación de concreto reciclado en estado fresco y endurecido, se da un listado de recomendaciones para un mejor tratamiento del agregado reciclado y su posterior uso.

4.2.1 Ensayos aplicados a los agregados naturales de cantera y al concreto reciclado.

En el presente estudio, se utilizó agregado reciclado fino y grueso, proveniente de la trituración de testigos ensayados. Pero se requiere obtener muestras mucho más representativas por tanto se puede realizar ensayos a agregados ya provenientes de demoliciones, previa selección de elementos estructurales para evitar inclusión de elementos que afecten al concreto.

Ampliar la investigación al uso de otros materiales de construcción reciclados en la elaboración de concreto que sirvan como respaldo en la creación de normativa que incentive el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición.

La necesidad de intensificar las investigaciones del concreto reciclado desde varias perspectivas para lo cual es necesario realizar estudios en los siguientes temas: Impacto ambiental sobre el ecosistema por el vertido de escombros producto de la demolición de estructuras. Así como la determinación cuantitativa y cualitativa del material para la industria del reciclaje en general. Y el estudio técnico-económico de la instalación de una planta de reciclaje para la fabricación de áridos reciclados.

4.2.2 Diseños de mezclas para concretos de altas resistencias.

Plantear la necesidad de realizar estudios considerando diferentes aditivos, incidiendo en los porcentajes de uso. Además de incorporar la totalidad el concreto reciclado dentro del diseño de mezcla y así verificar si el uso masivo de concreto reciclado tiene una viabilidad económica junto al uso de aditivos para el concreto.

Se recomienda hacer un estudio comparativo entre los métodos de diseños de mezclas por lo métodos de ACI 211, Weymouth, Füller, Bolomey y Faury. Y determinar el óptimo para el diseño de mezclas utilizando la incorporación de concreto reciclado y aditivo para concreto.

4.2.3 Evaluación del comportamiento físico y mecánico de los concretos de altas resistencias.

Evaluar la durabilidad del concreto y su resistencia ante cambios de temperatura tanto en estado fresco y endurecido. Y verificar las características propias de este nuevo material como concreto autocompactante.

4.2.4 Análisis de costos para la producción de los concretos de altas resistencias.

Se recomienda hacer el estudio de factibilidad de una planta procesadora de materiales reciclados en la ciudad de Chiclayo, con la finalidad de generar un análisis de costos de producción más acertado.

4.2.5 Correlación entre el esfuerzo de compresión con el número de rebote y la velocidad de pulso ultrasonido.

Realizar el estudio de correlación entre las diversas pruebas no destructivas aplicadas al concreto endurecido con la finalidad de obtener una mejor estimación de la resistencia a la compresión a través del uso de métodos no destructivos.

REFERENCIAS

- ACI Committee 214. (2011). Evaluation of Strength Test Results of Concrete (ACI 214R-11). Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.
- ACI Committee 318M. (2014). Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-02). Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.
- Alvarez Torres, G. J. (2014). Influencia en la resistencia del concreto al utilizar concreto reciclado como agregado grueso. Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Angeli, E., Wagner, J., Lawrick, E., Moore, K., Anderson, M., Soderlund, L., & Brizee, A. (2010). General format APA (6ta Edición ed.).
- Arriaga Taffhurt, L. E. (2013). Utilización de agregado grueso de concreto reciclado en elementos estructurales de concreto reforzado. Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito, Centro de estudios de estructuras, materiales y construcción, Bogotá.
- ASTM C 469. (1994). Standar Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM C 702. (1998). Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size (3ra Edición ed.). Conshohocken, PA, USA: The American Society for Testing and Materials
- ASTM C78 / C78M. (2016). Standard Test Method for Flexural Streght of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading). West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Borja S., M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo.
- D.L. N.º 1278. (2016). Ley de gestión integral de residuos sólidos. Ministerio del Ambiente. Lima: Diario El Peruano
- D.S. N.º 003-2013. (2013). Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición. Ministerio de Vivienda. LIma: Diario El Peruano.
- Edge Environment Pty Ltd. (2012). Construction and Demolition Waste Guide -Recycling and Reuse Across the Supply Chain. Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. Australia: Australian Governmnet.

- García Ccallocunto, C. (29 de febrero de 2012). ¿Resistencia a la flexión? Lima, Perú: Duravía.
- Gestión. (23 de enero de 2017). FMI elevó proyección de crecimiento de economía peruana de 4.1% a 4.3% el 2017. Diario Gestión.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología De La Investigación (Quinta ed.). México D.F., México: McGraw-Hill. Recuperado el 20 de junio de 2016
- INEI. (2016). El Perú tiene una población de 31 millones 488 mil 625 habitantes. Nota de prensa, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima.
- Jordan Saldaña, J. C., & Viera Caballero, N. (2014). Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra. Universidad Nacional del Santa, Faltedad de Ingeniería. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Ley M.^a 29419. (2009). Ley que regula la actividad de los recicladores. Ministerio del Ambiente. Lima: Congreso de la República.
- Ministerio del Ambiente. (2008). Informe de la situación actual de la gestión de residuos sólidos no municipales. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Mjelde, D. G. (2013). Evaluation of recycled concrete for use as aggregate in new concrete pavements. Tesis MS, Washington State University, Department of Civil and Environmental Engineering, Pullman.
- NTP 339.034. (2008). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 339.035. (2009). CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 339.046. (2008). CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. Lima, Perú: 2da Edición.
- NTP 339.047. (2014). CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

- NTP 339.079. (2012). CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 339.083. (2003). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de concreto fresco, por el método de presión (2da Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 339.183. (2013). CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio (2da ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 339.184. (2002). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. (1ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 400.010. (2016). AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 400.011. (2008). AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto) (2da Edición ed.). Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.012. (2013). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (3ra Edición ed.). Lima, Perú.
- NTP 400.017. (2016). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados (3ra Edición ed.). Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.
- NTP 400.018. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado N.º 200 por lavado en agregados. (3ra Edición ed.). Lima: Instituto Nacional de Calidad.
- NTP 400.019. (2014). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles (3ra Edición ed.). Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.
- NTP 400.021. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso (3ra Edición ed.). Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.

- NTP 400.022. (2013). AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (3ra Edición ed.). Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad.
- NTP 400.037. (2014). CONCRETO. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.
- OEFA. (febrero de 2014). La fiscalización ambiental en residuos sólidos. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Lima: OEFA.
- Osorio, J. D. (20 de mayo de 2013). Reacción álcali agregado: Un ensayo importante en la tecnología del concreto. Ocaña, Norte de Santander, Colombia: Blog 360° en concreto.
- Rivva López, E. (2014). Concreto: Diseño de Mezcla (2da Edición ed., Vol. II). Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rivva López, E. (2014). Concreto: Materiales para el concreto (3ra Edición ed., Vol. I). Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Roser, M., & Ortiz-Ospina, E. (2016). World Population Growth. Obtenido de Our World in Data: <https://ourworldindata.org/world-population-growth/>
- Rozo Bobadilla, N. R. (2012). Estado del Arte del Aprovechamiento del Concreto Reciclado. Universidad de Los Andes, Departamento de Ingeniería Ambiental. Bogotá: Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.
- Sachs, J. D. (2015). The Age of Sustainable Development. New York: Columbia University Press.
- Vanegas Cabrera, J. M., & Robles Castellanos, J. P. (2008). Estudio experimental de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para su uso en edificaciones convencionales. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería. Bogotá: Departamento de Ingeniería Civil.
- Zhou, C., & Chen, Z. (1 de marzo de 2017). Mechanical properties of recycled concrete made with different types of coarse aggregate. Elsevier, 134, 497-506.

ANEXOS

**ANEXO 1 ENSAYOS APLICADOS A LOS
AGREGADOS.**

**ANEXO 1.1 ENSAYOS APLICADOS A LOS AGREGADOS
NATURALES.**

**ANEXO 1.1.1 ENSAYOS APLICADOS AL AGREGADO FINO – CANTERA
"LA VICTORIA" – PÁTAPO.**

**ANEXO 1.1.1.1 AGREGADOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL
AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.**

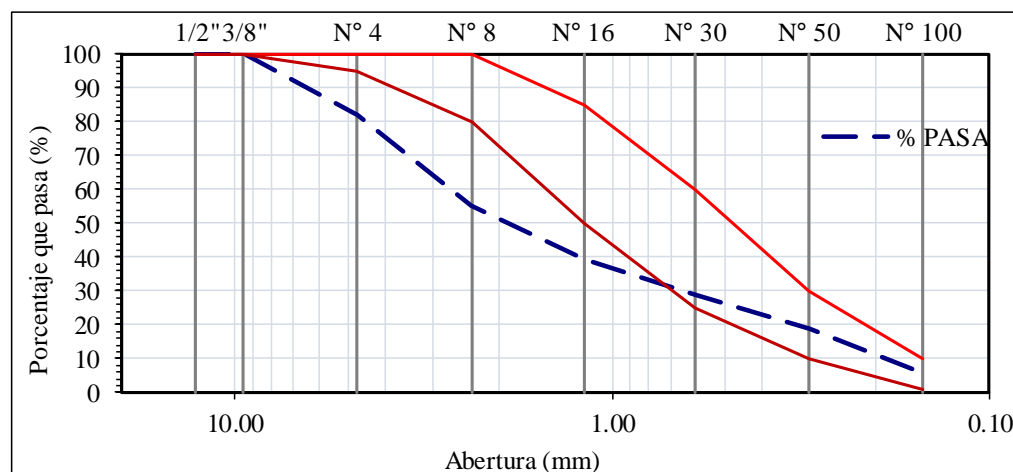
TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : AGREGADOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.
REFERENCIA : NTP 400.012:2013
MUESTRA : ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPO.

Peso inicial: **1.845** Kg

Malla Pulg.	(mm.)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa
1/2"	12.700	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.520	0.000	0.000	100.000
Nº 4	4.750	18.244	18.244	81.756
Nº 8	2.360	26.423	44.667	55.333
Nº 16	1.180	16.054	60.721	39.279
Nº 30	0.600	10.341	71.062	28.938
Nº 50	0.300	10.070	81.133	18.867
Nº 100	0.150	13.393	94.526	5.474

Módulo de fineza = **3.704**

Abertura de malla de referencia = **4.750**



ANEXO 1.1.1.2 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (“PESO UNITARIO”) Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS. 3A. EDICIÓN (BASADA ASTM C 29/C29M-2009) Y AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

- TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
- TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
- ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (“PESO UNITARIO”) Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS. 3A. EDICIÓN (BASADA ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO.
- REFERENCIA : NTP 400.017:2011
NTP 339.185:2013
- MUESTRA : ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPO.

PESO UNITARIO SUELTO

Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m ³)	1469.02
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1469.02
Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.14

PESO UNITARIO COMPACTADO

Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m ³)	1597.82
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1597.82
Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.14

**ANEXO 1.1.1.3 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO
PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y
ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.**

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

REFERENCIA : NTP 400.022:2013

MUESTRA : ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPU.

A. Peso específico de masa	(gr/cm ³)	2.575
B. Peso específico de masa saturado superficialmente seco	(gr/cm ³)	2.545
C. Peso específico aparente	(gr/cm ³)	2.545
D. Porcentaje de absorción	%	0.756

**ANEXO 1.1.2 ENSAYOS APLICADOS AL AGREGADO GRUESO –
CANTERA “TRES TOMAS” – FERREÑAFE.**

**ANEXO 1.1.2.1 AGREGADOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL
AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.**

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

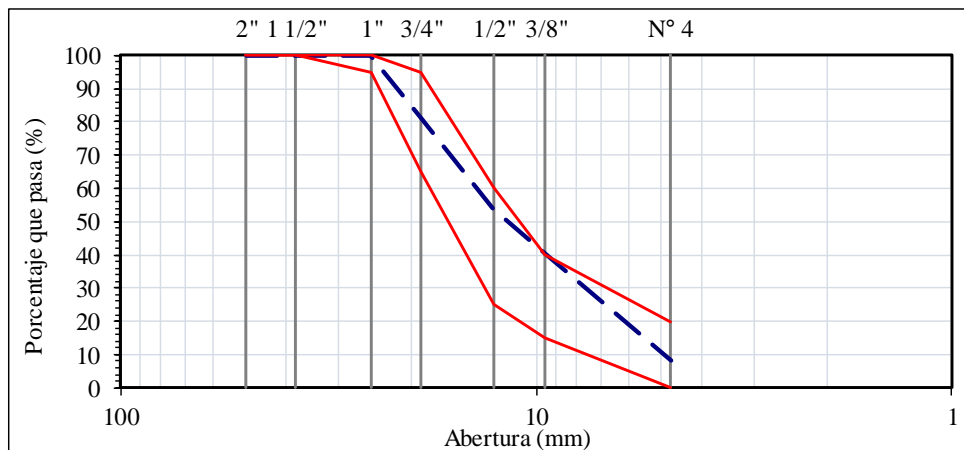
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
 TESISISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
 ENSAYO : AGREGADOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.
 REFERENCIA : NTP 400.012:2013
 MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ¾" – TRES TOMAS – FERREÑAFE

Peso inicial: **3.318** Kg

Malla	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	que pasa
2"	50.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.000	0.000	100.000
1"	25.000	0.000	100.000
3/4"	19.000	18.656	81.344
1/2"	12.700	27.728	53.617
3/8"	9.520	13.532	40.084
N° 4	4.750	31.977	8.107

Tamaño Máximo = **1"**
 Tamaño Máximo Nominal = **¾"**



ANEXO 1.1.2.2 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (“PESO UNITARIO”) Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS. 3A. EDICIÓN (BASADA ASTM C 29/C29M-2009) Y AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO.

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

- TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
- TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
- ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (“PESO UNITARIO”) Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS. 3A. EDICIÓN (BASADA ASTM C 29/C29M-2009).
AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO.
- REFERENCIA : NTP 400.017:2011
NTP 339.185:2013
- MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ¾” – TRES TOMAS – FERREÑAFE

PESO UNITARIO SUELTO

Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m ³)	1461.91
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1453.69
Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.57

PESO UNITARIO COMPACTADO

Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m ³)	1617.22
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1608.12
Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.57

**ANEXO 1.1.2.3 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO
PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y
ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO. 3ª EDICIÓN.**

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO. 3ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 400.021:2013

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ¾" – TRES TOMAS – FERREÑAFE

A. Peso específico de masa	(gr/cm ³)	2.640
B. Peso específico de masa saturado superficialmente seco	(gr/cm ³)	2.667
C. Peso específico aparente	(gr/cm ³)	2.714
D. Porcentaje de absorción	%	1.031

ANEXO 1.1.2.4 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.

REFERENCIA : NTP 400.019:2013

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ¾” – TRES TOMAS – FERREÑAFE

Peso inicial: **10.010** Kg

Porcentaje Promedio de desgaste de Los Ángeles
--

11.97 %

**ANEXO 1.2 ENSAYOS APLICADOS A LOS AGREGADOS
AL CONCRETO RECICLADO.**

ANEXO 1.2.1 ENSAYOS APLICADOS AL AGREGADO FINO RECICLADO.

**ANEXO 1.2.1.1 AGREGADOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL
AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.**

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : AGREGADOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.

REFERENCIA : NTP 400.012:2013

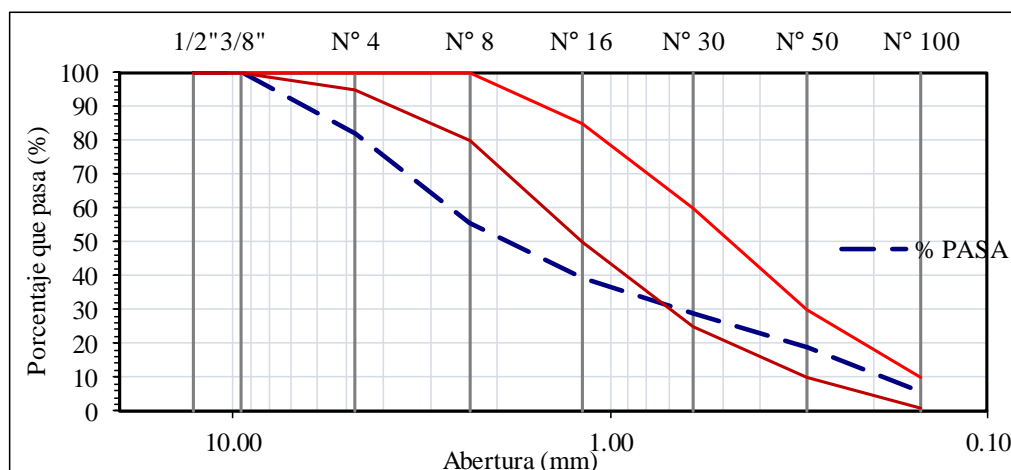
MUESTRA : AGREGADO FINO RECICLADO – CONCRETO RECICLADO

Peso inicial: **1.845** Kg

Malla	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	que pasa
1/2"	12.700	0.000	100.000
3/8"	9.520	0.000	100.000
Nº 4	4.750	18.244	81.756
Nº 8	2.360	26.423	55.333
Nº 16	1.180	16.054	60.721
Nº 30	0.600	10.341	71.062
Nº 50	0.300	10.070	18.867
Nº 100	0.150	13.393	94.526

Módulo de fineza = **3.704**

Abertura de malla de referencia = **4.750**



ANEXO 1.2.1.2 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (“PESO UNITARIO”) Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS. 3A. EDICIÓN (BASADA ASTM C 29/C29M-2009) y AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO.



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

- TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
- TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
- ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (“PESO UNITARIO”) Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS. 3A. EDICIÓN (BASADA ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO.
- REFERENCIA : NTP 400.017:2011
NTP 339.185:2013
- MUESTRA : AGREGADO FINO RECICLADO – CONCRETO RECICLADO

PESO UNITARIO SUELTO

Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m ³)	1306.28
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1268.98
Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.94

PESO UNITARIO COMPACTADO

Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m ³)	1497.74
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1454.98
Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.94

**ANEXO 1.2.1.3 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO
PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y
ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.**

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

REFERENCIA : NTP 400.022:2013

MUESTRA : AGREGADO FINO RECICLADO – CONCRETO RECICLADO

A. Peso específico de masa	(gr/cm ³)	2.128
B. Peso específico de masa saturado superficialmente seco	(gr/cm ³)	2.523
C. Peso específico aparente	(gr/cm ³)	2.523
D. Porcentaje de absorción	%	8.676

**ANEXO 1.2.1.4 ANÁLISIS MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS
X.**

INFORME DE ENSAYO PRELIMINAR

ANÁLISIS MINERALÓGICOS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

INFORME DE ANÁLISIS

Solicitado por : JHON BRANDON TELLO TANTALEÁN
Fecha de ensayo : 15-10-2018

RESULTADO DE ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Muestra M² C.R. FINO

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Cuarzo	SiO ₂	35
Calcita	CaCO ₃	24
Plagioclasa (Oligoclasa)	(Ca, Na) (Al, Si) ₄ O ₈	20
Feldespato - K (Ortoclasa)	KAlSi ₃ O ₈	9
Mica (Muscovita)	KAl ₂ (Si ₃ Al) O ₁₀ (OH, F) ₂	4
Clorita (Clinocloro)	(Mg, Fe) ₅ Al (Si ₃ Al) O ₁₀ (OH) ₈	3
Portlandita	Ca (OH) ₂	2
Anfibol (Actinolita)	Ca ₂ (Mg, Fe) ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	< L. D.

() Mineral de la familia que se encuentra con mayor grado de certeza.

OBSERVACIONES:

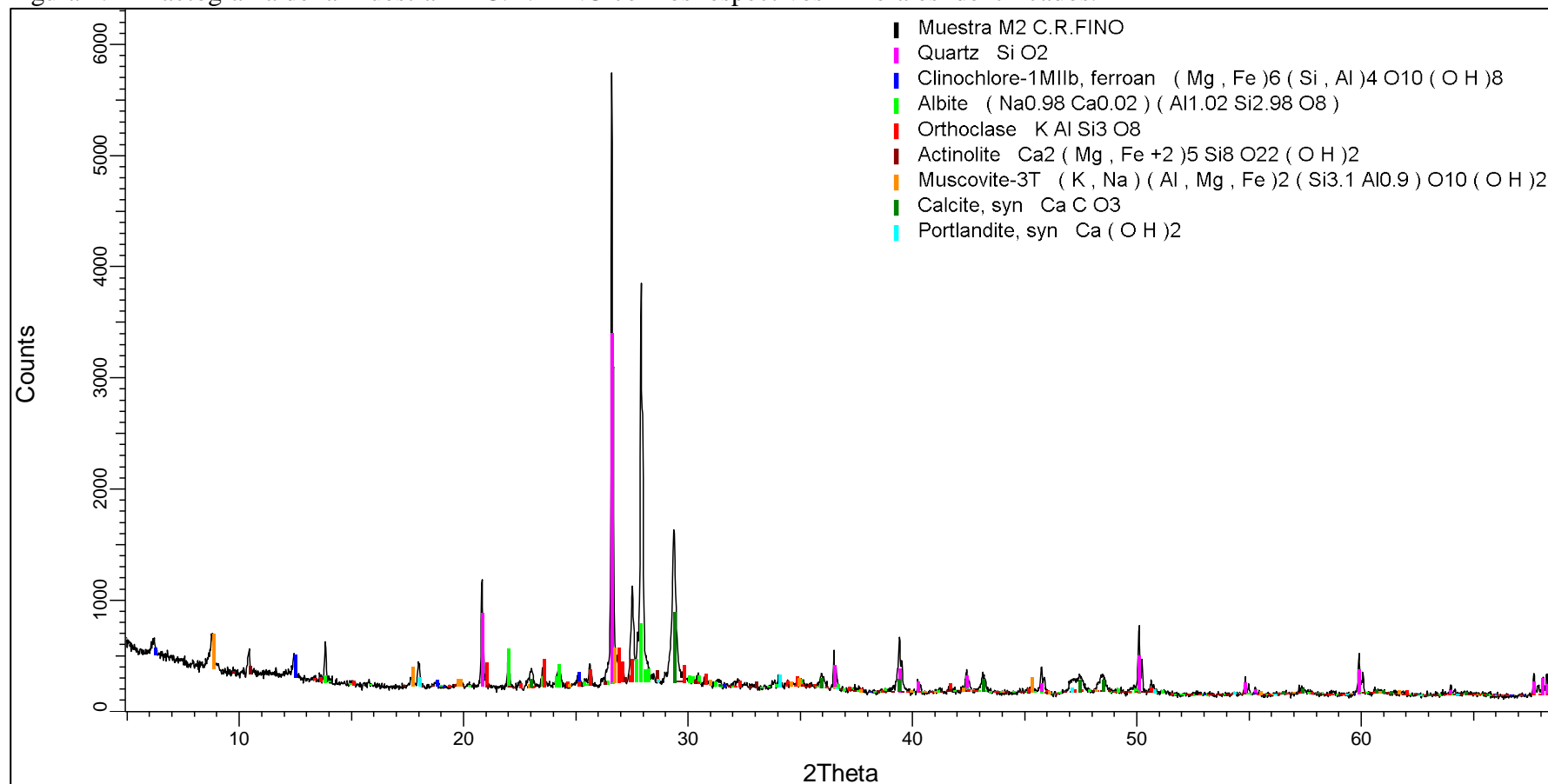
- Los resultados solo comprende la identificación de las fases cristalinas de la muestra.
- El presente informe no puede ser utilizado como certificado.
- Los resultados corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente, las cuales han sido entregadas en las instalaciones del laboratorio.
- Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento.

I. ANEXOS

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS DRX:

Equipo: Difractómetro
Tubo Cu (40kV, 40mA): KAlfa1: 1.54060 Å
KAlfa2: 1.54439 Å
Filtro: Kbeta: Ni
Detector: LynxEye
Rango de medida desde $2\theta = 5^\circ$ hasta $2\theta = 70^\circ$
Identificación: Base de datos del Centro Internacional de Datos para Difracción (ICDD).
Cuantificación: Método Refinamiento Rietveld (TOPAS Structure Database y Fiz Karlsruhe ICSD).

Figura 2. Difractograma de la Muestra M² C.R. FINO con los respectivos minerales identificados.



Documento elaborado por BIZALAB S.A.C.

**ANEXO 1.2.2 ENSAYOS APLICADOS AL AGREGADO GRUESO
RECICLADO.**

**ANEXO 1.2.2.1 AGREGADOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL
AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.**

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : AGREGADOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL.

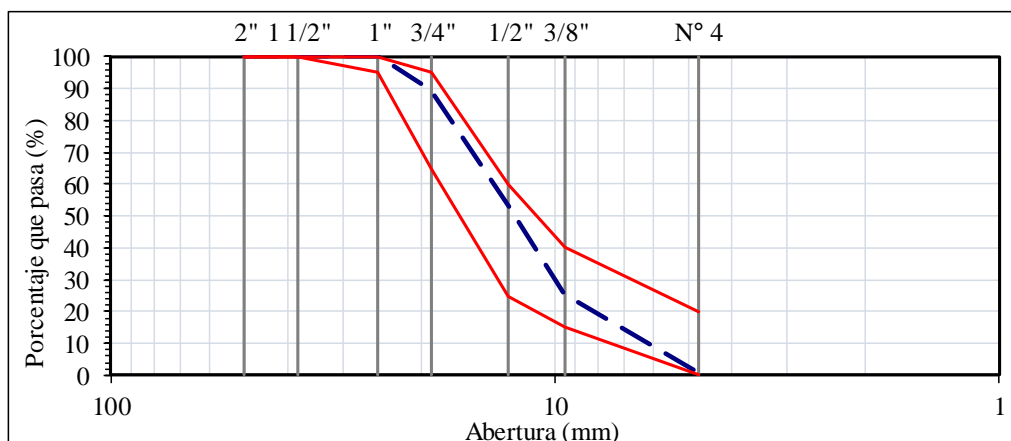
REFERENCIA : NTP 400.012:2013

MUESTRA : AGREGADO GRUESO RECICLADO – CONCRETO RECICLADO

Peso inicial: **5.620** Kg

Malla Pulg.	(mm.)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa
2"	50.000	0.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.000	0.000	0.000	100.000
1"	25.000	0.000	0.000	100.000
3/4"	19.000	10.302	10.302	89.698
1/2"	12.700	36.584	46.886	53.114
3/8"	9.520	27.527	74.413	25.587
N° 4	4.750	24.626	99.039	0.961

Tamaño Máximo = **1"**
 Tamaño Máximo Nominal = **1/2"**



ANEXO 1.2.2.2 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (“PESO UNITARIO”) Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS. 3A. EDICIÓN (BASADA ASTM C 29/C29M-2009) Y AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO.



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

- TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
- TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
- ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (“PESO UNITARIO”) Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS. 3A. EDICIÓN (BASADA ASTM C 29/C29M-2009).
AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO.
- REFERENCIA : NTP 400.017:2011
NTP 339.185:2013
- MUESTRA : AGREGADO GRUESO RECICLADO – CONCRETO RECICLADO

PESO UNITARIO SUELTO

Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m ³)	1461.91
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1421.78
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.82

PESO UNITARIO COMPACTADO

Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m ³)	1617.22
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1572.83
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.82

**ANEXO 1.2.2.3 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO
PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y
ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO. 3ª EDICIÓN.**

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE
EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA
UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA
DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN
DEL AGREGADO GRUESO. 3ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 400.021:2013

MUESTRA : AGREGADO GRUESO RECICLADO – CONCRETO RECICLADO

A. Peso específico de masa	(gr/cm ³)	2.468
B. Peso específico de masa saturado superficialmente seco	(gr/cm ³)	2.687
C. Peso específico aparente	(gr/cm ³)	3.177
D. Porcentaje de absorción	%	8.820

**ANEXO 1.2.2.4 AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO
PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN
AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E
IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.**



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

- TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
- TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
- ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.
- REFERENCIA : NTP 400.019:2013
- MUESTRA : AGREGADO GRUESO RECICLADO – CONCRETO RECICLADO

Peso inicial: **10.010** Kg

Porcentaje Promedio de desgaste de Los Ángeles (%)	24.00
--	-------

**ANEXO 1.2.2.5 ANÁLISIS MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS
X.**

INFORME DE ENSAYO PRELIMINAR

ANÁLISIS MINERALÓGICOS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

INFORME DE ANÁLISIS

Solicitado por : JHON BRANDON TELLO TANTALEÁN
Fecha de ensayo : 15-10-2018

RESULTADO DE ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Muestra M1 C.R. GRUESO

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Cuarzo	SiO ₂	39
Plagioclasa (Oligoclasa)	(Ca, Na) (Al, Si) ₄ O ₈	25
Calcita	CaCO ₃	16
Feldespato - K (Ortoclasa)	KAlSi ₃ O ₈	7
Mica (Muscovita)	KAl ₂ (Si ₃ Al) O ₁₀ (OH, F) ₂	5
Clorita (Clinocloro)	(Mg, Fe) ₅ Al (Si ₃ Al) O ₁₀ (OH) ₈	3
Anfibol (Actinolita)	Ca ₂ (Mg, Fe) ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	2
Portlandita	Ca (OH) ₂	< L. D.

() Mineral de la familia que se encuentra con mayor grado de certeza.

OBSERVACIONES:

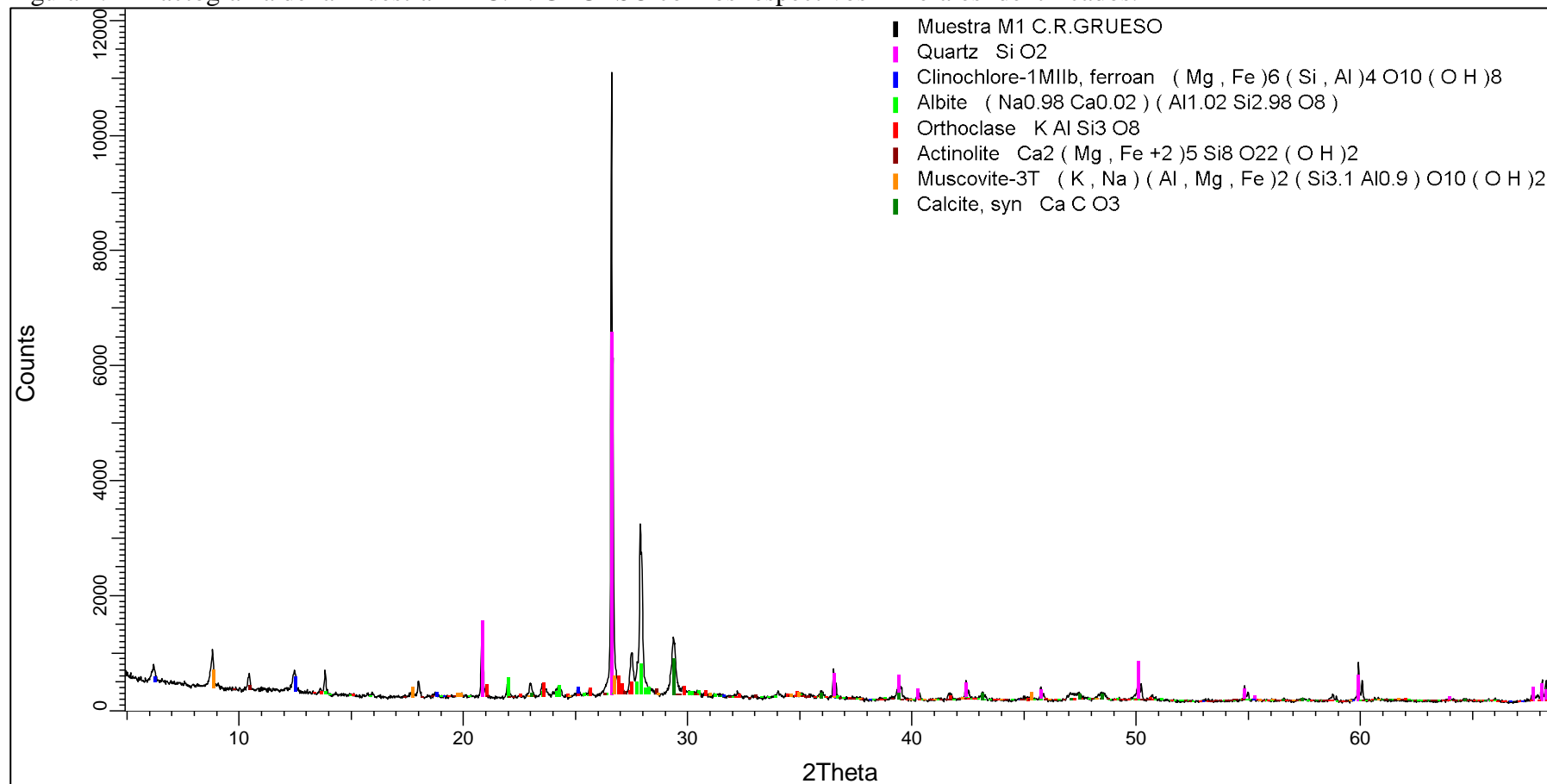
- Los resultados solo comprende la identificación de las fases cristalinas de la muestra.
- El presente informe no puede ser utilizado como certificado.
- Los resultados corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente, las cuales han sido entregadas en las instalaciones del laboratorio.
- Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento.

I. ANEXOS

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS DRX:

Equipo: Difractómetro
Tubo Cu (40kV, 40mA): KAlfa1: 1.54060 Å
KAlfa2: 1.54439 Å
Filtro: Kbeta: Ni
Detector: LynxEye
Rango de medida desde $2\theta = 5^\circ$ hasta $2\theta = 70^\circ$
Identificación: Base de datos del Centro Internacional de Datos para Difracción (ICDD).
Cuantificación: Método Refinamiento Rietveld (TOPAS Structure Database y Fiz Karlsruhe ICSD).

Figura 1. Difractograma de la Muestra M1 C.R. GRUESO con los respectivos minerales identificados.



Documento elaborado por BIZALAB S.A.C

ANEXO 1.2.3

RELACIÓN DE PROPORCIONES

Ensayo:

Porcentaje de Agregados en Concreto Reciclado

N°	Peso de Muestra (kg)	Peso que pasa la Malla N° 04 (kg)	Peso que queda retenido en la Malla N° 04 (kg)	% que Representa el Agregado Fino	% que Representa el Agregado Grueso
1	2.000	0.300	1.700	15.00	85.00
2	2.000	0.365	1.635	18.25	81.75
3	2.000	0.360	1.640	18.00	82.00
4	2.000	0.380	1.620	19.00	81.00
5	2.000	0.470	1.530	23.50	76.50
6	2.000	0.355	1.645	17.75	82.25
7	2.000	0.360	1.640	18.00	82.00
8	2.000	0.315	1.685	15.75	84.25
9	2.000	1.145	0.855	57.25	42.75
10	2.000	0.500	1.500	25.00	75.00
11	2.000	1.065	0.935	53.25	46.75
12	2.000	0.700	1.300	35.00	65.00
13	2.000	1.110	0.890	55.50	44.50
14	2.000	0.895	1.105	44.75	55.25
15	2.000	0.900	1.100	45.00	55.00
16	2.000	0.770	1.230	38.50	61.50
17	2.000	0.775	1.225	38.75	61.25
18	2.000	0.920	1.080	46.00	54.00
19	2.000	0.765	1.235	38.25	61.75
20	2.000	0.920	1.080	46.00	54.00
21	2.000	0.570	1.430	28.50	71.50
22	2.000	0.560	1.440	28.00	72.00
23	2.000	0.510	1.490	25.50	74.50
24	2.000	0.155	1.845	7.75	92.25
25	2.000	0.410	1.590	20.50	79.50
26	2.000	0.565	1.435	28.25	71.75
27	2.000	0.505	1.495	25.25	74.75
28	2.000	0.530	1.470	26.50	73.50
29	2.000	1.180	0.820	59.00	41.00
30	2.000	1.190	0.810	59.50	40.50
PROMEDIO				33.00	67.00

ANEXO 2 FICHAS TÉCNICAS.

**ANEXO 2.1 HOJA TÉCNICA DEL CEMENTO
PORTLAND TIPO I.**



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
 Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico 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, 15 de Agosto del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.66	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3650	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	26.5 (271)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	34.3 (350)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	39.8 (406)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	261	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-07-2017 al 31-07-2017.

La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Junio 2017.

(*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
 Superintendente de Control de Calidad

**ANEXO 2.2 HOJA TÉCNICA DEL ADITIVO SIKA® CEM
PLASTIFICANTE.**

HOJA TÉCNICA

Sika® Cem Plastificante

Super plastificante para mezclas de Concreto Y Mortero

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Cem Plastificante es un aditivo súper plastificante para mezclas de concreto, permite una reducción de agua de hasta 20% según la dosificación utilizada.

Sika® Cem Plastificante no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

Sika® Cem está particularmente indicado para:

- Todo tipo de mezclas de concreto o mortero que requiera reducir agua, mejorar la trabajabilidad (fluidez del concreto) o ambos casos para lograr reducir costos de: mano de obra, materiales (cemento) y/o tiempo.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® Cem Plastificante tiene las siguientes ventajas:

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Mejores acabados.
- Mayor adherencia al acero.
- Mejor trabajabilidad (fluidez) en el tiempo.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Ayuda a reducir la formación de cangrejeras.

NORMAS

ESTÁNDARES

Sika® Cem Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y tipo G.

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLORES

Pardo oscuro.

PRESENTACIÓN

- Envase PET x 4 L
- Balde x 20 L

ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1,20 kg/L ± 0,02 USGBC VALORACIÓN LEED Sika® Cem Plastificante 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 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg. ▪ Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
-------------------------------	--

MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE EMPLEO Adicionar a la mezcla de concreto preferentemente una vez amasado y haciendo un re-mezclado de al menos 1 minuto por cada tanda. PRECAUCIONES Limpie todas la herramientas y equipos de aplicación con agua inmediatamente después de su uso. Los datos técnicos indicados en esta hoja técnica están basados en ensayos de laboratorio. Los datos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.
-----------------------------	--

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

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

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

NOTAS LEGALES	La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.
----------------------	---

Hoja Técnica
Sika® Cem Plastificante
22.01.15, Edición 3

2/3

BUILDING TRUST



Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 2
la misma que deberá ser destruida”**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® Cem Plastificante :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas
de Lurín S/N - Mz "B" Lote 5 y
6, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sika® Cem Plastificante
22.01.15, Edición 3

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



© 2014 Sika Perú S.A.

3/3

BUILDING TRUST



ANEXO 3 DISEÑOS DE MEZCLAS.

ANEXO 3.1 DISEÑOS DE MUESTRA.

ANEXO 3.1.1 DISEÑO DE MUESTRA - $f'_c = 280 \text{ kg-cm}^2$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO DE MUESTRA - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'c =$ 280 Kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal
02. Peso específico seco de masa
03. Peso Unitario compactado seco
04. Peso Unitario suelto seco
05. Contenido de humedad
06. Contenido de absorción

3/4"	pulg.
2640	Kg/m^3
1608	Kg/m^3
1454	Kg/m^3
0.566	%
1.031	%

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa
08. Peso unitario seco suelto
09. Contenido de humedad
10. Contenido de absorción
11. Módulo de fineza (adimensional)

2575	Kg/m^3
1452	Kg/m^3
1.1	%
0.8	%
2.825	%

III. DATOS DE LA MEZCLA

12. Resistencia especificada a los 28 días
13. Relación agua cemento
14. Asentamiento
15. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA
16. Contenido de aire atrapado
17. Volumen del agregado grueso
18. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I

f'_{cr}	30	%
$R^{a/c}$	364	Kg/cm^2
	0.466	
	4	Pulg.
	204	L/m^3
	2.00	%
	0.617	m^3
	3080	Kg/m^3

IV. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	437.77	0.142
b. Agua	204.00	0.204
c. Aire	2.00	0.020
d. Arena	663.55	0.258
e. Grava	<u>993.01</u>	<u>0.376</u>
	2300.33	1.000

Corrección por humedad

Arena = 671 kg/m^3
Grava = 999 kg/m^3

Agua Efectiva

-2.56 Lts
4.64 Lts
2.08 Lts

V. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	438 kg/m^3
b. Agua	206 L/m^3
c. Arena	671 kg/m^3
d. Grava	<u>999 kg/m^3</u>
	2314 kg/m^3

VI. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	Arena	Grava	Agua	
POR PESO	1.0	1.53	2.28	20.0	Lts/ pie^3
POR VOLUMEN	1.0	1.59	2.36	20.0	Lts/ pie^3

VII. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN =	0.00778 m^3
a. Cemento	3.408 kg
b. Agua	1.604 Lts
c. Arena	5.224 kg
d. Grava	<u>7.773 kg</u>
	18.009 kg

Características de la Mezcla

F'_{cemento} (en bolsas)	=	10.3
$R^{a/c}$ de diseño	=	0.466
$R^{a/c}$ de obra	=	0.471

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

DISEÑO DE MUESTRA - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2314 Kg/m^3
Factor cemento por M^3 de concreto : 14.8 bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño : 0.471

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento : 629 Kg/m^3
Agua : 296 L
Agregado fino : 630 Kg/m^3
Agregado grueso : 759 Kg/m^3

Proporción en peso:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	1.00	1.21	20.0 Lts/ pie^3

Proporción en volumen:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	1.04	1.25	20.0 Lts/ pie^3

ANEXO 3.1.2 DISEÑO DE MUESTRA - $f'_c = 350 \text{ kg-cm}^2$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO DE MUESTRA - $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'c =$ 350 Kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal
02. Peso específico seco de masa
03. Peso Unitario compactado seco
04. Peso Unitario suelto seco
05. Contenido de humedad
06. Contenido de absorción

3/4"	pulg.
2640	Kg/m^3
1608	Kg/m^3
1454	Kg/m^3
0.566	%
1.031	%

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa
08. Peso unitario seco suelto
09. Contenido de humedad
10. Contenido de absorción
11. Módulo de finiza (adimensional)

2575	Kg/m^3
1452	Kg/m^3
1.1	%
0.8	%
2.825	

III. DATOS DE LA MEZCLA

12. Resistencia especificada a los 28 días
13. Relación agua cemento
14. Asentamiento
15. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA
16. Contenido de aire atrapado
17. Volumen del agregado grueso
18. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I

f'_{cr}	448	Kg/cm^2
$R^{a/c}$	0.382	
	4	Pulg.
	204	L/m^3
	2.00	%
	0.617	m^3
	3080	Kg/m^3

IV. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	534.03	0.173	<u>Corrección por humedad</u>	Arena = 590 kg/m^3
b. Agua	204.00	0.204		Grava = 999 kg/m^3
c. Aire	2.00	0.020		
d. Arena	583.08	0.226	<u>Agua Efectiva</u>	-2.25 Lts
e. Grava	<u>993.01</u>	<u>0.376</u>		4.64 Lts
	2316.12	1.000		<u>2.39 Lts</u>

V. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	534 kg/m^3
b. Agua	206 L/m^3
c. Arena	590 kg/m^3
d. Grava	<u>999 kg/m^3</u>
	2329 kg/m^3

VI. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	Arena	Grava	Agua	
POR PESO	1.0	1.10	1.87	16.4	Lts/ pie^3
POR VOLUMEN	1.0	1.14	1.94	16.4	Lts/ pie^3

VII. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN =	0.00778 m^3	Características de la Mezcla	
a. Cemento	4.157 kg	F'_{cemento} (en bolsas)	= 12.6
b. Agua	1.607 Lts	$R^{a/c}$ de diseño	= 0.382
c. Arena	4.590 kg	$R^{a/c}$ de obra	= 0.386
d. Grava	<u>7.773 kg</u>		
	18.127 kg		

VIII. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

	ml	Lt
Cantidad de agua sobrante o incrementada	800	0.800

Consistencia del concreto fresco (Slump)

	Pulg.	mm.
Slump teorico del diseño	4	10.16
Slump obtenido en comprobación	3	7.62
Ajuste de cantidad de agua	Litros	5.08

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11948.76	11948.76
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2328.76	2328.76
		2328.76

Peso de tanda de ensayo	18.127
Peso unitario de la mezcla teorica	2329
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	314.24	Ra/c final	0.386
Ajuste de cantidad de cemento	813.10	F. Cemento	19.13
Ajuste de grava (húmedo)	669.08	% de grava	56
Ajuste de arena (húmedo)	532.34	% de arena	44
Ajuste por Slum	5.08		
Ajuste de % de Grava	-33.00		

Peso unitario teorico final de la mezcla	2329 kg/m ³
Peso unitario de la mezcla corregida	2329 kg/m ³

IX. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
 Fecha de vaciado 10/04/2018

Dosificaciones		
Materiales	Peso	Volumen
Cemento	1.000	1.000
Arena	0.655	0.678
Grava	0.823	0.852
Agua	16.425	16.425

Tanda = 0.03225 m3	
Materiales	Pesos
Cemento	26.221 kg
Arena	17.167 kg
Grava	21.576 kg
Agua	10.134 lbs
Total	75.098 Kg

RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	Diámetro	Carga	f'c	%
Ensayo a los 7 dias	10/04/2018	17/04/2018	15.3	55478	302.48	86.42
Ensayo a los 7 dias	10/04/2018	17/04/2018	15.3	53669	292.83	83.67
Ensayo a los 7 dias	10/04/2018	17/04/2018	15.3	55265	300.63	85.89
Ensayo a los 7 dias	10/04/2018	17/04/2018	15.3	53952	291.98	83.42



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Tesis : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
Tesisista : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

DISEÑO DE MEZCLA DE MUESTRA

DISEÑO DE MUESTRA - $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2329 Kg/m^3
Factor cemento por M^3 de concreto : 19.1 bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño : 0.386

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento : 813 Kg/m^3
Agua : 314 L
Agregado fino : 532 Kg/m^3
Agregado grueso : 669 Kg/m^3

Proporción en peso:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	0.65	0.82	16.4 Lts/ pie^3

Proporción en volumen:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	0.68	0.85	16.4 Lts/ pie^3

ANEXO 3.1.3 DISEÑO DE MUESTRA - $f'_c = 420 \text{ kg-cm}^2$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO DE MUESTRA - $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'c =$ 420 Kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal
02. Peso específico seco de masa
03. Peso Unitario compactado seco
04. Peso Unitario suelto seco
05. Contenido de humedad
06. Contenido de absorción

3/4"	pulg.
2640	Kg/m^3
1608	Kg/m^3
1454	Kg/m^3
0.566	%
1.031	%

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa
08. Peso unitario seco suelto
09. Contenido de humedad
10. Contenido de absorción
11. Módulo de finza (adimensional)

2575	Kg/m^3
1452	Kg/m^3
1.1	%
0.8	%
2.825	

III. DATOS DE LA MEZCLA

12. Resistencia especificada a los 28 días
13. Relación agua cemento
14. Asentamiento
15. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA
16. Contenido de aire atrapado
17. Volumen del agregado grueso
18. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I

f'_{cr}	525	Kg/cm^2
$R^{a/c}$	0.335	
	4	Pulg.
	204	L/m^3
	2.00	%
	0.617	m^3
	3080	Kg/m^3

IV. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	608.96	0.198	<u>Corrección por humedad</u>	Arena = 526 kg/m^3
b. Agua	204.00	0.204		Grava = 999 kg/m^3
c. Aire	2.00	0.020		
d. Arena	520.45	0.202	<u>Agua Efectiva</u>	-2.01 Lts
e. Grava	<u>993.01</u>	<u>0.376</u>		4.64 Lts
	2328.41	1.000		<u>2.63 Lts</u>

V. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	609 kg/m^3
b. Agua	207 L/m^3
c. Arena	526 kg/m^3
d. Grava	<u>999 kg/m^3</u>
	2341 kg/m^3

VI. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	Arena	Grava	Agua	
POR PESO	1.0	0.86	1.64	14.4	Lts/ pie^3
POR VOLUMEN	1.0	0.90	1.70	14.4	Lts/ pie^3

VII. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN =	0.00778 m^3	Características de la Mezcla	
a. Cemento	4.740 kg	F'_{cemento} (en bolsas)	= 14.3
b. Agua	1.608 Lts	$R^{a/c}$ de diseño	= 0.335
c. Arena	4.097 kg	$R^{a/c}$ de obra	= 0.339
d. Grava	<u>7.773 kg</u>		
	18.219 kg		

VIII. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
1000	1.000

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
1	2.54
Litros	15.24

Peso unitario del concreto fresco

N° de prueba	Sin / Corr	Corregida
N° de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11982.72	11982.72
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2340.58	2340.58

Peso de tanda de ensayo 18.219
Peso unitario de la mezcla teorica 2341
Rendimiento 0.0078

Ajuste de agua de mezclado	350.34	Ra/c final	0.339
Ajuste de cantidad de cemento	1032.46	F. Cemento	24.29
Ajuste de grava (húmedo)	529.27	% de grava	55
Ajuste de arena (húmedo)	428.51	% de arena	45
Ajuste por Slump	15.24		
Ajuste de % de Grava	-47.00		

Peso unitario teorico final de la mezcla 2341 kg/m³
Peso unitario de la mezcla corregida 2341 kg/m³

IX. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla f'c = 420 kg/cm²
Fecha de vaciado 10/04/2018

Dosificaciones		
Materiales	Peso	Volumen
Cemento	1.000	1.000
Arena	0.415	0.430
Grava	0.513	0.531
Agua	14.421	14.421

Tanda = 0.03225 m ³	
Materiales	Pesos
Cemento	33.295 kg
Arena	13.819 kg
Grava	17.068 kg
Agua	11.298 lts
Total	75.479 Kg

RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS

Muestra	F. Vaciado	F. Ensayo	Diámetro	Carga	f'c	%
Ensayo a los 7 días	10/04/2018	17/04/2018	15.3	65488	357.85	85.20
Ensayo a los 7 días	10/04/2018	17/04/2018	15.3	66920	364.96	86.90
Ensayo a los 7 días	10/04/2018	17/04/2018	15.3	67361	366.36	87.23
Ensayo a los 7 días	10/04/2018	17/04/2018	15.3	71097	385.92	91.89

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

DISEÑO DE MUESTRA - $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2341 Kg/m^3
Factor cemento por M^3 de concreto : 24.3 bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño : 0.339

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento : 1032 Kg/m^3
Agua : 350 L
Agregado fino : 429 Kg/m^3
Agregado grueso : 529 Kg/m^3

Proporción en peso:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	0.42	0.51	14.4

Proporción en volumen:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	0.43	0.53	14.4

**ANEXO 3.2 DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA
RESISTENCIA ESPECÍFICA $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.**

ANEXO 3.2.1 DISEÑO PATRÓN - $f'_c = 280 \text{ kg-cm}^2$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO PATRÓN - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'c =$ 280 kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m^3
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m^3
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m^3
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m^3
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m^3
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DE LA MEZCLA

12. Factor de diseño	20 %
13. Resistencia especificada a los 28 días	336 kg/cm^2
14. Relación agua cemento	0.500
15. Asentamiento	4 pulgadas
16. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m^3
17. Contenido de aire atrapado	2.00 %
18. Volumen del agregado grueso	0.617 m^3
19. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m^3

f'_{cr}
 $R^{a/c}$

IV. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	408.33	0.133	<u>Corrección por humedad</u>	Arena =	696 kg/m^3
b. Agua	204.00	0.204		Grava =	999 kg/m^3
c. Aire	2.00	0.020			
d. Arena	688.17	0.267	<u>Agua Efectiva</u>		-2.66 Lts
e. Grava	993.01	0.376			4.64 Lts
	2295.50	1.000			1.98 Lts

V. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	408 kg/m^3
b. Agua	206 L/m^3
c. Arena	696 kg/m^3
d. Grava	999 kg/m^3
	2309 kg/m^3

VI. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	Arena	Grava	Agua	
POR PESO	1.0	1.70	2.45	21.4	Lts/ pie^3
POR VOLUMEN	1.0	1.77	2.53	21.4	Lts/ pie^3

VII. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN =	0.00778 m^3	Características de la Mezcla
a. Cemento	3.178 kg	F'_{cemento} (en bolsas) = 9.6
b. Agua	1.603 Lts	$R^{a/c}$ de diseño = 0.500
c. Arena	5.418 kg	$R^{a/c}$ de obra = 0.504
d. Grava	7.773 kg	
	17.973 kg	

VIII. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

	ml	Lt
Cantidad de agua sobrante o incrementada	600	0.600

Consistencia del concreto fresco (Slump)

	Pulg.	mm.
Slump teorico del diseño	4	10.16
Slump obtenido en comprobación	4	10.16
Ajuste de cantidad de agua	Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11891.78	11891.78
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2308.93	2308.93

Peso de tanda de ensayo	17.973
Peso unitario de la mezcla teorica	2309
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	283.07
Ajuste de cantidad de cemento	561.13
Ajuste de grava (húmedo)	805.60
Ajuste de arena (húmedo)	659.13
Ajuste por Slum	0.00
Ajuste de % de Grava	-19

Peso unitario teorico final de la mezcla	2309 kg/m ³	Ra/c final	0.504
Peso unitario de la mezcla corregida	2309 kg/m ³	F. Cemento	13.20
		% de grava	55
		% de arena	45

IX. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 280 kg/cm ²
Fecha de vaciado	16/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	56.476 kg	0.038 m ³	1.329 pie ³
Arena	1.17	1.22	66.339 kg	0.052 m ³	1.835 pie ³
Grava	1.44	1.49	81.081 kg	0.057 m ³	2.030 pie ³
Agua	21.44	21.44	28.490 lts	0.028 m ³	1.006 pie ³

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO PATRÓN - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2309 kg/m^3
Factor cemento por m^3 de concreto : 13.2 bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño : 0.504

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento : 561 kg/m^3 - PACASMAYO TIPO I
Agua : 283 lt - POTABLE DE LA ZONA
Agregado fino : 659 kg/m^3 - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPÓ
Agregado grueso : 806 kg/m^3 - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

Proporción en peso:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	1.17	1.44	21.44
			Lts/ pie^3

Proporción en volumen:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	1.22	1.49	21.44
			Lts/ pie^3

ANEXO 3.2.2 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c =$ 280 kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m^3
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m^3
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m^3
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m^3
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m^3
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	80 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m^3
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m^3
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m^3
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	80 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m^3
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m^3
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm^3
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	20 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 336 kg/cm^2
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.500
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m^3
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m^3
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m^3

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	408	0.133	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	165 kg/m^3
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	567 kg/m^3
d. A. Fino	163	0.063	A. Grueso	196 kg/m^3
e. A. Fino Reciclado	551	0.259	A. Grueso Reciclado	629 kg/m^3
f. A. Grueso	195	0.074	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	611	0.248	A. Fino	-0.63 Lts
h. Aditivo	5.765	0.005	A. Fino Reciclado	32.51 Lts
	2140	1.000	A. Grueso	0.91 Lts
			A. Grueso Reciclado	37.70 Lts
				70.49 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	408 kg/m^3	439.5369166
b. Agua	220 L/m^3	
c. A. Fino	165 kg/m^3	
d. A. Fino Reciclado	567 kg/m^3	
e. A. Grueso	196 kg/m^3	
f. A. Grueso Reciclado	629 kg/m^3	
g. Aditivo	6 kg/m^3	
	<u>2189 kg/m^3</u>	

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.40	1.39	0.48	1.54	0.50 lt/pie ³	22.86 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.42	1.65	0.50	2.14	0.50 lt/pie ³	22.86 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.178 kg
b. Agua	1.709 Lts
c. A. Fino	1.281 kg
d. A. Fino Reciclado	4.411 kg
e. A. Grueso	1.526 kg
f. A. Grueso Reciclado	4.892 kg
g. Aditivo	0.045 kg
	<u>17.043 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	9.6
R a/c de diseño	=	0.500
R a/c de obra	=	0.538

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
217	0,217

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11548.65	11548.65
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2189.48	2189.48
		2189.48

Peso de tanda de ensayo	17.043
Peso unitario de la mezcla teorica	2189
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	301.77
Ajuste de cantidad de cemento	561.13
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 173.03
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 554.75
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 117.54
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 481.25
Aditivo	7.92
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-12

Peso unitario teorico final de la mezcla	2189 kg/m ³	Ra/c final	0.538
Peso unitario de la mezcla corregida	2189 kg/m ³	F. Cemento	13.20
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 280 kg/cm ²
Fecha de vaciado	16/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	56.476 kg	0.038 m ³	1.329 pie ³
A. Fino	0.21	0.22	11.830 kg	0.005 m ³	0.162 pie ³
A. Fino Reciclado	0.86	1.02	48.437 kg	0.023 m ³	0.804 pie ³
A. Grueso	0.31	0.32	17.415 kg	0.007 m ³	0.233 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.99	1.37	55.834 kg	0.023 m ³	0.799 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	0.797 kg	0.00066 m ³	0.0235 pie ³
Agua	22.86	22.86	30.372 lts	0.030 m ³	1.073 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + CR:80\% + S:1.412\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2189	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	13.2	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.538	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	561	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	302	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	118	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	481	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	173	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	555	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	8	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.21	0.86	0.31	0.99	0.50 lt/pie ³	22.86 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.22	1.02	0.32	1.37	0.50 lt/pie ³	22.86 lt/pie ³

ANEXO 3.2.3

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c =$ 280 kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m^3
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m^3
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m^3
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m^3
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m^3
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	80 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m^3
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m^3
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m^3
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	80 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m^3
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m^3
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm^3
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	20 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 336 kg/cm^2
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.500
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m^3
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m^3
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m^3

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	408	0.133	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	165 kg/m^3
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	567 kg/m^3
d. A. Fino	163	0.063	A. Grueso	196 kg/m^3
e. A. Fino Reciclado	551	0.259	A. Grueso Reciclado	629 kg/m^3
f. A. Grueso	195	0.074	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	611	0.248	A. Fino	-0.63 Lts
h. Aditivo	2.882	0.002	A. Fino Reciclado	32.51 Lts
	2137	1.000	A. Grueso	0.91 Lts
			A. Grueso Reciclado	37.70 Lts
				70.49 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	408 kg/m^3	439.5369166
b. Agua	220 L/m^3	
c. A. Fino	165 kg/m^3	
d. A. Fino Reciclado	567 kg/m^3	
e. A. Grueso	196 kg/m^3	
f. A. Grueso Reciclado	629 kg/m^3	
g. Aditivo	3 kg/m^3	
	<u>2187 kg/m^3</u>	

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.40	1.39	0.48	1.54	0.25 lt/pie ³	22.86 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.42	1.65	0.50	2.14	0.25 lt/pie ³	22.86 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.178 kg
b. Agua	1.709 Lts
c. A. Fino	1.281 kg
d. A. Fino Reciclado	4.411 kg
e. A. Grueso	1.526 kg
f. A. Grueso Reciclado	4.892 kg
g. Aditivo	0.022 kg
	<u>17.020 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	9.6
R a/c de diseño	=	0.500
R a/c de obra	=	0.538

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
222	0.222

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11540.37	11540.37
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2186.60	2186.60
		2186.60

Peso de tanda de ensayo	17.020
Peso unitario de la mezcla teorica	2187
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	301.77
Ajuste de cantidad de cemento	561.13
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 173.09
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 554.94
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 116.93
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 478.73
Aditivo	3.96
Ajuste por Slump	0
Ajuste de % de Grava	-12

Peso unitario teorico final de la mezcla	2187 kg/m ³	Ra/c final	0.538
Peso unitario de la mezcla corregida	2187 kg/m ³	F. Cemento	13.20
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 280 kg/cm ²
Fecha de vaciado	16/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	56.476 kg	0.038 m ³	1.329 pie ³
A. Fino	0.21	0.22	11.769 kg	0.005 m ³	0.161 pie ³
A. Fino Reciclado	0.85	1.01	48.183 kg	0.023 m ³	0.800 pie ³
A. Grueso	0.31	0.32	17.421 kg	0.007 m ³	0.233 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.99	1.37	55.853 kg	0.023 m ³	0.799 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.399 kg	0.00033 m ³	0.0117 pie ³
Agua	22.86	22.86	30.372 lts	0.030 m ³	1.073 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2187	kg/m^3
Factor cemento por m^3 de concreto	:	13.2	bolsas/m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.538	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	561	kg/m^3	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	302	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	117	kg/m^3	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPÓ
A. Fino Reciclado	:	479	kg/m^3	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	173	kg/m^3	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	555	kg/m^3	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	4	kg/m^3	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.21	0.85	0.31	0.99	0.25 lt/pie ³	22.86 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.22	1.01	0.32	1.37	0.25 lt/pie ³	22.86 lt/pie ³

ANEXO 3.2.4 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c =$ 280 kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m^3
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m^3
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m^3
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m^3
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m^3
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	60 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m^3
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m^3
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m^3
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	60 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m^3
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m^3
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm^3
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	20 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 336 kg/cm^2
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.500
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m^3
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m^3
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m^3

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	408	0.133	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	321 kg/m^3
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	405 kg/m^3
d. A. Fino	317	0.123	A. Grueso	399 kg/m^3
e. A. Fino Reciclado	393	0.185	A. Grueso Reciclado	469 kg/m^3
f. A. Grueso	397	0.150	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	456	0.185	A. Fino	-1.23 Lts
h. Aditivo	5.765	0.005	A. Fino Reciclado	23.23 Lts
	2184	1.000	A. Grueso	1.86 Lts
			A. Grueso Reciclado	28.14 Lts
				52.00 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	408 kg/m^3	409.9281391
b. Agua	205 L/m^3	
c. A. Fino	321 kg/m^3	
d. A. Fino Reciclado	405 kg/m^3	
e. A. Grueso	399 kg/m^3	
f. A. Grueso Reciclado	469 kg/m^3	
g. Aditivo	6 kg/m^3	
	<u>2213 kg/m^3</u>	

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.79	0.99	0.98	1.15	0.50 lt/pie ³	21.32 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.81	1.18	1.01	1.59	0.50 lt/pie ³	21.32 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.178 kg
b. Agua	1.594 Lts
c. A. Fino	2.498 kg
d. A. Fino Reciclado	3.151 kg
e. A. Grueso	3.109 kg
f. A. Grueso Reciclado	3.652 kg
g. Aditivo	0.045 kg
	<u>17.228 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	9.6
R a/c de diseño	=	0.500
R a/c de obra	=	0.502

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
198	0.198

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11617.11	11617.11
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2213.31	2213.31
		2213.31

Peso de tanda de ensayo	17.228
Peso unitario de la mezcla teorica	2213
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	281.44
Ajuste de cantidad de cemento	561.13
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 346.68
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 407.22
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 246.73
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 370.10
Aditivo	7.92
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-13

Peso unitario teorico final de la mezcla	2213 kg/m ³	Ra/c final	0.502
Peso unitario de la mezcla corregida	2213 kg/m ³	F. Cemento	13.20
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 280 kg/cm ²
Fecha de vaciado	16/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	56.476 kg	0.038 m ³	1.329 pie ³
A. Fino	0.44	0.46	24.833 kg	0.010 m ³	0.341 pie ³
A. Fino Reciclado	0.66	0.78	37.249 kg	0.018 m ³	0.618 pie ³
A. Grueso	0.62	0.64	34.892 kg	0.013 m ³	0.467 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.73	1.01	40.986 kg	0.017 m ³	0.586 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	0.797 kg	0.00066 m ³	0.0235 pie ³
Agua	21.32	21.32	28.326 lts	0.028 m ³	1.000 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2213	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	13.2	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.502	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	561	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	281	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	247	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	370	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	347	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	407	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	8	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.44	0.66	0.62	0.73	0.50 lt/pie ³	21.32 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.46	0.78	0.64	1.01	0.50 lt/pie ³	21.32 lt/pie ³

ANEXO 3.2.5

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + CR:60\% + S:0.706\%$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$$f'c = \boxed{280} \text{ kg/cm}^2$$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	60 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	60 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	20 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 336 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.500
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	408	0.133	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	321 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	405 kg/m ³
d. A. Fino	317	0.123	A. Grueso	399 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	393	0.185	A. Grueso Reciclado	469 kg/m ³
f. A. Grueso	397	0.150	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	456	0.185	A. Fino	-1.23 Lts
h. Aditivo	2.882	0.002	A. Fino Reciclado	23.23 Lts
	2181	1.000	A. Grueso	1.86 Lts
			A. Grueso Reciclado	28.14 Lts
				52.00 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	408 kg/m ³	409.9281391
b. Agua	205 L/m ³	
c. A. Fino	321 kg/m ³	
d. A. Fino Reciclado	405 kg/m ³	
e. A. Grueso	399 kg/m ³	
f. A. Grueso Reciclado	469 kg/m ³	
g. Aditivo	3 kg/m ³	
	<u>2210 kg/m³</u>	

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.79	0.99	0.98	1.15	0.25 lt/pie ³	21.32 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.81	1.18	1.01	1.59	0.25 lt/pie ³	21.32 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.178 kg
b. Agua	1.594 Lts
c. A. Fino	2.498 kg
d. A. Fino Reciclado	3.151 kg
e. A. Grueso	3.109 kg
f. A. Grueso Reciclado	3.652 kg
g. Aditivo	0.022 kg
	17.206 kg

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	9.6
R a/c de diseño	=	0.500
R a/c de obra	=	0.502

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
204	0.204

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11608.83	11608.83
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2210.43	2210.43
		2210.43

Peso de tanda de ensayo	17.206
Peso unitario de la mezcla teorica	2210
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	281.44
Ajuste de cantidad de cemento	561.13
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 345.95
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 406.37
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 246.21
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 369.32
Aditivo	3.96
Ajuste por Slump	0
Ajuste de % de Grava	-13

Peso unitario teorico final de la mezcla	2210 kg/m ³	Ra/c final	0.502
Peso unitario de la mezcla corregida	2210 kg/m ³	F. Cemento	13.20
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 280 kg/cm ²
Fecha de vaciado	16/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	56.476 kg	0.038 m ³	1.329 pie ³
A. Fino	0.44	0.45	24.781 kg	0.010 m ³	0.340 pie ³
A. Fino Reciclado	0.66	0.78	37.171 kg	0.017 m ³	0.617 pie ³
A. Grueso	0.62	0.64	34.819 kg	0.013 m ³	0.466 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.72	1.00	40.900 kg	0.017 m ³	0.585 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.399 kg	0.00033 m ³	0.0117 pie ³
Agua	21.32	21.32	28.326 lts	0.028 m ³	1.000 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:60% + S:0.706%

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2210	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	13.2	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.502	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	561	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	281	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	246	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPÓ
A. Fino Reciclado	:	369	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	346	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	406	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	4	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.44	0.66	0.62	0.72	0.25 lt/pie ³	21.32 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.45	0.78	0.64	1.00	0.25 lt/pie ³	21.32 lt/pie ³

ANEXO 3.2.6 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$$f'_c = \boxed{280} \text{ kg/cm}^2$$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	40 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	40 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	20 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 336 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.500
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	408	0.133	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	460 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	258 kg/m ³
d. A. Fino	455	0.177	A. Grueso	599 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	251	0.118	A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³
f. A. Grueso	596	0.226	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	304	0.123	A. Fino	-1.76 Lts
h. Aditivo	5.765	0.005	A. Fino Reciclado	14.80 Lts
	2226	1.000	A. Grueso	2.79 Lts
			A. Grueso Reciclado	18.76 Lts
				34.59 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	408 kg/m ³	382.0496166
b. Agua	191 L/m ³	
c. A. Fino	460 kg/m ³	
d. A. Fino Reciclado	258 kg/m ³	
e. A. Grueso	599 kg/m ³	
f. A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³	
g. Aditivo	6 kg/m ³	
	2235 kg/m ³	

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	1.13	0.63	1.47	0.77	0.50 lt/pie ³	19.87 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	1.17	0.75	1.52	1.06	0.50 lt/pie ³	19.87 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.178 kg
b. Agua	1.486 Lts
c. A. Fino	3.581 kg
d. A. Fino Reciclado	2.008 kg
e. A. Grueso	4.664 kg
f. A. Grueso Reciclado	2.435 kg
g. Aditivo	0.045 kg
	<u>17.398 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	9.6
R a/c de diseño	=	0.500
R a/c de obra	=	0.467

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
181	0.181

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11679.52	11679.52
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2235.04	2235.04
		2235.04

Peso de tanda de ensayo	17.398
Peso unitario de la mezcla teorica	2235
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	262.30
Ajuste de cantidad de cemento	561.13
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 510.09
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 266.29
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 381.13
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 254.09
Aditivo	7.92
Ajuste por Slump	0
Ajuste de % de Grava	-15

Peso unitario teorico final de la mezcla	2235 kg/m ³	Ra/c final	0.467
Peso unitario de la mezcla corregida	2235 kg/m ³	F. Cemento	13.20
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 280 kg/cm ²
Fecha de vaciado	16/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	56.476 kg	0.038 m ³	1.329 pie ³
A. Fino	0.68	0.70	38.360 kg	0.015 m ³	0.526 pie ³
A. Fino Reciclado	0.45	0.54	25.573 kg	0.012 m ³	0.424 pie ³
A. Grueso	0.91	0.94	51.339 kg	0.019 m ³	0.687 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.47	0.66	26.802 kg	0.011 m ³	0.383 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	0.797 kg	0.00066 m ³	0.0235 pie ³
Agua	19.87	19.87	26.400 lts	0.026 m ³	0.932 pie ³



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + CR:40\% + S:1.412\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2235	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	13.2	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.467	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	561	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	262	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	381	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	254	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	510	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	266	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	8	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.68	0.45	0.91	0.47	0.50 lt/pie ³	19.87 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.70	0.54	0.94	0.66	0.50 lt/pie ³	19.87 lt/pie ³

ANEXO 3.2.7 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$$f'_c = \boxed{280} \text{ kg/cm}^2$$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	40 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	40 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	20 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 336 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.500
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	408	0.133	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	460 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	258 kg/m ³
d. A. Fino	455	0.177	A. Grueso	599 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	251	0.118	A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³
f. A. Grueso	596	0.226	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	304	0.123	A. Fino	-1.76 Lts
h. Aditivo	2.882	0.002	A. Fino Reciclado	14.80 Lts
	2223	1.000	A. Grueso	2.79 Lts
			A. Grueso Reciclado	18.76 Lts
				34.59 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	408 kg/m ³	382.0496166
b. Agua	191 L/m ³	
c. A. Fino	460 kg/m ³	
d. A. Fino Reciclado	258 kg/m ³	
e. A. Grueso	599 kg/m ³	
f. A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³	
g. Aditivo	3 kg/m ³	
	2232 kg/m ³	

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	1.13	0.63	1.47	0.77	0.25 lt/pie ³	19.87 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	1.17	0.75	1.52	1.06	0.25 lt/pie ³	19.87 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.178 kg
b. Agua	1.486 Lts
c. A. Fino	3.581 kg
d. A. Fino Reciclado	2.008 kg
e. A. Grueso	4.664 kg
f. A. Grueso Reciclado	2.435 kg
g. Aditivo	0.022 kg
	<u>17.375 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	9.6
R a/c de diseño	=	0.500
R a/c de obra	=	0.467

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
186	0.186

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11671.24	11671.24
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2232.15	2232.15
		2232.15

Peso de tanda de ensayo	17.375
Peso unitario de la mezcla teorica	2232
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	262.30
Ajuste de cantidad de cemento	561.13
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 509.04
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 265.75
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 380.35
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 253.57
Aditivo	3.96
Ajuste por Slump	0
Ajuste de % de Grava	-15

Peso unitario teorico final de la mezcla	2232 kg/m ³	Ra/c final	0.467
Peso unitario de la mezcla corregida	2232 kg/m ³	F. Cemento	13.20
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 280 kg/cm ²
Fecha de vaciado	16/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	56.476 kg	0.038 m ³	1.329 pie ³
A. Fino	0.68	0.70	38.281 kg	0.015 m ³	0.525 pie ³
A. Fino Reciclado	0.45	0.54	25.521 kg	0.012 m ³	0.424 pie ³
A. Grueso	0.91	0.94	51.234 kg	0.019 m ³	0.685 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.47	0.66	26.747 kg	0.011 m ³	0.383 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.399 kg	0.00033 m ³	0.0117 pie ³
Agua	19.87	19.87	26.400 lts	0.026 m ³	0.932 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:40% + S:0.706%

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2232	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	13.2	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.467	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	561	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	262	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	380	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	254	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	509	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	266	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	4	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.68	0.45	0.91	0.47	0.25 lt/pie ³	19.87 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.70	0.54	0.94	0.66	0.25 lt/pie ³	19.87 lt/pie ³

ANEXO 3.2.8

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	20 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	20 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	20 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 336 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.500
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	408	0.133	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	585 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	123 kg/m ³
d. A. Fino	579	0.225	A. Grueso	799 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	120	0.056	A. Grueso Reciclado	156 kg/m ³
f. A. Grueso	794	0.301	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	152	0.062	A. Fino	-2.24 Lts
h. Aditivo	5.765	0.005	A. Fino Reciclado	7.06 Lts
	2265	1.000	A. Grueso	3.71 Lts
			A. Grueso Reciclado	9.38 Lts
				17.92 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	408 kg/m ³	355.3526076
b. Agua	178 L/m ³	
c. A. Fino	585 kg/m ³	
d. A. Fino Reciclado	123 kg/m ³	
e. A. Grueso	799 kg/m ³	
f. A. Grueso Reciclado	156 kg/m ³	
g. Aditivo	6 kg/m ³	
	2255 kg/m ³	

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	1.43	0.30	1.96	0.38	0.50 lt/pie ³	18.48 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	1.48	0.36	2.02	0.53	0.50 lt/pie ³	18.48 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.178 kg
b. Agua	1.382 Lts
c. A. Fino	4.555 kg
d. A. Fino Reciclado	0.958 kg
e. A. Grueso	6.219 kg
f. A. Grueso Reciclado	1.217 kg
g. Aditivo	0.045 kg
	<u>17.554 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	9.6
R a/c de diseño	=	0.500
R a/c de obra	=	0.435

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
164	0.164

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11737.14	11737.14
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2255.10	2255.10
		2255.10

Peso de tanda de ensayo	17.554
Peso unitario de la mezcla teorica	2255
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	243.97
Ajuste de cantidad de cemento	561.13
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 666.93
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 130.57
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 522.00
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 130.50
Aditivo	7.92
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-17

Peso unitario teorico final de la mezcla	2255 kg/m ³	Ra/c final	0.435
Peso unitario de la mezcla corregida	2255 kg/m ³	F. Cemento	13.20
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 280 kg/cm ²
Fecha de vaciado	16/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	56.476 kg	0.038 m ³	1.329 pie ³
A. Fino	0.93	0.96	52.537 kg	0.020 m ³	0.721 pie ³
A. Fino Reciclado	0.23	0.28	13.134 kg	0.006 m ³	0.218 pie ³
A. Grueso	1.19	1.23	67.124 kg	0.025 m ³	0.898 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.23	0.32	13.141 kg	0.005 m ³	0.188 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	0.797 kg	0.00066 m ³	0.0235 pie ³
Agua	18.48	18.48	24.555 lts	0.025 m ³	0.867 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + CR:20\% + S:1.412\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2255	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	13.2	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.435	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	561	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	244	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	522	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	130	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	667	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	131	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	8	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.93	0.23	1.19	0.23	0.50 lt/pie ³	18.48 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.96	0.28	1.23	0.32	0.50 lt/pie ³	18.48 lt/pie ³

ANEXO 3.2.9

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + CR:20\% + S:0.706\%$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	20 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	20 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	20 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 336 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.500
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	408	0.133	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	585 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	123 kg/m ³
d. A. Fino	579	0.225	A. Grueso	799 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	120	0.056	A. Grueso Reciclado	156 kg/m ³
f. A. Grueso	794	0.301	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	152	0.062	A. Fino	-2.24 Lts
h. Aditivo	2.882	0.002	A. Fino Reciclado	7.06 Lts
	2262	1.000	A. Grueso	3.71 Lts
			A. Grueso Reciclado	9.38 Lts
				17.92 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	408 kg/m ³	355.3526076
b. Agua	178 L/m ³	
c. A. Fino	585 kg/m ³	
d. A. Fino Reciclado	123 kg/m ³	
e. A. Grueso	799 kg/m ³	
f. A. Grueso Reciclado	156 kg/m ³	
g. Aditivo	3 kg/m ³	
	2252 kg/m ³	

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	1.43	0.30	1.96	0.38	0.25 lt/pie ³	18.48 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	1.48	0.36	2.02	0.53	0.25 lt/pie ³	18.48 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.178 kg
b. Agua	1.382 Lts
c. A. Fino	4.555 kg
d. A. Fino Reciclado	0.958 kg
e. A. Grueso	6.219 kg
f. A. Grueso Reciclado	1.217 kg
g. Aditivo	0.022 kg
	<u>17.531 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	9.6
R a/c de diseño	=	0.500
R a/c de obra	=	0.435

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
170	0.170

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11728.86	11728.86
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2252.22	2252.22
		2252.22

Peso de tanda de ensayo	17.531
Peso unitario de la mezcla teorica	2252
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	243.97
Ajuste de cantidad de cemento	561.13
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 665.61
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 130.31
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 520.95
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 130.24
Aditivo	3.96
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-17

Peso unitario teorico final de la mezcla	2252 kg/m ³	Ra/c final	0.435
Peso unitario de la mezcla corregida	2252 kg/m ³	F. Cemento	13.20
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 280 kg/cm ²
Fecha de vaciado	16/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	56.476 kg	0.038 m ³	1.329 pie ³
A. Fino	0.93	0.96	52.432 kg	0.020 m ³	0.719 pie ³
A. Fino Reciclado	0.23	0.28	13.108 kg	0.006 m ³	0.218 pie ³
A. Grueso	1.19	1.23	66.992 kg	0.025 m ³	0.896 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.23	0.32	13.115 kg	0.005 m ³	0.188 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.399 kg	0.00033 m ³	0.0117 pie ³
Agua	18.48	18.48	24.555 lts	0.025 m ³	0.867 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + CR:20\% + S:0.706\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2252	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	13.2	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.435	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	561	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	244	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	521	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	130	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	666	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	130	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	4	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.93	0.23	1.19	0.23	0.25 lt/pie ³	18.48 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.96	0.28	1.23	0.32	0.25 lt/pie ³	18.48 lt/pie ³

**ANEXO 3.3 DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA
RESISTENCIA ESPECÍFICA $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.**

ANEXO 3.3.1 DISEÑO PATRÓN - $f'c = 350 \text{ kg-cm}^2$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO PATRÓN - $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'c =$ 350 kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"	
02. Peso específico seco de masa	2640	kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608	kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454	kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566	%
06. Contenido de absorción	1.031	%

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575	kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452	kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1	%
10. Contenido de absorción	0.8	%
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825	

III. DATOS DE LA MEZCLA

12. Factor de diseño	15	%
13. Resistencia especificada a los 28 días	403	kg/cm ²
14. Relación agua cemento	0.428	
15. Asentamiento	4	pulgadas
16. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204	lt/m ³
17. Contenido de aire atrapado	2.00	%
18. Volumen del agregado grueso	0.617	m ³
19. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080	kg/m ³

f'_{cr}
 $R^{a/c}$

IV. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	477.19	0.155	<u>Corrección por humedad</u>	Arena = 638 kg/m ³
b. Agua	204.00	0.204		Grava = 999 kg/m ³
c. Aire	2.00	0.020		
d. Arena	630.60	0.245	<u>Agua Efectiva</u>	-2.44 Lts
e. Grava	993.01	0.376		4.64 Lts
	2306.80	1.000		2.21 Lts

V. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	477 kg/m ³
b. Agua	206 L/m ³
c. Arena	638 kg/m ³
d. Grava	999 kg/m ³
	2320 kg/m ³

VI. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	Arena	Grava	Agua
POR PESO	1.0	1.34	2.09	18.4
POR VOLUMEN	1.0	1.38	2.17	18.4

VII. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN =	0.00778 m³	<u>Características de la Mezcla</u>
a. Cemento	3.714 kg	F'_{cemento} (en bolsas) = 11.2
b. Agua	1.605 Lts	$R^{a/c}$ de diseño = 0.428
c. Arena	4.964 kg	$R^{a/c}$ de obra = 0.432
d. Grava	7.773 kg	
	18.057 kg	

VIII. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

	ml	Lt
Cantidad de agua sobrante o incrementada	800	0.800

Consistencia del concreto fresco (Slump)

	Pulg.	mm.
Slump teorico del diseño	4	10.16
Slump obtenido en comprobación	4	10.16
Ajuste de cantidad de agua	Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11923.00	11923.00
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2319.80	2319.80
		2319.79

Peso de tanda de ensayo	18.057
Peso unitario de la mezcla teorica	2320
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	308.98
Ajuste de cantidad de cemento	715.03
Ajuste de grava (húmedo)	712.68
Ajuste de arena (húmedo)	583.10
Ajuste por Slum	0.00
Ajuste de % de Grava	-29

Peso unitario teorico final de la mezcla	2320 kg/m ³	Ra/c final	0.432
Peso unitario de la mezcla corregida	2320 kg/m ³	F. Cemento	16.82
		% de grava	55
		% de arena	45

IX. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 350 kg/cm ²
Fecha de vaciado	17/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	71.966 kg	0.048 m ³	1.693 pie ³
Arena	0.82	0.84	58.687 kg	0.046 m ³	1.624 pie ³
Grava	1.00	1.03	71.729 kg	0.051 m ³	1.796 pie ³
Agua	18.37	18.37	31.098 lts	0.031 m ³	1.098 pie ³



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL
DISEÑO PATRÓN - f'c = 350 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2320	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	16.8	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.432	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	715	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	309	lt	- POTABLE DE LA ZONA
Agregado fino	:	583	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
Agregado grueso	:	713	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

Proporción en peso:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	0.82	1.00	18.4
			Lts/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	0.84	1.03	18.4
			Lts/pie ³

ANEXO 3.3.2 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	80 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	80 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 403 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.428
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	477	0.155	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	153 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	527 kg/m ³
d. A. Fino	151	0.059	A. Grueso	196 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	512	0.241	A. Grueso Reciclado	629 kg/m ³
f. A. Grueso	195	0.074	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	611	0.248	A. Fino	-0.59 Lts
h. Aditivo	6.737	0.006	A. Fino Reciclado	30.25 Lts
	2160	1.000	A. Grueso	0.91 Lts
			A. Grueso Reciclado	37.70 Lts
				68.28 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	477 kg/m ³
b. Agua	218 L/m ³
c. A. Fino	153 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	527 kg/m ³
e. A. Grueso	196 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	629 kg/m ³
g. Aditivo	7 kg/m ³
	2207 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.32	1.11	0.41	1.32	0.50 lt/pie ³	19.40 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.33	1.31	0.43	1.83	0.50 lt/pie ³	19.40 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.714 kg
b. Agua	1.696 Lts
c. A. Fino	1.192 kg
d. A. Fino Reciclado	4.105 kg
e. A. Grueso	1.526 kg
f. A. Grueso Reciclado	4.892 kg
g. Aditivo	0.052 kg
	<u>17.177 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	11.2
R a/c de diseño	=	0.428
R a/c de obra	=	0.456

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
425	0.425

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11598.29	11598.29
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2206.76	2206.76
		2206.76

Peso de tanda de ensayo	17.177
Peso unitario de la mezcla teorica	2207
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	326.39
Ajuste de cantidad de cemento	715.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 152.38
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 488.56
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 102.94
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 421.46
Aditivo	10.09
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-22

Peso unitario teorico final de la mezcla	2207 kg/m ³	Ra/c final	0.456
Peso unitario de la mezcla corregida	2207 kg/m ³	F. Cemento	16.82
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 350 kg/cm ²
Fecha de vaciado	17/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	71.966 kg	0.048 m ³	1.693 pie ³
A. Fino	0.14	0.15	10.361 kg	0.004 m ³	0.142 pie ³
A. Fino Reciclado	0.59	0.70	42.419 kg	0.020 m ³	0.704 pie ³
A. Grueso	0.21	0.22	15.337 kg	0.006 m ³	0.205 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.68	0.95	49.172 kg	0.020 m ³	0.704 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	1.016 kg	0.00085 m ³	0.0299 pie ³
Agua	19.40	19.40	32.850 lts	0.033 m ³	1.160 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + CR:80\% + S:1.412\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2207	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	16.8	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.456	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	715	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	326	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	103	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	421	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	152	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	489	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	10	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.14	0.59	0.21	0.68	0.50 lt/pie ³	19.40 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.15	0.70	0.22	0.95	0.50 lt/pie ³	19.40 lt/pie ³

ANEXO 3.3.3

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c =$ 350 kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m^3
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m^3
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m^3
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m^3
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m^3
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	80 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m^3
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m^3
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m^3
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	80 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m^3
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m^3
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm^3
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 403 kg/cm^2
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.428
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m^3
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m^3
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m^3

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	477	0.155	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	153 kg/m^3
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	527 kg/m^3
d. A. Fino	151	0.059	A. Grueso	196 kg/m^3
e. A. Fino Reciclado	512	0.241	A. Grueso Reciclado	629 kg/m^3
f. A. Grueso	195	0.074	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	611	0.248	A. Fino	-0.59 Lts
h. Aditivo	3.368	0.003	A. Fino Reciclado	30.25 Lts
	2156	1.000	A. Grueso	0.91 Lts
			A. Grueso Reciclado	37.70 Lts
				68.28 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	477 kg/m^3
b. Agua	218 L/m^3
c. A. Fino	153 kg/m^3
d. A. Fino Reciclado	527 kg/m^3
e. A. Grueso	196 kg/m^3
f. A. Grueso Reciclado	629 kg/m^3
g. Aditivo	3 kg/m^3
	<hr/> 2203 kg/m^3

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.32	1.11	0.41	1.32	0.25 lt/pie ³	19.40 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.33	1.31	0.43	1.83	0.25 lt/pie ³	19.40 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.714 kg
b. Agua	1.696 Lts
c. A. Fino	1.192 kg
d. A. Fino Reciclado	4.105 kg
e. A. Grueso	1.526 kg
f. A. Grueso Reciclado	4.892 kg
g. Aditivo	0.026 kg
	<u>17.151 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	11.2
R a/c de diseño	=	0.428
R a/c de obra	=	0.456

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
430	0.430

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11588.62	11588.62
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2203.39	2203.39
		2203.39

Peso de tanda de ensayo	17.151
Peso unitario de la mezcla teorica	2203
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	326.39
Ajuste de cantidad de cemento	715.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 151.94
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 487.14
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 102.64
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 420.24
Aditivo	5.05
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-22

Peso unitario teorico final de la mezcla	2203 kg/m ³	Ra/c final	0.456
Peso unitario de la mezcla corregida	2203 kg/m ³	F. Cemento	16.82
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 350 kg/cm ²
Fecha de vaciado	17/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	71.966 kg	0.048 m ³	1.693 pie ³
A. Fino	0.14	0.15	10.331 kg	0.004 m ³	0.142 pie ³
A. Fino Reciclado	0.59	0.70	42.296 kg	0.020 m ³	0.702 pie ³
A. Grueso	0.21	0.22	15.292 kg	0.006 m ³	0.205 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.68	0.95	49.030 kg	0.020 m ³	0.701 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.508 kg	0.00042 m ³	0.0149 pie ³
Agua	19.40	19.40	32.850 lts	0.033 m ³	1.160 pie ³



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:80% + S:0.706%

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2203	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	16.8	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.456	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	715	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	326	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	103	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO
A. Fino Reciclado	:	420	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	152	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	487	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	5	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.14	0.59	0.21	0.68	0.25 lt/pie ³	19.40 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.15	0.70	0.22	0.95	0.25 lt/pie ³	19.40 lt/pie ³

ANEXO 3.3.4 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c =$ 350 kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m^3
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m^3
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m^3
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m^3
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m^3
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	60 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m^3
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m^3
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m^3
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	60 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m^3
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m^3
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm^3
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 403 kg/cm^2
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.428
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m^3
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m^3
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m^3

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	477	0.155	<u>Corrección por humedad</u>	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	298 kg/m^3
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	375 kg/m^3
d. A. Fino	294	0.114	A. Grueso	399 kg/m^3
e. A. Fino Reciclado	365	0.171	A. Grueso Reciclado	469 kg/m^3
f. A. Grueso	397	0.150		
g. A. Grueso Reciclado	456	0.185	<u>Agua Efectiva</u>	
h. Aditivo	6.737	0.006	A. Fino	-1.14 Lts
	2202	1.000	A. Fino Reciclado	21.54 Lts
			A. Grueso	1.86 Lts
			A. Grueso Reciclado	28.14 Lts
				50.40 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	477 kg/m^3
b. Agua	204 L/m^3
c. A. Fino	298 kg/m^3
d. A. Fino Reciclado	375 kg/m^3
e. A. Grueso	399 kg/m^3
f. A. Grueso Reciclado	469 kg/m^3
g. Aditivo	7 kg/m^3
	2229 kg/m^3

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.62	0.79	0.84	0.98	0.50 lt/pie ³	18.13 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.65	0.93	0.87	1.36	0.50 lt/pie ³	18.13 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.714 kg
b. Agua	1.584 Lts
c. A. Fino	2.317 kg
d. A. Fino Reciclado	2.923 kg
e. A. Grueso	3.109 kg
f. A. Grueso Reciclado	3.652 kg
g. Aditivo	0.052 kg
	<u>17.352 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	11.2
R a/c de diseño	=	0.428
R a/c de obra	=	0.427

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
393	0.393

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11662.76	11662.76
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2229.20	2229.20
		2229.20

Peso de tanda de ensayo	17.352
Peso unitario de la mezcla teorica	2229
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	304.96
Ajuste de cantidad de cemento	715.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 305.83
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 359.24
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 217.66
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 326.49
Aditivo	10.09
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-23

Peso unitario teorico final de la mezcla	2229 kg/m ³	Ra/c final	0.427
Peso unitario de la mezcla corregida	2229 kg/m ³	F. Cemento	16.82
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 350 kg/cm ²
Fecha de vaciado	17/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	71.966 kg	0.048 m ³	1.693 pie ³
A. Fino	0.30	0.32	21.907 kg	0.009 m ³	0.300 pie ³
A. Fino Reciclado	0.46	0.54	32.860 kg	0.015 m ³	0.545 pie ³
A. Grueso	0.43	0.44	30.781 kg	0.012 m ³	0.412 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.50	0.70	36.156 kg	0.015 m ³	0.517 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	1.016 kg	0.00085 m ³	0.0299 pie ³
Agua	18.13	18.13	30.693 lts	0.031 m ³	1.084 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + CR:60\% + S:1.412\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2229	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	16.8	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.427	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	715	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	305	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	218	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	326	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	306	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	359	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	10	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.30	0.46	0.43	0.50	0.50 lt/pie ³	18.13 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.32	0.54	0.44	0.70	0.50 lt/pie ³	18.13 lt/pie ³

ANEXO 3.3.5 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$$f'_c = \boxed{350} \text{ kg/cm}^2$$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	60 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	60 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 403 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.428
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	477	0.155	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	298 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	375 kg/m ³
d. A. Fino	294	0.114	A. Grueso	399 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	365	0.171	A. Grueso Reciclado	469 kg/m ³
f. A. Grueso	397	0.150	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	456	0.185	A. Fino	-1.14 Lts
h. Aditivo	3.368	0.003	A. Fino Reciclado	21.54 Lts
	2199	1.000	A. Grueso	1.86 Lts
			A. Grueso Reciclado	28.14 Lts
				50.40 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	477 kg/m ³
b. Agua	204 L/m ³
c. A. Fino	298 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	375 kg/m ³
e. A. Grueso	399 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	469 kg/m ³
g. Aditivo	3 kg/m ³
	<hr/> 2226 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.62	0.79	0.84	0.98	0.25 lt/pie ³	18.13 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.65	0.93	0.87	1.36	0.25 lt/pie ³	18.13 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.714 kg
b. Agua	1.584 Lts
c. A. Fino	2.317 kg
d. A. Fino Reciclado	2.923 kg
e. A. Grueso	3.109 kg
f. A. Grueso Reciclado	3.652 kg
g. Aditivo	0.026 kg
	17.326 kg

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	11.2
R a/c de diseño	=	0.428
R a/c de obra	=	0.427

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
399	0.399

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11653.08	11653.08
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2225.84	2225.84
		2225.84

Peso de tanda de ensayo	17.326
Peso unitario de la mezcla teorica	2226
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado		304.96
Ajuste de cantidad de cemento		715.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo)	304.98
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo)	358.24
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo)	217.05
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo)	325.58
Aditivo		5.05
Ajuste por Slump		0
Ajuste de % de Grava		-24

Peso unitario teorico final de la mezcla	2226 kg/m ³	Ra/c final	0.427
Peso unitario de la mezcla corregida	2226 kg/m ³	F. Cemento	16.82
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 350 kg/cm ²
Fecha de vaciado	17/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	71.966 kg	0.048 m ³	1.693 pie ³
A. Fino	0.30	0.31	21.846 kg	0.008 m ³	0.300 pie ³
A. Fino Reciclado	0.46	0.54	32.768 kg	0.015 m ³	0.544 pie ³
A. Grueso	0.43	0.44	30.695 kg	0.012 m ³	0.411 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.50	0.70	36.055 kg	0.015 m ³	0.516 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.508 kg	0.00042 m ³	0.0149 pie ³
Agua	18.13	18.13	30.693 lts	0.031 m ³	1.084 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + CR:60\% + S:0.706\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2226	kg/m^3
Factor cemento por m^3 de concreto	:	16.8	bolsas/m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.427	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	715	kg/m^3	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	305	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	217	kg/m^3	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	326	kg/m^3	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	305	kg/m^3	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	358	kg/m^3	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	5	kg/m^3	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.30	0.46	0.43	0.50	0.25 lt/pe ³	18.13 lt/pe ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.31	0.54	0.44	0.70	0.25 lt/pe ³	18.13 lt/pe ³

ANEXO 3.3.6 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$$f'_c = \boxed{350} \text{ kg/cm}^2$$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	40 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	40 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 403 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.428
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	477	0.155	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	425 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	238 kg/m ³
d. A. Fino	420	0.163	A. Grueso	599 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	232	0.109	A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³
f. A. Grueso	596	0.226	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	304	0.123	A. Fino	-1.62 Lts
h. Aditivo	6.737	0.006	A. Fino Reciclado	13.68 Lts
	2242	1.000	A. Grueso	2.79 Lts
			A. Grueso Reciclado	18.76 Lts
				33.60 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	477 kg/m ³
b. Agua	190 L/m ³
c. A. Fino	425 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	238 kg/m ³
e. A. Grueso	599 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³
g. Aditivo	7 kg/m ³
	2250 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.89	0.50	1.26	0.66	0.50 lt/pie ³	16.93 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.92	0.59	1.30	0.91	0.50 lt/pie ³	16.93 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.714 kg
b. Agua	1.480 Lts
c. A. Fino	3.310 kg
d. A. Fino Reciclado	1.856 kg
e. A. Grueso	4.664 kg
f. A. Grueso Reciclado	2.435 kg
g. Aditivo	0.052 kg
	<u>17.511 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	11.2
R a/c de diseño	=	0.428
R a/c de obra	=	0.398

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
364	0.364

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11721.24	11721.24
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2249.56	2249.56
		2249.56

Peso de tanda de ensayo	17.511
Peso unitario de la mezcla teorica	2250
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	284.82
Ajuste de cantidad de cemento	715.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 451.59
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 235.75
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 337.42
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 224.95
Aditivo	10.09
Ajuste por Slump	0
Ajuste de % de Grava	-25

Peso unitario teorico final de la mezcla	2250 kg/m ³	Ra/c final	0.398
Peso unitario de la mezcla corregida	2250 kg/m ³	F. Cemento	16.82
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 350 kg/cm ²
Fecha de vaciado	17/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	
Cemento	1.00	1.00	71.966 kg	0.048 m ³	1.693 pie ³
A. Fino	0.47	0.49	33.960 kg	0.013 m ³	0.466 pie ³
A. Fino Reciclado	0.31	0.37	22.640 kg	0.011 m ³	0.376 pie ³
A. Grueso	0.63	0.65	45.451 kg	0.017 m ³	0.608 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.33	0.46	23.728 kg	0.010 m ³	0.339 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	1.016 kg	0.00085 m ³	0.0299 pie ³
Agua	16.93	16.93	28.666 lts	0.029 m ³	1.012 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2250	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	16.8	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.398	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	715	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	285	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	337	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	225	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	452	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	236	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	10	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.47	0.31	0.63	0.33	0.50 lt/pie ³	16.93 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.49	0.37	0.65	0.46	0.50 lt/pie ³	16.93 lt/pie ³

ANEXO 3.3.7

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	40 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	40 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 403 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.428
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	477	0.155	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	425 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	238 kg/m ³
d. A. Fino	420	0.163	A. Grueso	599 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	232	0.109	A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³
f. A. Grueso	596	0.226	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	304	0.123	A. Fino	-1.62 Lts
h. Aditivo	3.368	0.003	A. Fino Reciclado	13.68 Lts
	2239	1.000	A. Grueso	2.79 Lts
			A. Grueso Reciclado	18.76 Lts
				33.60 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	477 kg/m ³
b. Agua	190 L/m ³
c. A. Fino	425 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	238 kg/m ³
e. A. Grueso	599 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³
g. Aditivo	3 kg/m ³
	2246 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.89	0.50	1.26	0.66	0.25 lt/pie ³	16.93 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.92	0.59	1.30	0.91	0.25 lt/pie ³	16.93 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.714 kg
b. Agua	1.480 Lts
c. A. Fino	3.310 kg
d. A. Fino Reciclado	1.856 kg
e. A. Grueso	4.664 kg
f. A. Grueso Reciclado	2.435 kg
g. Aditivo	0.026 kg
	<u>17.484 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	11.2
R a/c de diseño	=	0.428
R a/c de obra	=	0.398

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
369	0,369

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11711.56	11711.56
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2246.19	2246.19
		2246.19

Peso de tanda de ensayo	17.484
Peso unitario de la mezcla teorica	2246
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	284.82
Ajuste de cantidad de cemento	715.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 450.37
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 235.12
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 336.51
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 224.34
Aditivo	5.05
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-25

Peso unitario teorico final de la mezcla	2246 kg/m ³	Ra/c final	0.398
Peso unitario de la mezcla corregida	2246 kg/m ³	F. Cemento	16.82
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 350 kg/cm ²
Fecha de vaciado	17/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	71.966 kg	0.048 m ³	1.693 pie ³
A. Fino	0.47	0.49	33.869 kg	0.013 m ³	0.465 pie ³
A. Fino Reciclado	0.31	0.37	22.579 kg	0.011 m ³	0.375 pie ³
A. Grueso	0.63	0.65	45.328 kg	0.017 m ³	0.606 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.33	0.46	23.664 kg	0.010 m ³	0.339 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.508 kg	0.00042 m ³	0.0149 pie ³
Agua	16.93	16.93	28.666 lts	0.029 m ³	1.012 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + CR:40\% + S:0.706\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2246	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	16.8	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.398	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	715	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	285	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	337	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	224	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	450	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	235	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	5	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.47	0.31	0.63	0.33	0.25 lt/pie ³	16.93 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.49	0.37	0.65	0.46	0.25 lt/pie ³	16.93 lt/pie ³

ANEXO 3.3.8

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	20 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	20 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 403 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.428
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	477	0.155
b. Agua	204	0.204
c. Aire	2	0.020
d. A. Fino	532	0.207
e. A. Fino Reciclado	110	0.052
f. A. Grueso	794	0.301
g. A. Grueso Reciclado	152	0.062
h. Aditivo	6.737	0.006
	<hr/>	<hr/>
	2279	1.000

Corrección por humedad	
A. Fino	539 kg/m ³
A. Fino Reciclado	113 kg/m ³
A. Grueso	799 kg/m ³
A. Grueso Reciclado	156 kg/m ³

Agua Efectiva	
A. Fino	-2.06 Lts
A. Fino Reciclado	6.50 Lts
A. Grueso	3.71 Lts
A. Grueso Reciclado	9.38 Lts
	<hr/>
	17.53 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	477 kg/m ³
b. Agua	177 L/m ³
c. A. Fino	539 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	113 kg/m ³
e. A. Grueso	799 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	156 kg/m ³
g. Aditivo	7 kg/m ³
	<hr/>
	2268 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	1.13	0.24	1.67	0.33	0.50 lt/pie ³	15.78 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	1.17	0.28	1.73	0.45	0.50 lt/pie ³	15.78 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.714 kg
b. Agua	1.380 Lts
c. A. Fino	4.192 kg
d. A. Fino Reciclado	0.881 kg
e. A. Grueso	6.219 kg
f. A. Grueso Reciclado	1.217 kg
g. Aditivo	0.052 kg
	<u>17.656 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	11.2
R a/c de diseño	=	0.428
R a/c de obra	=	0.371

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
335	0.335

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11774.94	11774.94
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2268.26	2268.26
	2268.26	

Peso de tanda de ensayo	17.656
Peso unitario de la mezcla teorica	2268
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	265.56
Ajuste de cantidad de cemento	715.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 592.27
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 115.95
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 463.56
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 115.89
Aditivo	10.09
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-26

Peso unitario teorico final de la mezcla	2268 kg/m ³	Ra/c final	0.371
Peso unitario de la mezcla corregida	2268 kg/m ³	F. Cemento	16.82
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 350 kg/cm ²
Fecha de vaciado	17/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	71.966 kg	0.048 m ³	1.693 pie ³
A. Fino	0.65	0.67	46.656 kg	0.018 m ³	0.640 pie ³
A. Fino Reciclado	0.16	0.19	11.664 kg	0.005 m ³	0.194 pie ³
A. Grueso	0.83	0.86	59.610 kg	0.023 m ³	0.797 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.16	0.23	11.670 kg	0.005 m ³	0.167 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	1.016 kg	0.00085 m ³	0.0299 pie ³
Agua	15.78	15.78	26.728 lts	0.027 m ³	0.944 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + CR:20\% + S:1.412\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2268	kg/m^3
Factor cemento por m^3 de concreto	:	16.8	bolsas/m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.371	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	715	kg/m^3	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	266	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	464	kg/m^3	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	116	kg/m^3	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	592	kg/m^3	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	116	kg/m^3	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	10	kg/m^3	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.65	0.16	0.83	0.16	0.50 lt/pe ³	15.78 lt/pe ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.67	0.19	0.86	0.23	0.50 lt/pe ³	15.78 lt/pe ³

ANEXO 3.3.9

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c =$ 350 kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m^3
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m^3
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m^3
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m^3
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m^3
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	20 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m^3
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m^3
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m^3
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	20 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m^3
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m^3
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm^3
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 403 kg/cm^2
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.428
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m^3
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m^3
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m^3

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	477	0.155	<u>Corrección por humedad</u>	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	539 kg/m^3
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	113 kg/m^3
d. A. Fino	532	0.207	A. Grueso	799 kg/m^3
e. A. Fino Reciclado	110	0.052	A. Grueso Reciclado	156 kg/m^3
f. A. Grueso	794	0.301		
g. A. Grueso Reciclado	152	0.062	<u>Agua Efectiva</u>	
h. Aditivo	3.368	0.003	A. Fino	-2.06 Lts
	2276	1.000	A. Fino Reciclado	6.50 Lts
			A. Grueso	3.71 Lts
			A. Grueso Reciclado	9.38 Lts
			17.53 Lts	

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	477 kg/m^3
b. Agua	177 L/m^3
c. A. Fino	539 kg/m^3
d. A. Fino Reciclado	113 kg/m^3
e. A. Grueso	799 kg/m^3
f. A. Grueso Reciclado	156 kg/m^3
g. Aditivo	3 kg/m^3
	2265 kg/m^3

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	1.13	0.24	1.67	0.33	0.25 lt/pie ³	15.78 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	1.17	0.28	1.73	0.45	0.25 lt/pie ³	15.78 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	3.714 kg
b. Agua	1.380 Lts
c. A. Fino	4.192 kg
d. A. Fino Reciclado	0.881 kg
e. A. Grueso	6.219 kg
f. A. Grueso Reciclado	1.217 kg
g. Aditivo	0.026 kg
	<u>17.630 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	11.2
R a/c de diseño	=	0.428
R a/c de obra	=	0.371

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
341	0.341

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11765.27	11765.27
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2264.89	2264.89

Peso de tanda de ensayo	17.630
Peso unitario de la mezcla teorica	2265
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	265.56
Ajuste de cantidad de cemento	715.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 590.72
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 115.65
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 462.35
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 115.59
Aditivo	5.05
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-26

Peso unitario teorico final de la mezcla	2265 kg/m ³	Ra/c final	0.371
Peso unitario de la mezcla corregida	2265 kg/m ³	F. Cemento	16.82
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla f'c = 350 kg/cm²
Fecha de vaciado 17/04/2018
Tanda 0.10065 m³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	
Cemento	1.00	1.00	71.966 kg	0.048 m ³	1.693 pie ³
A. Fino	0.65	0.67	46.534 kg	0.018 m ³	0.638 pie ³
A. Fino Reciclado	0.16	0.19	11.633 kg	0.005 m ³	0.193 pie ³
A. Grueso	0.83	0.86	59.454 kg	0.023 m ³	0.795 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.16	0.22	11.639 kg	0.005 m ³	0.167 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.508 kg	0.00042 m ³	0.0149 pie ³
Agua	15.78	15.78	26.728 lts	0.027 m ³	0.944 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + CR:20\% + S:0.706\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2265	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	16.8	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.371	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	715	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	266	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	462	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	116	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	591	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	116	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	5	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.65	0.16	0.83	0.16	0.25 lt/pie ³	15.78 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.67	0.19	0.86	0.22	0.25 lt/pie ³	15.78 lt/pie ³

**ANEXO 3.4 DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA
RESISTENCIA ESPECÍFICA $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.**

ANEXO 3.4.1 DISEÑO PATRÓN - $f'_c = 420 \text{ kg-cm}^2$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO PATRÓN - $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'c =$ 420 kg/cm^2

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal
02. Peso específico seco de masa
03. Peso Unitario compactado seco
04. Peso Unitario suelto seco
05. Contenido de humedad
06. Contenido de absorción

3/4"	
2640	kg/m ³
1608	kg/m ³
1454	kg/m ³
0.566	%
1.031	%

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa
08. Peso unitario seco suelto
09. Contenido de humedad
10. Contenido de absorción
11. Módulo de fineza (adimensional)

2575	kg/m ³
1452	kg/m ³
1.1	%
0.8	%
2.825	

III. DATOS DE LA MEZCLA

12. Factor de diseño
13. Resistencia especificada a los 28 días
14. Relación agua cemento
15. Asentamiento
16. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA
17. Contenido de aire atrapado
18. Volumen del agregado grueso
19. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I

15	%
483	kg/cm ²
0.360	
4	pulgadas
204	lt/m ³
2.00	%
0.617	m ³
3080	kg/m ³

IV. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	566.35	0.184	<u>Corrección por humedad</u>	Arena = 562 kg/m ³
b. Agua	204.00	0.204		Grava = 999 kg/m ³
c. Aire	2.00	0.020		
d. Arena	556.07	0.216	<u>Agua Efectiva</u>	-2.15 Lts
e. Grava	993.01	0.376		4.64 Lts
	2321.42	1.000		2.49 Lts

V. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	566 kg/m ³
b. Agua	206 L/m ³
c. Arena	562 kg/m ³
d. Grava	999 kg/m ³
	2334 kg/m ³

VI. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	Arena	Grava	Agua
POR PESO	1.0	0.99	1.76	15.5
POR VOLUMEN	1.0	1.03	1.82	15.5

VII. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN =	0.00778 m³
a. Cemento	4.408 kg
b. Agua	1.607 Lts
c. Arena	4.378 kg
d. Grava	7.773 kg
	18.167 kg

Características de la Mezcla

F' cemento (en bolsas)	=	13.3
R ^{a/c} de diseño	=	0.360
R ^{a/c} de obra	=	0.365

VIII. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

	ml	Lt
Cantidad de agua sobrante o incrementada	800	0.800

Consistencia del concreto fresco (Slump)

	Pulg.	mm.
Slump teorico del diseño	4	10.16
Slump obtenido en comprobación	1	2.54
Ajuste de cantidad de agua	Litros	15.24

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11963.41	11963.41
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2333.86	2333.86
		2333.86

Peso de tanda de ensayo	18.167
Peso unitario de la mezcla teorica	2334
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado		324.51
Ajuste de cantidad de cemento		890.03
Ajuste de grava	(húmedo)	615.63
Ajuste de arena	(húmedo)	503.70
Ajuste por Slum		15.24
Ajuste de % de Grava		-38

Peso unitario teorico final de la mezcla	2334 kg/m ³	Ra/c final	0.365
Peso unitario de la mezcla corregida	2334 kg/m ³	F. Cemento	20.94
		% de grava	55
		% de arena	45

IX. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 420 kg/cm ²
Fecha de vaciado	20/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	
Cemento	1.00	1.00	89.579 kg	0.060 m ³	2.108 pie ³
Arena	0.57	0.59	50.696 kg	0.040 m ³	1.402 pie ³
Grava	0.69	0.72	61.961 kg	0.044 m ³	1.551 pie ³
Agua	15.50	15.50	32.661 lts	0.033 m ³	1.153 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO PATRÓN - $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2334 kg/m^3
Factor cemento por m^3 de concreto : 20.9 bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño : 0.365

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento : 890 kg/m^3 - PACASMAYO TIPO I
Agua : 325 lt - POTABLE DE LA ZONA
Agregado fino : 504 kg/m^3 - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO
Agregado grueso : 616 kg/m^3 - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

Proporción en peso:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	0.57	0.69	15.5
Lts/ pie^3			

Proporción en volumen:

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	0.59	0.72	15.5
Lts/ pie^3			

ANEXO 3.4.2 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	80 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	80 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 483 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.360
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	566	0.184	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	138 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	476 kg/m ³
d. A. Fino	137	0.053	A. Grueso	196 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	463	0.218	A. Grueso Reciclado	629 kg/m ³
f. A. Grueso	195	0.074	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	611	0.248	A. Fino	-0.53 Lts
h. Aditivo	7.996	0.007	A. Fino Reciclado	27.33 Lts
	2186	1.000	A. Grueso	0.91 Lts
			A. Grueso Reciclado	37.70 Lts
				65.41 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	566 kg/m ³
b. Agua	216 L/m ³
c. A. Fino	138 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	476 kg/m ³
e. A. Grueso	196 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	629 kg/m ³
g. Aditivo	8 kg/m ³
	2229 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.24	0.84	0.35	1.11	0.50 lt/pie ³	16.17 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.25	1.00	0.36	1.54	0.50 lt/pie ³	16.17 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	4.408 kg
b. Agua	1.678 Lts
c. A. Fino	1.077 kg
d. A. Fino Reciclado	3.708 kg
e. A. Grueso	1.526 kg
f. A. Grueso Reciclado	4.892 kg
g. Aditivo	0.062 kg
	<u>17.352 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	13.3
R a/c de diseño	=	0.360
R a/c de obra	=	0.381

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
543	0.543

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11662.56	11662.56
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2229.14	2229.14
		2229.14

Peso de tanda de ensayo	17.352
Peso unitario de la mezcla teorica	2229
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	338.70
Ajuste de cantidad de cemento	890.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 130.81
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 419.41
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 88.37
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 361.81
Aditivo	12.57
Ajuste por Slump	0
Ajuste de % de Grava	-33

Peso unitario teorico final de la mezcla	2229 kg/m ³	Ra/c final	0.381
Peso unitario de la mezcla corregida	2229 kg/m ³	F. Cemento	20.94
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 420 kg/cm ²
Fecha de vaciado	20/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	
Cemento	1.00	1.00	89.579 kg	0.060 m ³	2.108 pie ³
A. Fino	0.10	0.10	8.894 kg	0.003 m ³	0.122 pie ³
A. Fino Reciclado	0.41	0.48	36.415 kg	0.017 m ³	0.604 pie ³
A. Grueso	0.15	0.15	13.166 kg	0.005 m ³	0.176 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.47	0.65	42.212 kg	0.017 m ³	0.604 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	1.265 kg	0.00105 m ³	0.0372 pie ³
Agua	16.17	16.17	34.090 lts	0.034 m ³	1.204 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:80\% + S:1.412\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2229	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	20.9	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.381	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	890	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	339	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	88	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	362	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	131	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	419	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	13	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.10	0.41	0.15	0.47	0.50 lt/pie ³	16.17 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.10	0.48	0.15	0.65	0.50 lt/pie ³	16.17 lt/pie ³

ANEXO 3.4.3

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:80\% + S:0.706\%$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	80 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	80 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 483 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.360
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	566	0.184	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	138 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	476 kg/m ³
d. A. Fino	137	0.053	A. Grueso	196 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	463	0.218	A. Grueso Reciclado	629 kg/m ³
f. A. Grueso	195	0.074	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	611	0.248	A. Fino	-0.53 Lts
h. Aditivo	3.998	0.003	A. Fino Reciclado	27.33 Lts
	2182	1.000	A. Grueso	0.91 Lts
			A. Grueso Reciclado	37.70 Lts
				65.41 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	566 kg/m ³
b. Agua	216 L/m ³
c. A. Fino	138 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	476 kg/m ³
e. A. Grueso	196 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	629 kg/m ³
g. Aditivo	4 kg/m ³
	2225 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.24	0.84	0.35	1.11	0.25 lt/pie ³	16.17 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.25	1.00	0.36	1.54	0.25 lt/pie ³	16.17 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	4.408 kg
b. Agua	1.678 Lts
c. A. Fino	1.077 kg
d. A. Fino Reciclado	3.708 kg
e. A. Grueso	1.526 kg
f. A. Grueso Reciclado	4.892 kg
g. Aditivo	0.031 kg
	<u>17.320 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	13.3
R a/c de diseño	=	0.360
R a/c de obra	=	0.381

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
548	0.548

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11651.08	11651.08
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2225.14	2225.14
		2225.14

Peso de tanda de ensayo	17.320
Peso unitario de la mezcla teorica	2225
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	338.70
Ajuste de cantidad de cemento	890.00
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 130.30
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 417.75
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 88.02
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 360.38
Aditivo	6.28
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-34

Peso unitario teorico final de la mezcla	2225 kg/m ³	Ra/c final	0.381
Peso unitario de la mezcla corregida	2225 kg/m ³	F. Cemento	20.94
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 420 kg/cm ²
Fecha de vaciado	20/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	
Cemento	1.00	1.00	89.576 kg	0.060 m ³	2.108 pie ³
A. Fino	0.10	0.10	8.859 kg	0.003 m ³	0.122 pie ³
A. Fino Reciclado	0.40	0.48	36.271 kg	0.017 m ³	0.602 pie ³
A. Grueso	0.15	0.15	13.114 kg	0.005 m ³	0.175 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.47	0.65	42.045 kg	0.017 m ³	0.602 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.632 kg	0.00053 m ³	0.0186 pie ³
Agua	16.17	16.17	34.089 lts	0.034 m ³	1.204 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:80\% + S:0.706\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2225	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	20.9	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.381	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	890	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	339	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	88	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO
A. Fino Reciclado	:	360	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	130	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	418	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	6	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.10	0.40	0.15	0.47	0.25 lt/pie ³	16.17 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.10	0.48	0.15	0.65	0.25 lt/pie ³	16.17 lt/pie ³

ANEXO 3.4.4 DISEÑO $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	60 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	60 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 483 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.360
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	566	0.184	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	267 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	337 kg/m ³
d. A. Fino	264	0.103	A. Grueso	399 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	328	0.154	A. Grueso Reciclado	469 kg/m ³
f. A. Grueso	397	0.150	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	456	0.185	A. Fino	-1.02 Lts
h. Aditivo	7.996	0.007	A. Fino Reciclado	19.36 Lts
	2226	1.000	A. Grueso	1.86 Lts
			A. Grueso Reciclado	28.14 Lts
				48.34 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	566 kg/m ³
b. Agua	202 L/m ³
c. A. Fino	267 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	337 kg/m ³
e. A. Grueso	399 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	469 kg/m ³
g. Aditivo	8 kg/m ³
	2250 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.47	0.60	0.71	0.83	0.50 lt/pie ³	15.15 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.49	0.71	0.73	1.15	0.50 lt/pie ³	15.15 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	4.408 kg
b. Agua	1.571 Lts
c. A. Fino	2.082 kg
d. A. Fino Reciclado	2.627 kg
e. A. Grueso	3.109 kg
f. A. Grueso Reciclado	3.652 kg
g. Aditivo	0.062 kg
	<u>17.512 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	13.3
R a/c de diseño	=	0.360
R a/c de obra	=	0.356

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
505	0.505

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11721.86	11721.86
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2249.78	2249.78
		2249.78

Peso de tanda de ensayo	17.512
Peso unitario de la mezcla teorica	2250
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	317.24
Ajuste de cantidad de cemento	890.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 263.67
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 309.71
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 187.65
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 281.48
Aditivo	12.57
Ajuste por Slump	0
Ajuste de % de Grava	-34

Peso unitario teorico final de la mezcla	2250 kg/m ³	Ra/c final	0.356
Peso unitario de la mezcla corregida	2250 kg/m ³	F. Cemento	20.94
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 420 kg/cm ²
Fecha de vaciado	20/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	89.579 kg	0.060 m ³	2.108 pie ³
A. Fino	0.21	0.22	18.887 kg	0.007 m ³	0.259 pie ³
A. Fino Reciclado	0.32	0.37	28.330 kg	0.013 m ³	0.470 pie ³
A. Grueso	0.30	0.31	26.537 kg	0.010 m ³	0.355 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.35	0.48	31.172 kg	0.013 m ³	0.446 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	1.265 kg	0.00105 m ³	0.0372 pie ³
Agua	15.15	15.15	31.929 lts	0.032 m ³	1.128 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:60\% + S:1.412\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2250	kg/m^3
Factor cemento por m^3 de concreto	:	20.9	bolsas/m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.356	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	890	kg/m^3	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	317	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	188	kg/m^3	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	281	kg/m^3	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	264	kg/m^3	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	310	kg/m^3	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	13	kg/m^3	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.21	0.32	0.30	0.35	0.50 lt/pe ³	15.15 lt/pe ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.22	0.37	0.31	0.48	0.50 lt/pe ³	15.15 lt/pe ³

ANEXO 3.4.5

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:60\% + S:0.706\%$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	60 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	60 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 483 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.360
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	566	0.184	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	267 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	337 kg/m ³
d. A. Fino	264	0.103	A. Grueso	399 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	328	0.154	A. Grueso Reciclado	469 kg/m ³
f. A. Grueso	397	0.150	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	456	0.185	A. Fino	-1.02 Lts
h. Aditivo	3.998	0.003	A. Fino Reciclado	19.36 Lts
	2222	1.000	A. Grueso	1.86 Lts
			A. Grueso Reciclado	28.14 Lts
				48.34 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	566 kg/m ³
b. Agua	202 L/m ³
c. A. Fino	267 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	337 kg/m ³
e. A. Grueso	399 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	469 kg/m ³
g. Aditivo	4 kg/m ³
	2246 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.47	0.60	0.71	0.83	0.25 lt/pie ³	15.15 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.49	0.71	0.73	1.15	0.25 lt/pie ³	15.15 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	4.408 kg
b. Agua	1.571 Lts
c. A. Fino	2.082 kg
d. A. Fino Reciclado	2.627 kg
e. A. Grueso	3.109 kg
f. A. Grueso Reciclado	3.652 kg
g. Aditivo	0.031 kg
	<u>17.481 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	13.3
R a/c de diseño	=	0.360
R a/c de obra	=	0.356

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
510	0.510

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11710.37	11710.37
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2245.78	2245.78
		2245.78

Peso de tanda de ensayo	17.481
Peso unitario de la mezcla teorica	2246
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	317.24
Ajuste de cantidad de cemento	890.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 262.66
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 308.53
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 186.93
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 280.40
Aditivo	6.28
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-34

Peso unitario teorico final de la mezcla	2246 kg/m ³	Ra/c final	0.356
Peso unitario de la mezcla corregida	2246 kg/m ³	F. Cemento	20.94
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 420 kg/cm ²
Fecha de vaciado	20/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	
Cemento	1.00	1.00	89.579 kg	0.060 m ³	2.108 pie ³
A. Fino	0.21	0.22	18.814 kg	0.007 m ³	0.258 pie ³
A. Fino Reciclado	0.32	0.37	28.221 kg	0.013 m ³	0.468 pie ³
A. Grueso	0.30	0.31	26.436 kg	0.010 m ³	0.354 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.35	0.48	31.052 kg	0.013 m ³	0.444 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.632 kg	0.00053 m ³	0.0186 pie ³
Agua	15.15	15.15	31.929 lts	0.032 m ³	1.128 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:60\% + S:0.706\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2246	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	20.9	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.356	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	890	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	317	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	187	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	280	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	263	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	309	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	6	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.21	0.32	0.30	0.35	0.25 lt/pie ³	15.15 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.22	0.37	0.31	0.48	0.25 lt/pie ³	15.15 lt/pie ³

ANEXO 3.4.6

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	40 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	40 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 483 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.360
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	566	0.184	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	380 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	213 kg/m ³
d. A. Fino	376	0.146	A. Grueso	599 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	207	0.097	A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³
f. A. Grueso	596	0.226	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	304	0.123	A. Fino	-1.45 Lts
h. Aditivo	7.996	0.007	A. Fino Reciclado	12.22 Lts
	2263	1.000	A. Grueso	2.79 Lts
			A. Grueso Reciclado	18.76 Lts
				32.32 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	566 kg/m ³
b. Agua	189 L/m ³
c. A. Fino	380 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	213 kg/m ³
e. A. Grueso	599 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³
g. Aditivo	8 kg/m ³
	2268 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.67	0.38	1.06	0.55	0.50 lt/pie ³	14.19 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.69	0.45	1.09	0.77	0.50 lt/pie ³	14.19 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	4.408 kg
b. Agua	1.472 Lts
c. A. Fino	2.957 kg
d. A. Fino Reciclado	1.658 kg
e. A. Grueso	4.664 kg
f. A. Grueso Reciclado	2.435 kg
g. Aditivo	0.062 kg
	<u>17.657 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	13.3
R a/c de diseño	=	0.360
R a/c de obra	=	0.334

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
469	0.469

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11775.26	11775.26
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2268.37	2268.37
		2268.37

Peso de tanda de ensayo	17.657
Peso unitario de la mezcla teorica	2268
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	297.10
Ajuste de cantidad de cemento	890.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 390.71
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 203.97
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 291.93
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 194.62
Aditivo	12.57
Ajuste por Slump	0
Ajuste de % de Grava	-35

Peso unitario teorico final de la mezcla	2268 kg/m ³	Ra/c final	0.334
Peso unitario de la mezcla corregida	2268 kg/m ³	F. Cemento	20.94
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 420 kg/cm ²
Fecha de vaciado	20/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	
Cemento	1.00	1.00	89.579 kg	0.060 m ³	2.108 pie ³
A. Fino	0.33	0.34	29.382 kg	0.011 m ³	0.403 pie ³
A. Fino Reciclado	0.22	0.26	19.588 kg	0.009 m ³	0.325 pie ³
A. Grueso	0.44	0.45	39.324 kg	0.015 m ³	0.526 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.23	0.32	20.529 kg	0.008 m ³	0.294 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	1.265 kg	0.00105 m ³	0.0372 pie ³
Agua	14.19	14.19	29.902 lts	0.030 m ³	1.056 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:40\% + S:1.412\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2268	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	20.9	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.334	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	890	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	297	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	292	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	195	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	391	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	204	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	13	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.33	0.22	0.44	0.23	0.50 lt/pie ³	14.19 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.34	0.26	0.45	0.32	0.50 lt/pie ³	14.19 lt/pie ³

ANEXO 3.4.7 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	40 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	40 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 483 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.360
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	566	0.184	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	380 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	213 kg/m ³
d. A. Fino	376	0.146	A. Grueso	599 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	207	0.097	A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³
f. A. Grueso	596	0.226	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	304	0.123	A. Fino	-1.45 Lts
h. Aditivo	3.998	0.003	A. Fino Reciclado	12.22 Lts
	2259	1.000	A. Grueso	2.79 Lts
			A. Grueso Reciclado	18.76 Lts
				32.32 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	566 kg/m ³
b. Agua	189 L/m ³
c. A. Fino	380 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	213 kg/m ³
e. A. Grueso	599 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	313 kg/m ³
g. Aditivo	4 kg/m ³
	2264 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.67	0.38	1.06	0.55	0.25 lt/pie ³	14.19 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.69	0.45	1.09	0.77	0.25 lt/pie ³	14.19 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	4.408 kg
b. Agua	1.472 Lts
c. A. Fino	2.957 kg
d. A. Fino Reciclado	1.658 kg
e. A. Grueso	4.664 kg
f. A. Grueso Reciclado	2.435 kg
g. Aditivo	0.031 kg
	<u>17.626 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	13.3
R a/c de diseño	=	0.360
R a/c de obra	=	0.334

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
474	0.474

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11763.77	11763.77
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2264.37	2264.37
		2264.37

Peso de tanda de ensayo	17.626
Peso unitario de la mezcla teorica	2264
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	297.10
Ajuste de cantidad de cemento	890.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 389.26
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 203.22
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 290.85
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 193.90
Aditivo	6.28
Ajuste por Slump	0
Ajuste de % de Grava	-35

Peso unitario teorico final de la mezcla	2264 kg/m ³	Ra/c final	0.334
Peso unitario de la mezcla corregida	2264 kg/m ³	F. Cemento	20.94
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 420 kg/cm ²
Fecha de vaciado	20/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Volumen
Cemento	1.00	1.00	89.579 kg	0.060 m ³	2.108 pie ³
A. Fino	0.33	0.34	29.274 kg	0.011 m ³	0.402 pie ³
A. Fino Reciclado	0.22	0.26	19.516 kg	0.009 m ³	0.324 pie ³
A. Grueso	0.44	0.45	39.178 kg	0.015 m ³	0.524 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.23	0.32	20.453 kg	0.008 m ³	0.293 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.632 kg	0.00053 m ³	0.0186 pie ³
Agua	14.19	14.19	29.902 lts	0.030 m ³	1.056 pie ³

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:40\% + S:0.706\%$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2264	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	20.9	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.334	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	890	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	297	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	291	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	194	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	389	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	203	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	6	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.33	0.22	0.44	0.23	0.25 lt/pie ³	14.19 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.34	0.26	0.45	0.32	0.25 lt/pie ³	14.19 lt/pie ³

ANEXO 3.4.8

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$$f'_c = \boxed{420} \text{ kg/cm}^2$$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	20 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	20 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	500 mL	1.412 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 483 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.360
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	566	0.184	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	478 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	101 kg/m ³
d. A. Fino	473	0.184	A. Grueso	799 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	98	0.046	A. Grueso Reciclado	156 kg/m ³
f. A. Grueso	794	0.301	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	152	0.062	A. Fino	-1.83 Lts
h. Aditivo	7.996	0.007	A. Fino Reciclado	5.77 Lts
	2297	1.000	A. Grueso	3.71 Lts
			A. Grueso Reciclado	9.38 Lts
				17.04 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	566 kg/m ³
b. Agua	177 L/m ³
c. A. Fino	478 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	101 kg/m ³
e. A. Grueso	799 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	156 kg/m ³
g. Aditivo	8 kg/m ³
	2285 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.84	0.18	1.41	0.28	0.50 lt/pie ³	13.27 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.87	0.21	1.46	0.38	0.50 lt/pie ³	13.27 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	4.408 kg
b. Agua	1.376 Lts
c. A. Fino	3.723 kg
d. A. Fino Reciclado	0.783 kg
e. A. Grueso	6.219 kg
f. A. Grueso Reciclado	1.217 kg
g. Aditivo	0.062 kg
	<u>17.789 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	13.3
R a/c de diseño	=	0.360
R a/c de obra	=	0.312

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
435	0.435

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11823.89	11823.89
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2285.29	2285.29
		2285.29

Peso de tanda de ensayo	17.789
Peso unitario de la mezcla teorica	2285
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	277.89
Ajuste de cantidad de cemento	890.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 513.94
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 100.62
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 402.26
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 100.56
Aditivo	12.57
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-36

Peso unitario teorico final de la mezcla	2285 kg/m ³	Ra/c final	0.312
Peso unitario de la mezcla corregida	2285 kg/m ³	F. Cemento	20.94
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 420 kg/cm ²
Fecha de vaciado	20/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	
Cemento	1.00	1.00	89.579 kg	0.060 m ³	2.108 pie ³
A. Fino	0.45	0.47	40.486 kg	0.016 m ³	0.555 pie ³
A. Fino Reciclado	0.11	0.13	10.121 kg	0.005 m ³	0.168 pie ³
A. Grueso	0.58	0.60	51.727 kg	0.020 m ³	0.692 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.11	0.16	10.127 kg	0.004 m ³	0.145 pie ³
Aditivo	0.50	0.50	1.265 kg	0.00105 m ³	0.0372 pie ³
Agua	13.27	13.27	27.969 lts	0.028 m ³	0.988 pie ³



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:20% + S:1.412%

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2285	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	20.9	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.312	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	890	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	278	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	402	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPU
A. Fino Reciclado	:	101	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	514	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	101	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	13	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.45	0.11	0.58	0.11	0.50 lt/pie ³	13.27 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.47	0.13	0.60	0.16	0.50 lt/pie ³	13.27 lt/pie ³

ANEXO 3.4.9

DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$.

DISEÑO DE MEZCLAS (ACI 211)

DISEÑO $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$

DISEÑO POR RESISTENCIA

$$f'_c = \boxed{420} \text{ kg/cm}^2$$

I. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE

01. Tamaño máximo nominal	3/4"
02. Peso específico seco de masa	2640 kg/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1608 kg/m ³
04. Peso Unitario suelto seco	1454 kg/m ³
05. Contenido de humedad	0.566 %
06. Contenido de absorción	1.031 %

II. DATOS DEL AGREGADO FINO - CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO

07. Peso específico seco de masa	2575 kg/m ³
08. Peso unitario seco suelto	1452 kg/m ³
09. Contenido de humedad	1.1 %
10. Contenido de absorción	0.8 %
11. Módulo de fineza (adimensional)	2.825

III. DATOS DEL AGREGADO GRUESO - CONCRETO RECICLADO

12. Proporción de agregado grueso reciclado	20 %
13. Tamaño máximo nominal	1/2"
14. Peso específico seco de masa	2468 kg/m ³
15. Peso Unitario compactado seco	1232 kg/m ³
16. Peso Unitario suelto seco	1084 kg/m ³
17. Contenido de humedad	2.822 %
18. Contenido de absorción	8.820 %

VI. DATOS DEL AGREGADO FINO - CONCRETO RECICLADO

19. Proporción de agregado fino reciclado	20 %
20. Peso específico seco de masa	2128 kg/m ³
21. Peso unitario seco suelto	1269 kg/m ³
22. Contenido de humedad	2.9 %
23. Contenido de absorción	8.7 %
24. Módulo de fineza (adimensional)	3.704

V. DATOS DEL ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE

25. Proporción de aditivo en peso de cemento	250 mL	0.706 %
26. Densidad aparente del aditivo		1.200 gr/cm ³
27. Reducción de agua		20 %

VI. DATOS DE LA MEZCLA

28. Factor de diseño	15 %
29. Resistencia especificada a los 28 días	f'_{cr} 483 kg/cm ²
30. Relación agua cemento	$R^{a/c}$ 0.360
31. Asentamiento	4 pulgadas
32. Volumen unitario del agua: POTABLE DE LA ZONA	204 lt/m ³
33. Contenido de aire atrapado	2.00 %
34. Volumen del agregado grueso	0.617 m ³
35. Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I	3080 kg/m ³

VII. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS, CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA

a. Cemento	566	0.184	Corrección por humedad	
b. Agua	204	0.204	A. Fino	478 kg/m ³
c. Aire	2	0.020	A. Fino Reciclado	101 kg/m ³
d. A. Fino	473	0.184	A. Grueso	799 kg/m ³
e. A. Fino Reciclado	98	0.046	A. Grueso Reciclado	156 kg/m ³
f. A. Grueso	794	0.301	Agua Efectiva	
g. A. Grueso Reciclado	152	0.062	A. Fino	-1.83 Lts
h. Aditivo	3.998	0.003	A. Fino Reciclado	5.77 Lts
	2293	1.000	A. Grueso	3.71 Lts
			A. Grueso Reciclado	9.38 Lts
				17.04 Lts

VIII. RESULTADO FINAL DE DISEÑO (HÚMEDO)

a. Cemento	566 kg/m ³
b. Agua	177 L/m ³
c. A. Fino	478 kg/m ³
d. A. Fino Reciclado	101 kg/m ³
e. A. Grueso	799 kg/m ³
f. A. Grueso Reciclado	156 kg/m ³
g. Aditivo	4 kg/m ³
	2281 kg/m ³

IX. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN (MATERIALES CON HUMEDAD NATURAL)

	Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
POR PESO	1.0	0.84	0.18	1.41	0.28	0.25 lt/pie ³	13.27 lt/pie ³
POR VOLUMEN	1.0	0.87	0.21	1.46	0.38	0.25 lt/pie ³	13.27 lt/pie ³

X. TANDA DE ENSAYO

VOLUMEN = 0.00778 m³

a. Cemento	4.408 kg
b. Agua	1.376 Lts
c. A. Fino	3.723 kg
d. A. Fino Reciclado	0.783 kg
e. A. Grueso	6.219 kg
f. A. Grueso Reciclado	1.217 kg
g. Aditivo	0.031 kg
	<u>17.758 kg</u>

Características de la Mezcla

F/cemento (en bolsas)	=	13.3
R a/c de diseño	=	0.360
R a/c de obra	=	0.312

XI. AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
440	0.440

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	10.16
4	10.16
Litros	0

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11812.40	11812.40
Peso del molde	gr. 5259.00	5259.00
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028727	0.0028727
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2281.30	2281.30
		2281.30

Peso de tanda de ensayo	17.758
Peso unitario de la mezcla teorica	2281
Rendimiento	0.0078

Ajuste de agua de mezclado	277.89
Ajuste de cantidad de cemento	890.03
Ajuste de Agregado Grueso	(húmedo) 512.10
Ajuste de Agregado Grueso Reciclado	(húmedo) 100.26
Ajuste de Agregado Fino	(húmedo) 400.82
Ajuste de Agregado Fino Reciclado	(húmedo) 100.20
Aditivo	6.28
Ajuste por Slum	0
Ajuste de % de Grava	-36

Peso unitario teorico final de la mezcla	2281 kg/m ³	Ra/c final	0.312
Peso unitario de la mezcla corregida	2281 kg/m ³	F. Cemento	20.94
		% de grava	55
		% de arena	45

XII. OBSERVACIONES:

Diseño de Mezcla	f'c = 420 kg/cm ²
Fecha de vaciado	20/04/2018
Tanda	0.10065 m ³

Materiales	Dosificaciones		Tanda		
	Peso	Volumen	Peso	Volumen	
Cemento	1.00	1.00	89.579 kg	0.060 m ³	2.108 pie ³
A. Fino	0.45	0.47	40.341 kg	0.016 m ³	0.553 pie ³
A. Fino Reciclado	0.11	0.13	10.085 kg	0.005 m ³	0.167 pie ³
A. Grueso	0.58	0.60	51.542 kg	0.020 m ³	0.689 pie ³
A. Grueso Reciclado	0.11	0.16	10.090 kg	0.004 m ³	0.144 pie ³
Aditivo	0.25	0.25	0.632 kg	0.00053 m ³	0.0186 pie ³
Agua	13.27	13.27	27.969 lts	0.028 m ³	0.988 pie ³



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

INFORME FINAL

DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:20% + S:0.706%

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2281	kg/m ³
Factor cemento por m ³ de concreto	:	20.9	bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.312	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	:	890	kg/m ³	- PACASMAYO TIPO I
Agua	:	278	lt	- POTABLE DE LA ZONA
A. Fino	:	401	kg/m ³	- CANTERA "LA VICTORIA" - PÁTAPO
A. Fino Reciclado	:	100	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
A. Grueso	:	512	kg/m ³	- CANTERA "TRES TOMAS" - FERREÑAFE
A. Grueso Reciclado	:	100	kg/m ³	- CONCRETO RECICLADO
Aditivo	:	6	kg/m ³	- SIKACEM® PLASTIFICANTE

Proporción en peso:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.45	0.11	0.58	0.11	0.25 lt/pie ³	13.27 lt/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	A. Fino	A.G. Fino	A. Grueso	A.G. Reciclado	Aditivo	Agua
1.00	0.47	0.13	0.60	0.16	0.25 lt/pie ³	13.27 lt/pie ³

**ANEXO 4 ENSAYOS APLICADOS AL
CONCRETO.**

**ANEXO 4.1 ENSAYOS APLICADOS AL CONCRETO EN
ESTADO FRESCO.**

**ANEXO 4.1.1 CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN
DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND. 4A.
EDICIÓN.**

ANEXO 4.1.1.1 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND. 4A. EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.035:2015

N° de ensayo	Descripción	Asentamiento (cm.)
1	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN	10.00
2	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:1.412%	17.00
3	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:0.706%	12.00
4	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:1.412%	21.00
5	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:0.706%	16.00
6	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:1.412%	20.00
7	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:0.706%	16.00
8	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:1.412%	26.00
9	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:0.706%	21.00

ANEXO 4.1.1.2 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND. 4A. EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.035:2015

N° de ensayo	Descripción	Asentamiento (cm.)
10	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN	10.00
11	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:1.412%	16.50
12	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:0.706%	12.00
13	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:1.412%	19.00
14	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:0.706%	18.50
15	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:1.412%	23.00
16	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:0.706%	20.00
17	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:1.412%	25.00
18	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:0.706%	20.50

ANEXO 4.1.1.3 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO - 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND. 4A. EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.035:2015

N° de ensayo	Descripción	Asentamiento (cm.)
19	f _c = 420 kg/cm ² - PATRÓN	9.00
20	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17.00
21	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	12.00
22	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	21.00
23	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16.00
24	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20.00
25	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16.00
26	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	23.00
27	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	19.00

ANEXO 4.1.2 CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO. MÉTODO DE PRESIÓN. 3ª EDICIÓN.

ANEXO 4.1.2.1 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO. MÉTODO DE PRESIÓN. 3ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.080:2017

N° de ensayo	Descripción	Contenido de Aire
1	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN	2.05%
2	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:1.412%	1.86%
3	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:0.706%	1.95%
4	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:1.412%	1.85%
5	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:0.706%	1.95%
6	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:1.412%	1.82%
7	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:0.706%	1.92%
8	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:1.412%	1.81%
9	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:0.706%	1.90%

ANEXO 4.1.2.2 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO. MÉTODO DE PRESIÓN. 3ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.080:2017

N° de ensayo	Descripción	Contenido de Aire
10	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN	2.15%
11	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:1.412%	1.89%
12	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:0.706%	1.98%
13	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:1.412%	1.88%
14	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:0.706%	1.98%
15	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:1.412%	1.85%
16	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:0.706%	1.95%
17	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:1.412%	1.84%
18	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:0.706%	1.93%

ANEXO 4.1.2.3 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO. MÉTODO DE PRESIÓN. 3ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.080:2017

N° de ensayo	Descripción	Contenido de Aire
19	f _c = 420 kg/cm ² - PATRÓN	2.10%
20	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	1.84%
21	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	1.93%
22	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	1.83%
23	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	1.93%
24	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	1.80%
25	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	1.90%
26	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	1.79%
27	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	1.88%

**ANEXO 4.1.3 CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA
DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO. 2ª
EDICIÓN.**

ANEXO 4.1.3.1 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO. 2ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.184:2013

Nº de ensayo	Descripción	Temperatura Promedio
1	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN	24.3°C
2	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:1.412%	27.8°C
3	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:0.706%	27.0°C
4	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:1.412%	27.0°C
5	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:0.706%	26.3°C
6	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:1.412%	26.3°C
7	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:0.706%	25.5°C
8	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:1.412%	25.3°C
9	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:0.706%	25.0°C

ANEXO 4.1.3.2 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO. 2ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.184:2013

Nº de ensayo	Descripción	Temperatura Promedio
10	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN	25.0°C
11	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:1.412%	27.8°C
12	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:0.706%	27.0°C
13	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:1.412%	27.0°C
14	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:0.706%	26.3°C
15	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:1.412%	26.3°C
16	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:0.706%	25.5°C
17	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:1.412%	25.3°C
18	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:0.706%	25.3°C

ANEXO 4.1.3.3 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO. 2ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.184:2013

Nº de ensayo	Descripción	Temperatura Promedio
19	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN	25.5°C
20	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:1.412%	27.8°C
21	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:0.706%	27.0°C
22	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:1.412%	27.5°C
23	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:0.706%	27.0°C
24	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:1.412%	27.0°C
25	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:0.706%	26.3°C
26	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:1.412%	26.3°C
27	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:0.706%	25.5°C

ANEXO 4.1.4 HORMIGÓN (CONCRETO). MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD (PESO UNITARIO), RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) DEL HORMIGÓN (CONCRETO).

ANEXO 4.1.4.1 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : HORMIGÓN (CONCRETO). MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD (PESO UNITARIO), RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) DEL HORMIGÓN (CONCRETO).

REFERENCIA : NTP 339.046:2008

N° de ensayo	Descripción	Peso Unitario del concreto
1	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN	2308.93 kg/m^3
2	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:1.412%	2189.48 kg/m^3
3	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:0.706%	2186.60 kg/m^3
4	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:1.412%	2213.31 kg/m^3
5	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:0.706%	2210.43 kg/m^3
6	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:1.412%	2235.04 kg/m^3
7	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:0.706%	2232.15 kg/m^3
8	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:1.412%	2255.10 kg/m^3
9	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:0.706%	2252.22 kg/m^3

ANEXO 4.1.4.2 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : HORMIGÓN (CONCRETO). MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD (PESO UNITARIO), RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) DEL HORMIGÓN (CONCRETO).

REFERENCIA : NTP 339.046:2008

N° de ensayo	Descripción	Peso Unitario del concreto
10	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN	2319.79 kg/m^3
11	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:1.412%	2206.76 kg/m^3
12	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:0.706%	2203.39 kg/m^3
13	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:1.412%	2229.20 kg/m^3
14	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:0.706%	2225.84 kg/m^3
15	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:1.412%	2249.56 kg/m^3
16	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:0.706%	2246.19 kg/m^3
17	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:1.412%	2268.26 kg/m^3
18	$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:0.706%	2264.89 kg/m^3

ANEXO 4.1.4.3 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : HORMIGÓN (CONCRETO). MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD (PESO UNITARIO), RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) DEL HORMIGÓN (CONCRETO).

REFERENCIA : NTP 339.046:2008

N° de ensayo	Descripción	Peso Unitario del concreto
19	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - PATRÓN	2333.86 kg/m ³
20	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:1.412%	2229.14 kg/m ³
21	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:80% - S:0.706%	2225.14 kg/m ³
22	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:1.412%	2249.78 kg/m ³
23	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:60% - S:0.706%	2245.78 kg/m ³
24	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:1.412%	2268.37 kg/m ³
25	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:40% - S:0.706%	2264.37 kg/m ³
26	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:1.412%	2285.29 kg/m ³
27	$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - CR:20% - S:0.706%	2281.30 kg/m ³

ANEXO 4.1.5 CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN. 4ª EDICIÓN.

ANEXO 4.1.5.1 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN. 4ª EDICIÓN.

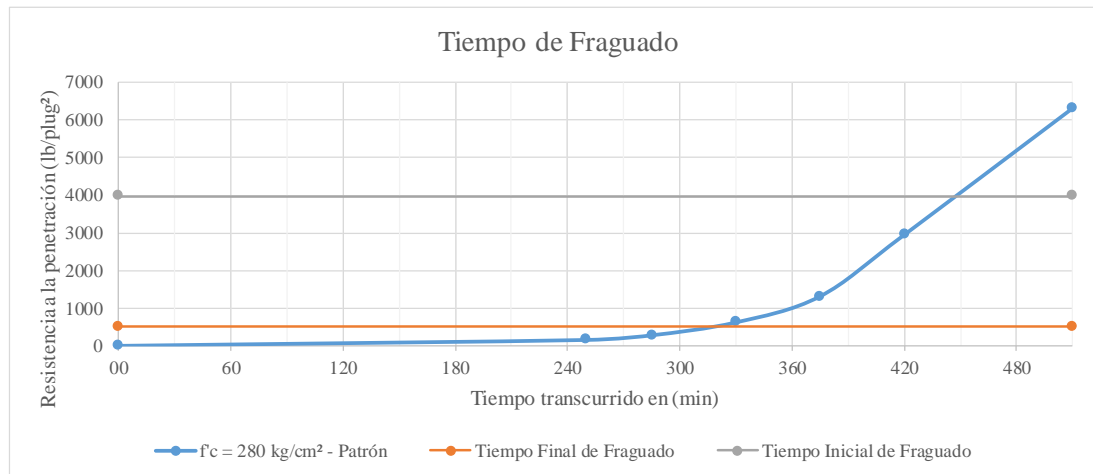
REFERENCIA : NTP 339.082:2017

Nº de ensayo	Identificación	TF _{inicial} (min)	Tf _{final} (min)
1	Diseño f'c = 280 kg/cm ² – patrón	315	436
2	Diseño f'c = 280 kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	563	665
3	Diseño f'c = 280 kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	354	535
4	Diseño f'c = 280 kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	650	734
5	Diseño f'c = 280 kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	466	584
6	Diseño f'c = 280 kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	691	842
7	Diseño f'c = 280 kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	575	702
8	Diseño f'c = 280 kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	774	928
9	Diseño f'c = 280 kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	649	808

ANEXO 4.1.5.1.1 DISEÑO PATRÓN - $f'c = 280 \text{ kg-cm}^2$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja N°	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)			m1	m2		
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	07:20	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	11:30	04:10	250	1	1.000	156	156	156	156
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	12:05	04:45	285	2	0.500	140	139	140	279
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	12:50	05:30	330	3	0.250	140	170	155	620
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	13:35	06:15	375	4	0.100	128	134	131	1310
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	14:20	07:00	420	5	0.050	142	152	147	2940
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	15:50	08:30	510	6	0.025	146	169	158	6300

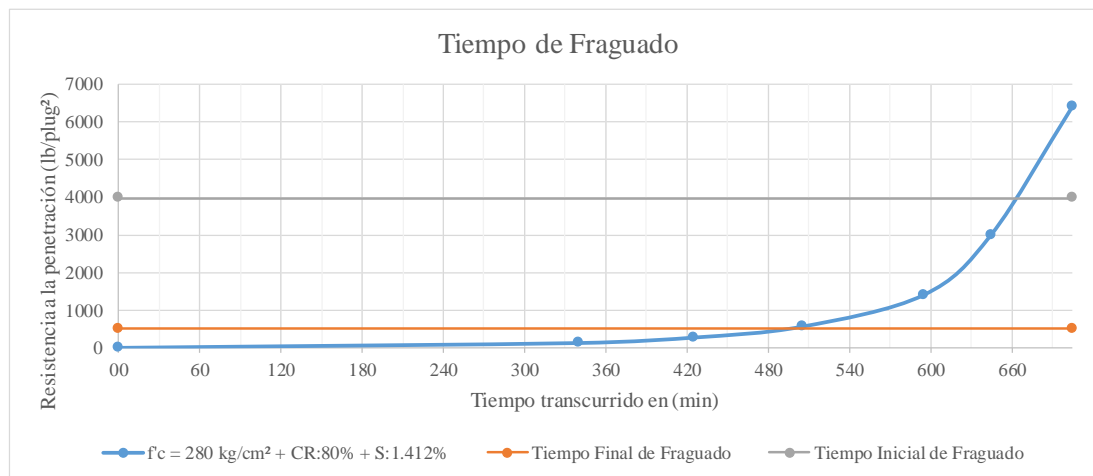


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 315 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 436 min

ANEXO 4.1.5.1.2 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	07:45	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	13:25	05:40	340	1	1.000	125	130	128	128
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	14:50	07:05	425	2	0.500	137	135	136	272
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	16:10	08:25	505	3	0.250	140	140	140	560
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	17:40	09:55	595	4	0.100	140	140	140	1400
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	18:30	10:45	645	5	0.050	150	150	150	3000
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	19:30	11:45	705	6	0.025	160	160	160	6400

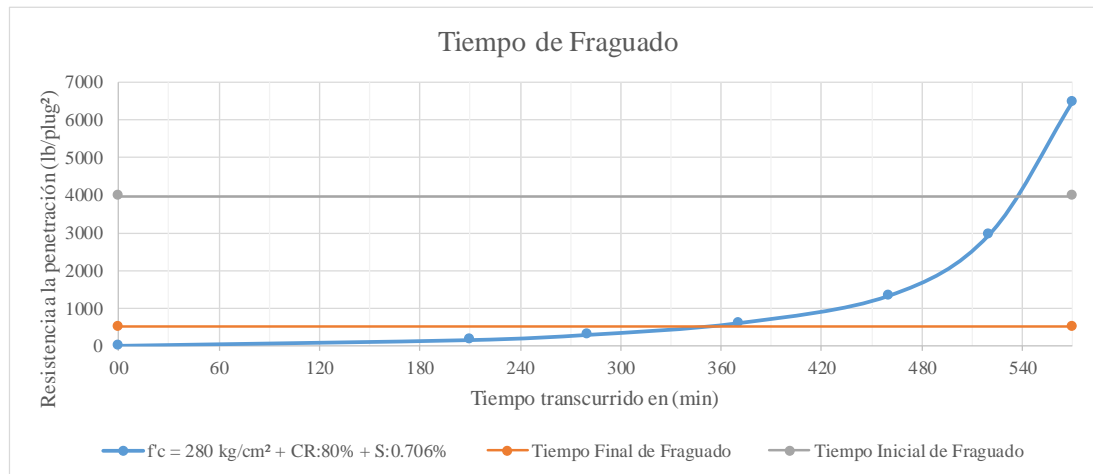


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 563 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 665 min

ANEXO 4.1.5.1.3 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área	Fuerza (lb)		Fuerza	Resistencia
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°	(pulg ²)	m1	m2	promedio	(lb/pulg ²)
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	08:00	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	11:30	03:30	210	1	1.000	155	150	153	153
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	12:40	04:40	280	2	0.500	145	145	145	290
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	14:10	06:10	370	3	0.250	150	150	150	600
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	15:40	07:40	460	4	0.100	130	135	133	1325
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	16:40	08:40	520	5	0.050	142	152	147	2940
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	17:30	09:30	570	6	0.025	155	169	162	6480

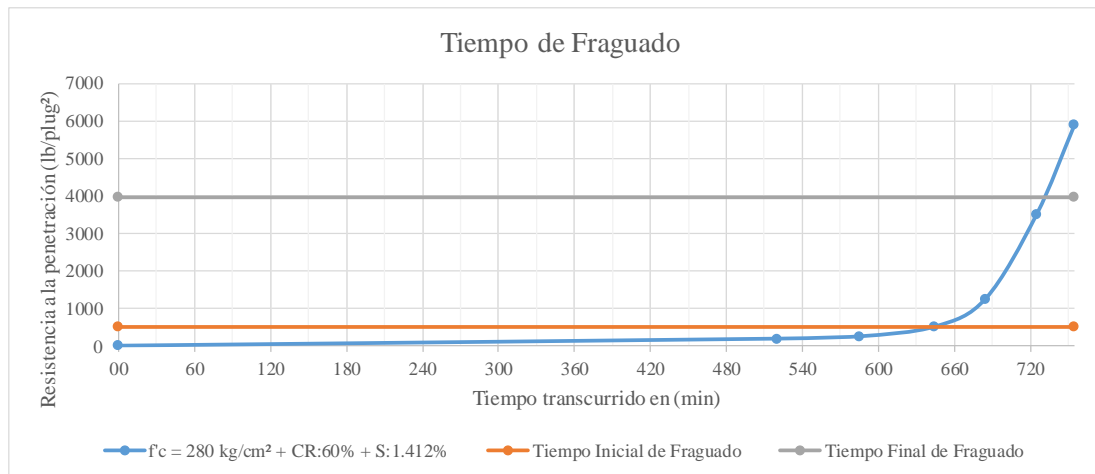


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 354 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 535 min

ANEXO 4.1.5.1.4 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área	Fuerza (lb)		Fuerza	Resistencia
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°	(pulg²)	m1	m2	promedio	(lb/pulg²)
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	08:15	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	16:55	08:40	520	1	1.000	187	188	188	188
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	18:00	09:45	585	2	0.500	120	128	124	248
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	19:00	10:45	645	3	0.250	130	126	128	512
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	19:40	11:25	685	4	0.100	132	120	126	1260
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	20:20	12:05	725	5	0.050	172	177	175	3490
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	20:50	12:35	755	6	0.025	144	150	147	5880

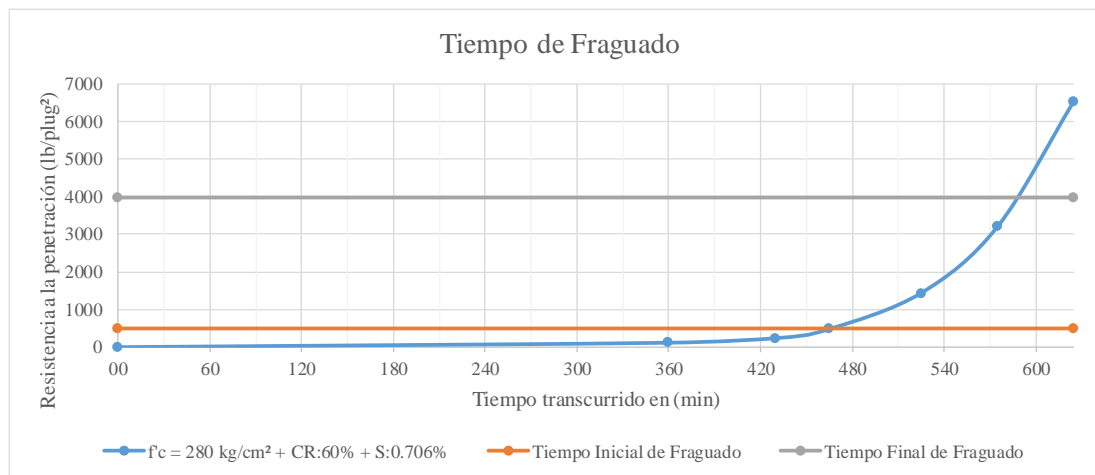


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 650 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 734 min

ANEXO 4.1.5.1.5 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	08:30	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 60\%} + \text{S: 0.706\%}$	14:30	06:00	360	1	1.000	115	120	118	118
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 60\%} + \text{S: 0.706\%}$	15:40	07:10	430	2	0.500	116	123	120	239
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 60\%} + \text{S: 0.706\%}$	16:15	07:45	465	3	0.250	120	120	120	480
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 60\%} + \text{S: 0.706\%}$	17:15	08:45	525	4	0.100	143	144	144	1435
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 60\%} + \text{S: 0.706\%}$	18:05	09:35	575	5	0.050	160	160	160	3200
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 60\%} + \text{S: 0.706\%}$	18:55	10:25	625	6	0.025	161	166	164	6540

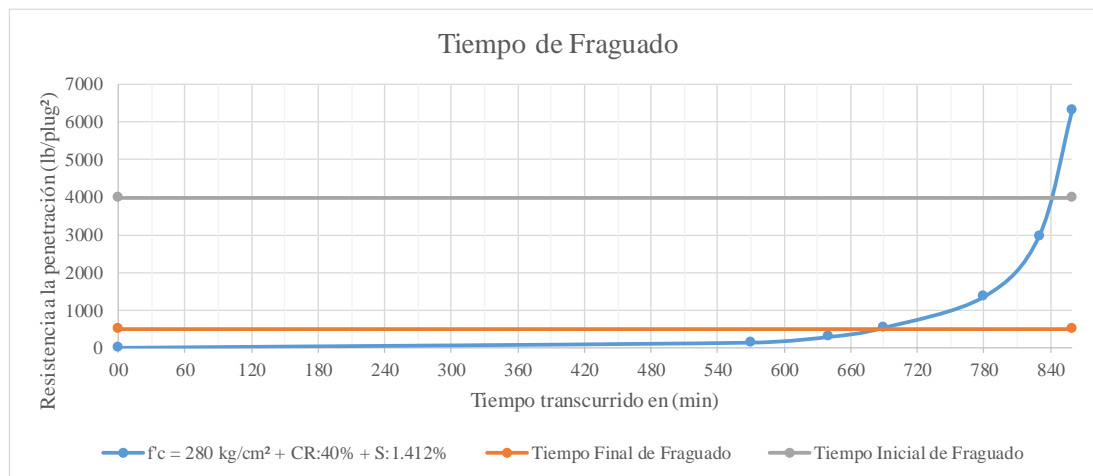


- Tiempo de grafuado inicial
TFi: 466 min
- Tiempo de grafuado final
TFj: 584 min

ANEXO 4.1.5.1.6 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	08:45	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	18:15	09:30	570	1	1.000	140	135	138	138
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	19:25	10:40	640	2	0.500	142	145	144	287
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	20:15	11:30	690	3	0.250	130	135	133	530
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	21:45	13:00	780	4	0.100	135	134	135	1345
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	22:35	13:50	830	5	0.050	150	145	148	2950
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	23:05	14:20	860	6	0.025	155	160	158	6300

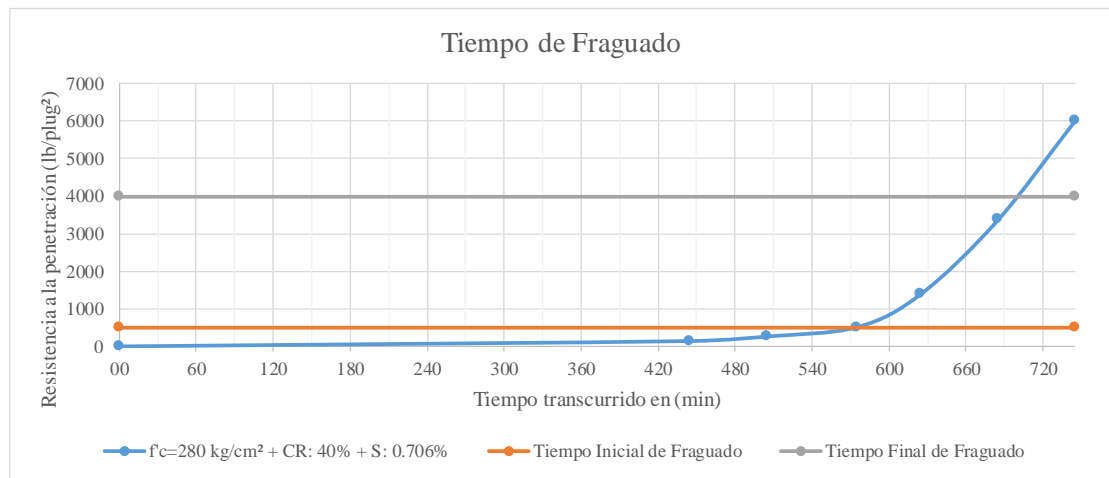


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 691 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 842 min

ANEXO 4.1.5.1.7 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja N°	Área (pulg²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)			m1	m2		
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 40\%} + \text{S: 0.706\%}$	09:00	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 40\%} + \text{S: 0.706\%}$	16:25	07:25	445	1	1.000	140	145	143	143
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 40\%} + \text{S: 0.706\%}$	17:25	08:25	505	2	0.500	130	135	133	265
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 40\%} + \text{S: 0.706\%}$	18:35	09:35	575	3	0.250	130	126	128	512
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 40\%} + \text{S: 0.706\%}$	19:25	10:25	625	4	0.100	140	140	140	1400
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 40\%} + \text{S: 0.706\%}$	20:25	11:25	685	5	0.050	160	177	169	3370
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR: 40\%} + \text{S: 0.706\%}$	21:25	12:25	745	6	0.025	150	150	150	6000

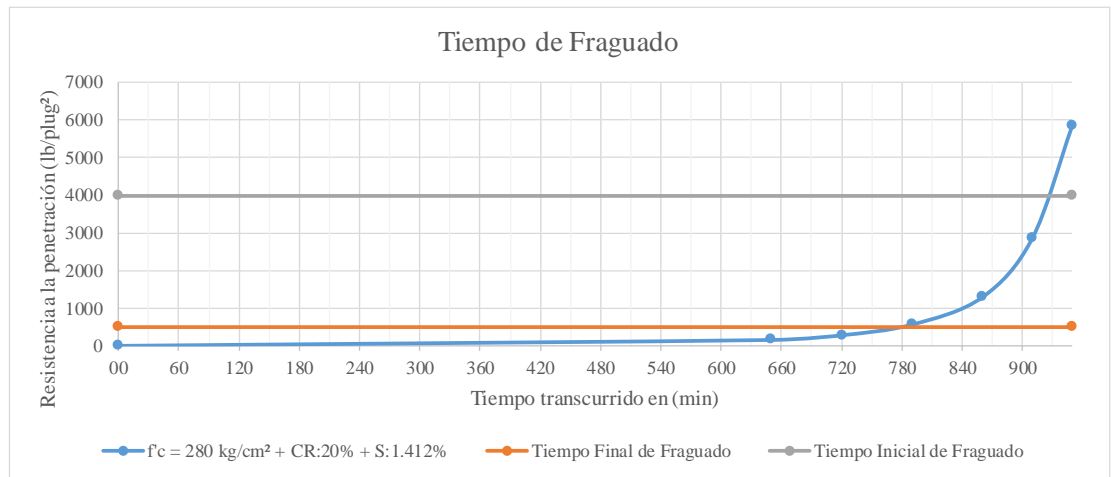


- Tiempo de grafuado inicial
TFi: 575 min
- Tiempo de grafuado final
TFj: 702 min

ANEXO 4.1.5.1.8 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	09:15	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	20:05	10:50	650	1	1.000	156	156	156	156
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	21:15	12:00	720	2	0.500	140	140	140	280
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	22:25	13:10	790	3	0.250	140	140	140	560
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	23:35	14:20	860	4	0.100	128	128	128	1280
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	00:25	15:10	910	5	0.050	142	142	142	2840
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	01:05	15:50	950	6	0.025	146	146	146	5840

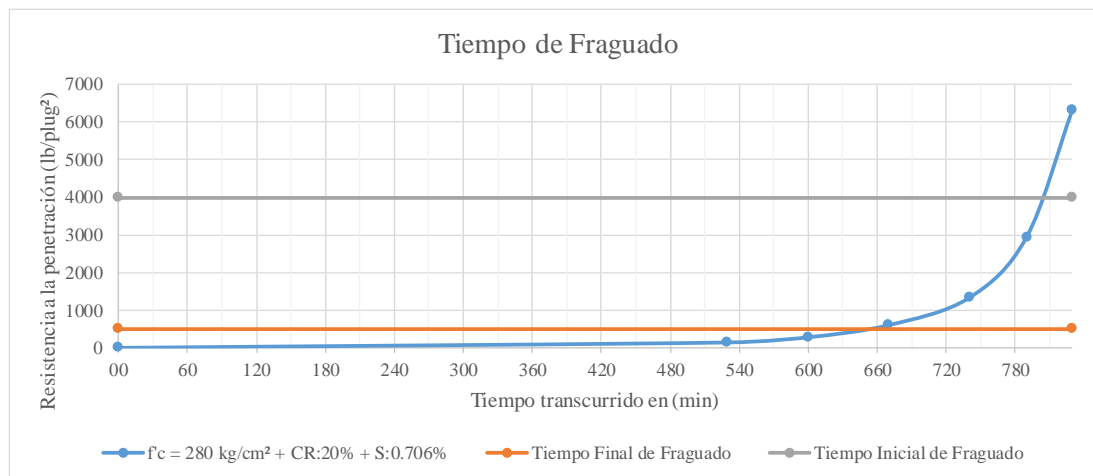


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 774 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 928 min

ANEXO 4.1.5.1.9 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	09:30	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	18:20	08:50	530	1	1.000	140	145	143	143
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	19:30	10:00	600	2	0.500	140	140	140	280
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	20:40	11:10	670	3	0.250	150	150	150	600
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	21:50	12:20	740	4	0.100	130	134	132	1320
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	22:40	13:10	790	5	0.050	150	142	146	2920
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	23:20	13:50	830	6	0.025	146	169	158	6300



- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 649 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 808 min

ANEXO 4.1.5.2 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN. 4ª EDICIÓN.

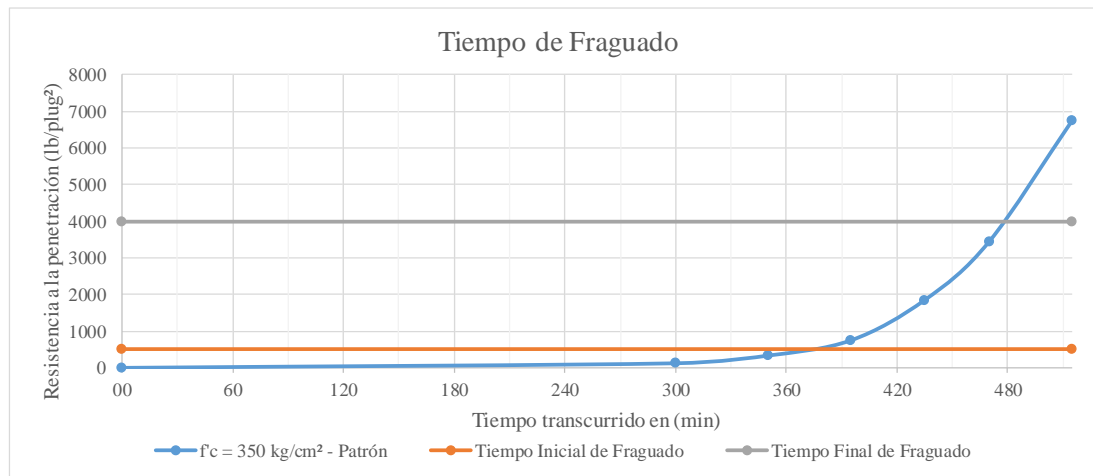
REFERENCIA : NTP 339.082:2017

Nº de ensayo	Identificación	TF _{inicial} (min)	Tf _{final} (min)
10	Diseño f'c = 350 kg/cm ² – patrón	376	475
11	Diseño f'c = 350 kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	437	627
12	Diseño f'c = 350 kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	307	503
13	Diseño f'c = 350 kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	627	717
14	Diseño f'c = 350 kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	440	579
15	Diseño f'c = 350 kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	645	808
16	Diseño f'c = 350 kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	525	661
17	Diseño f'c = 350 kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	741	894
18	Diseño f'c = 350 kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	611	769

ANEXO 4.1.5.2.1 DISEÑO PATRÓN - $f'c = 350 \text{ kg-cm}^2$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	09:50	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	14:50	05:00	300	1	1.000	132	117	125	125
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	15:40	05:50	350	2	0.500	170	164	167	334
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	16:25	06:35	395	3	0.250	192	183	188	750
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	17:05	07:15	435	4	0.100	190	180	185	1850
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	17:40	07:50	470	5	0.050	172	173	173	3450
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	18:25	08:35	515	6	0.025	172	166	169	6760

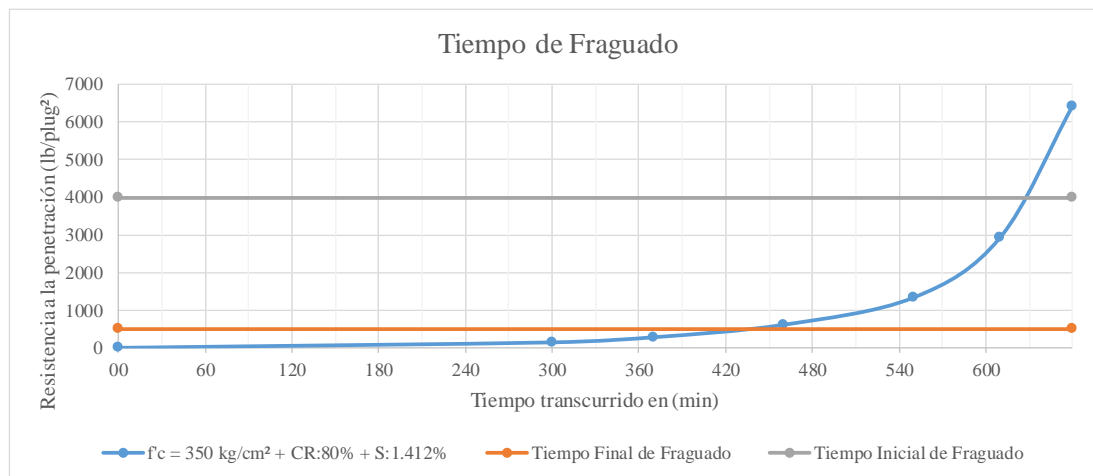


- Tiempo de grafuado inicial
TFi: 376 min
- Tiempo de grafuado final
TFj: 475 min

ANEXO 4.1.5.2.2 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja N°	Área (pulg²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)			m1	m2		
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	10:15	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	15:15	05:00	300	1	1.000	140	150	145	145
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	16:25	06:10	370	2	0.500	140	140	140	280
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	17:55	07:40	460	3	0.250	155	150	153	610
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	19:25	09:10	550	4	0.100	132	134	133	1330
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	20:25	10:10	610	5	0.050	142	150	146	2920
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	21:15	11:00	660	6	0.025	160	160	160	6400

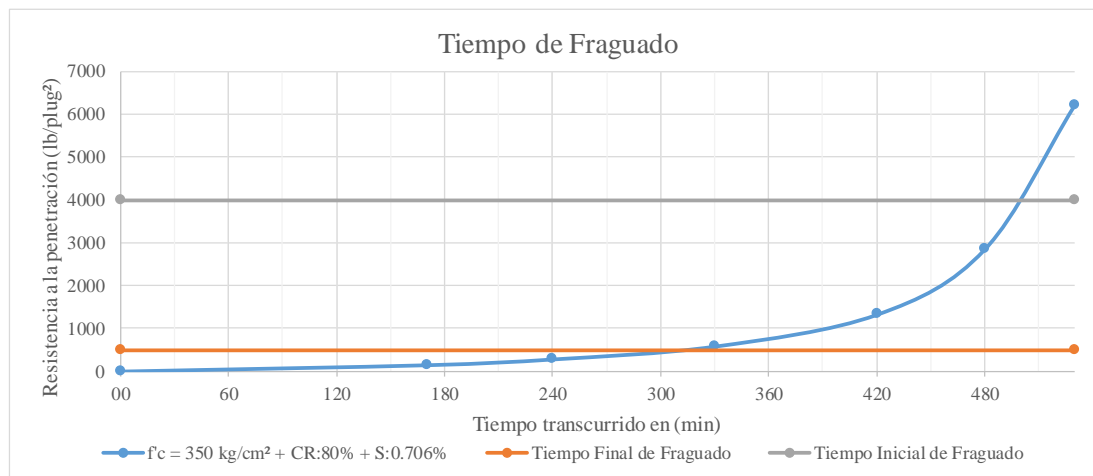


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 437 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 627 min

ANEXO 4.1.5.2.3 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja N°	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)			m1	m2		
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	10:30	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	13:20	02:50	170	1	1.000	145	150	148	148
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	14:30	04:00	240	2	0.500	140	142	141	282
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	16:00	05:30	330	3	0.250	140	150	145	580
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	17:30	07:00	420	4	0.100	130	134	132	1320
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	18:30	08:00	480	5	0.050	142	142	142	2840
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	19:20	08:50	530	6	0.025	150	160	155	6200

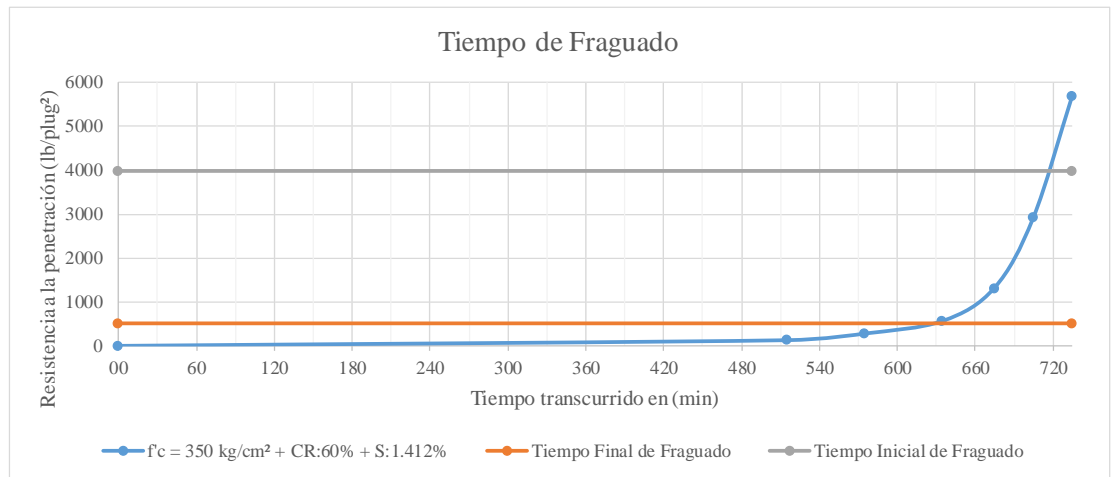


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 307 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 503 min

ANEXO 4.1.5.2.4 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	10:45	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	19:20	08:35	515	1	1.000	128	130	129	129
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	20:20	09:35	575	2	0.500	140	140	140	280
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	21:20	10:35	635	3	0.250	138	145	142	566
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	22:00	11:15	675	4	0.100	130	134	132	1320
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	22:30	11:45	705	5	0.050	142	150	146	2920
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	23:00	12:15	735	6	0.025	140	145	143	5700

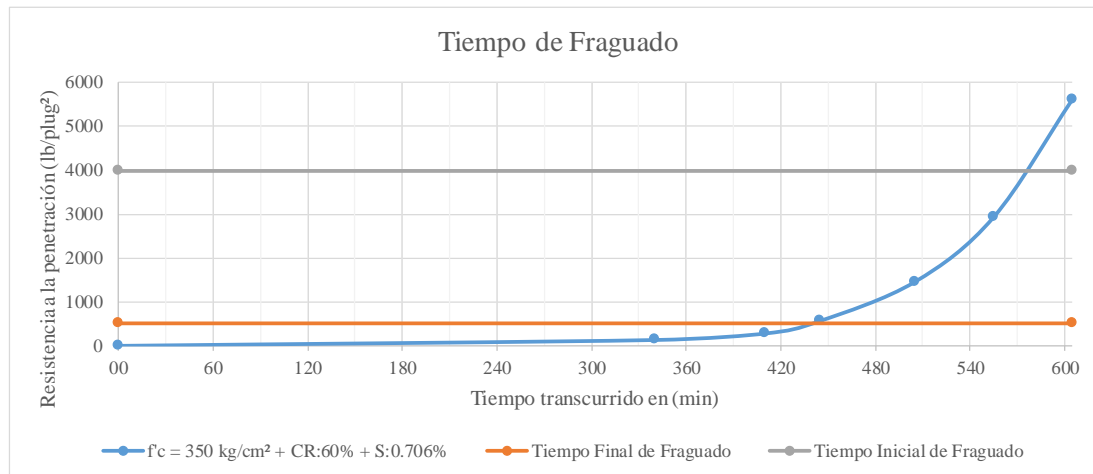


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 627 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 717 min

ANEXO 4.1.5.2.5 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja N°	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)			m1	m2		
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	11:00	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	16:40	05:40	340	1	1.000	135	130	133	133
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	17:50	06:50	410	2	0.500	140	139	140	279
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	18:25	07:25	445	3	0.250	142	140	141	564
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	19:25	08:25	505	4	0.100	145	145	145	1450
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	20:15	09:15	555	5	0.050	142	150	146	2920
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	21:05	10:05	605	6	0.025	140	140	140	5600

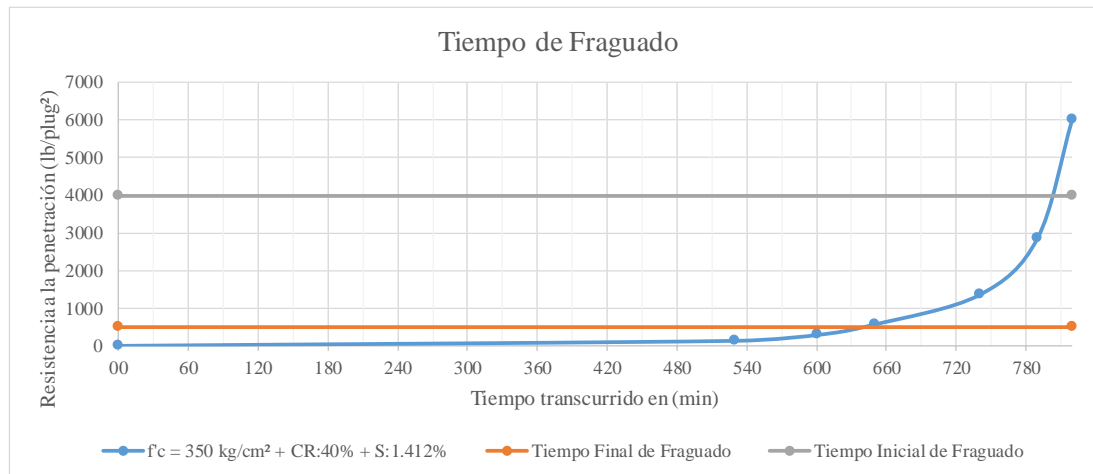


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 440 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 579 min

ANEXO 4.1.5.2.6 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	11:15	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	20:05	08:50	530	1	1.000	130	135	133	133
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	21:15	10:00	600	2	0.500	145	140	143	285
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	22:05	10:50	650	3	0.250	140	142	141	564
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	23:35	12:20	740	4	0.100	135	134	135	1345
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	00:25	13:10	790	5	0.050	142	142	142	2840
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	00:55	13:40	820	6	0.025	150	150	150	6000

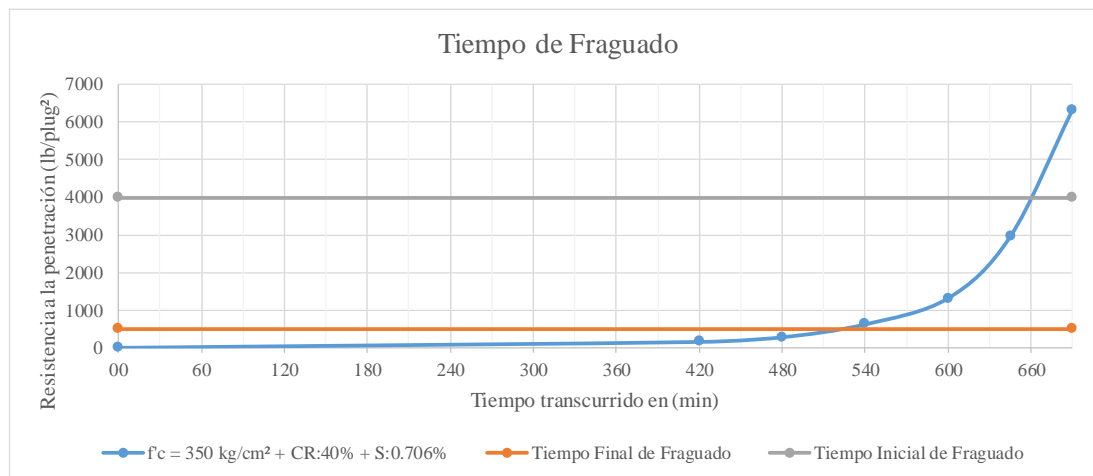


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 645 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 808 min

ANEXO 4.1.5.2.7 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	11:30	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	18:30	07:00	420	1	1.000	156	156	156	156
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	19:30	08:00	480	2	0.500	140	139	140	279
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	20:30	09:00	540	3	0.250	140	170	155	620
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	21:30	10:00	600	4	0.100	128	134	131	1310
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	22:15	10:45	645	5	0.050	142	152	147	2940
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	23:00	11:30	690	6	0.025	146	169	158	6300

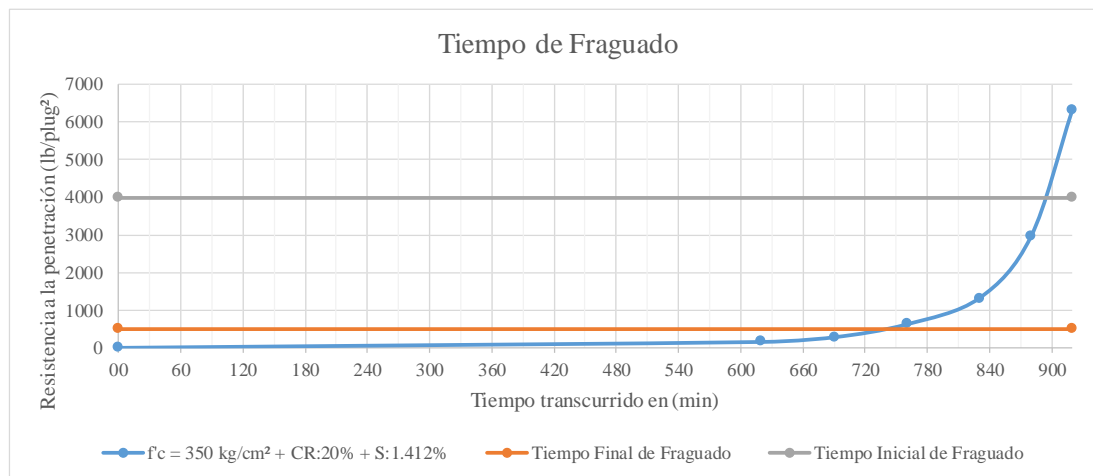


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 525 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 661 min

ANEXO 4.1.5.2.8 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	11:45	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	22:05	10:20	620	1	1.000	156	156	156	156
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	23:15	11:30	690	2	0.500	140	139	140	279
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	00:25	12:40	760	3	0.250	140	170	155	620
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	01:35	13:50	830	4	0.100	128	134	131	1310
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	02:25	14:40	880	5	0.050	142	152	147	2940
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	03:05	15:20	920	6	0.025	146	169	158	6300

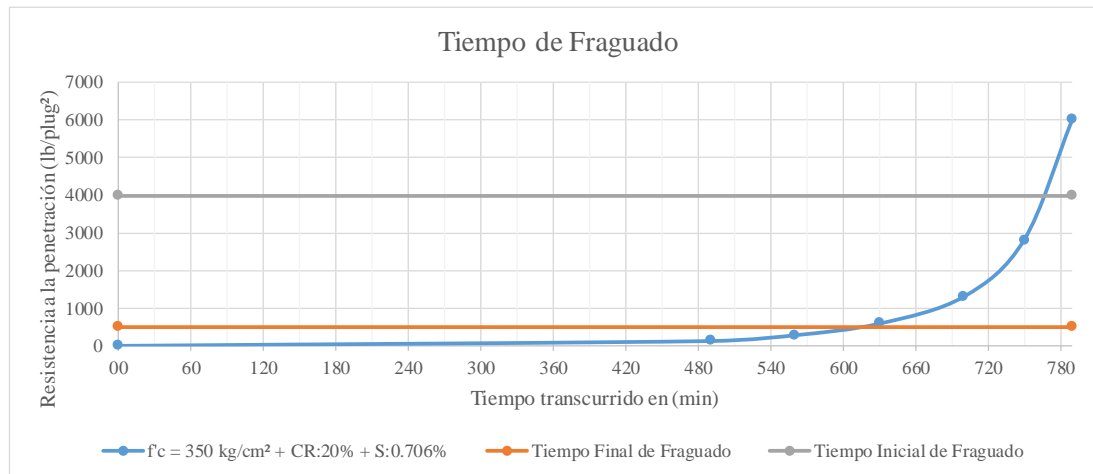


- Tiempo de grafuado inicial
TFi: 741 min
- Tiempo de grafuado final
TFj: 894 min

ANEXO 4.1.5.2.9 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	12:00	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	20:10	08:10	490	1	1.000	128	126	127	127
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	21:20	09:20	560	2	0.500	140	140	140	280
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	22:30	10:30	630	3	0.250	138	155	147	586
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	23:40	11:40	700	4	0.100	130	130	130	1300
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	00:30	12:30	750	5	0.050	140	140	140	2800
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	01:10	13:10	790	6	0.025	150	150	150	6000



- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 611 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 769 min

ANEXO 4.1.5.3 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

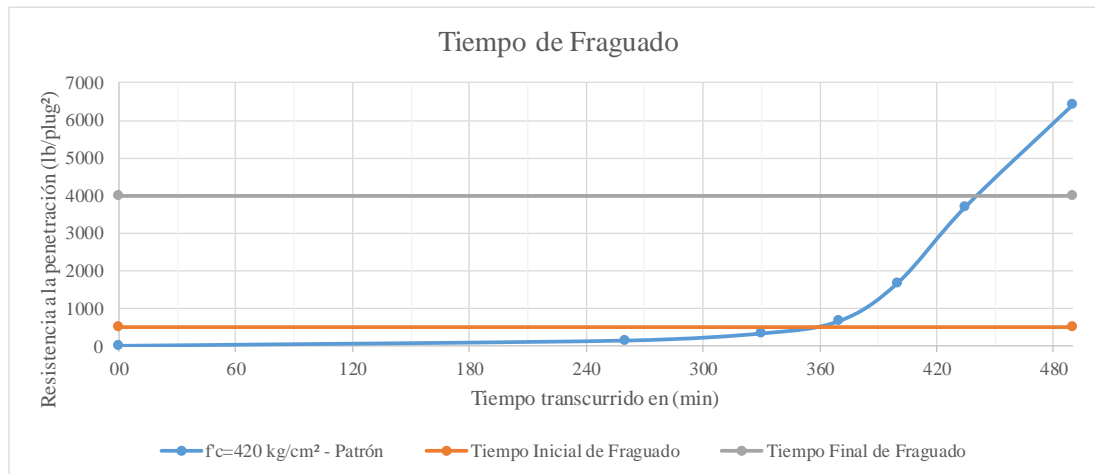
TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.082:2017

Nº de ensayo	Identificación	TF _{inicial} (min)	Tf _{final} (min)
19	Diseño f'c = 420 kg/cm ² – patrón	362	435
20	Diseño f'c = 420 kg/cm ² + CR:80% + S:1.412%	420	621
21	Diseño f'c = 420 kg/cm ² + CR:80% + S:0.706%	276	474
22	Diseño f'c = 420 kg/cm ² + CR:60% + S:1.412%	582	695
23	Diseño f'c = 420 kg/cm ² + CR:60% + S:0.706%	423	554
24	Diseño f'c = 420 kg/cm ² + CR:40% + S:1.412%	611	777
25	Diseño f'c = 420 kg/cm ² + CR:40% + S:0.706%	516	645
26	Diseño f'c = 420 kg/cm ² + CR:20% + S:1.412%	718	874
27	Diseño f'c = 420 kg/cm ² + CR:20% + S:0.706%	578	742

ANEXO 4.1.5.3.1 DISEÑO PATRÓN - $f'c = 420 \text{ kg-cm}^2$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c=420 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	12:25	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c=420 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	16:45	04:20	260	1	1.000	140	140	140	140
$f'c=420 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	17:55	05:30	330	2	0.500	166	162	164	328
$f'c=420 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	18:35	06:10	370	3	0.250	166	164	165	660
$f'c=420 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	19:05	06:40	400	4	0.100	164	170	167	1670
$f'c=420 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	19:40	07:15	435	5	0.050	190	180	185	3700
$f'c=420 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	20:35	08:10	490	6	0.025	160	160	160	6400



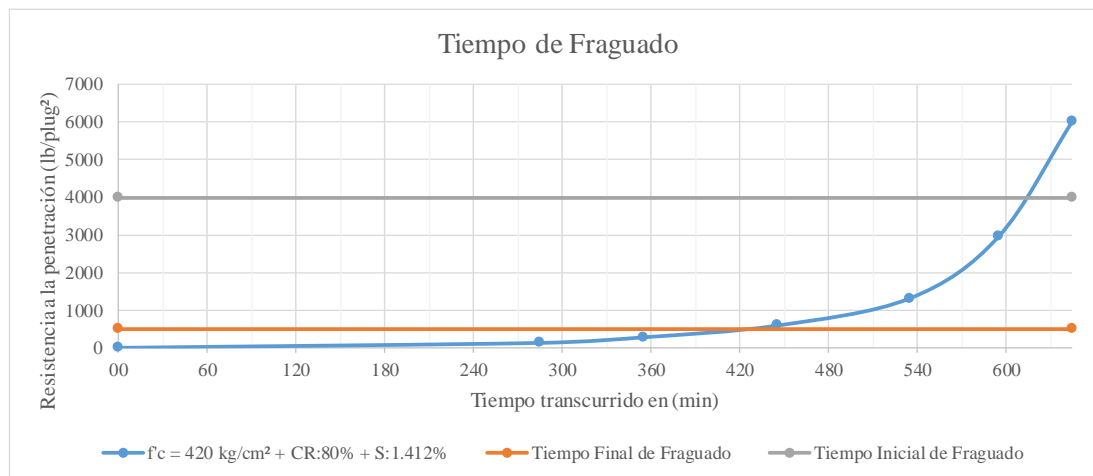
- Tiempo de grafuado inicial
TFi: 362 min

- Tiempo de grafuado final
TFj: 435 min

ANEXO 4.1.5.3.2 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	13:00	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	17:45	04:45	285	1	1.000	128	134	131	131
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	18:55	05:55	355	2	0.500	140	139	140	279
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	20:25	07:25	445	3	0.250	142	152	147	588
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	21:55	08:55	535	4	0.100	128	134	131	1310
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	22:55	09:55	595	5	0.050	142	152	147	2940
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$	23:45	10:45	645	6	0.025	150	150	150	6000

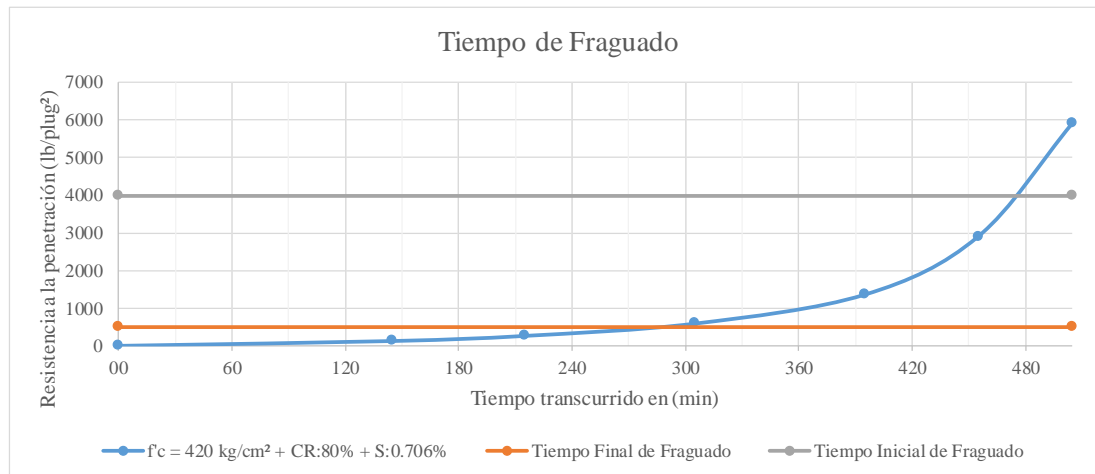


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 420 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 621 min

ANEXO 4.1.5.3.3 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	13:15	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	15:40	02:25	145	1	1.000	128	128	128	128
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	16:50	03:35	215	2	0.500	132	132	132	264
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	18:20	05:05	305	3	0.250	145	150	148	590
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	19:50	06:35	395	4	0.100	136	136	136	1360
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	20:50	07:35	455	5	0.050	145	145	145	2900
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$	21:40	08:25	505	6	0.025	146	150	148	5920

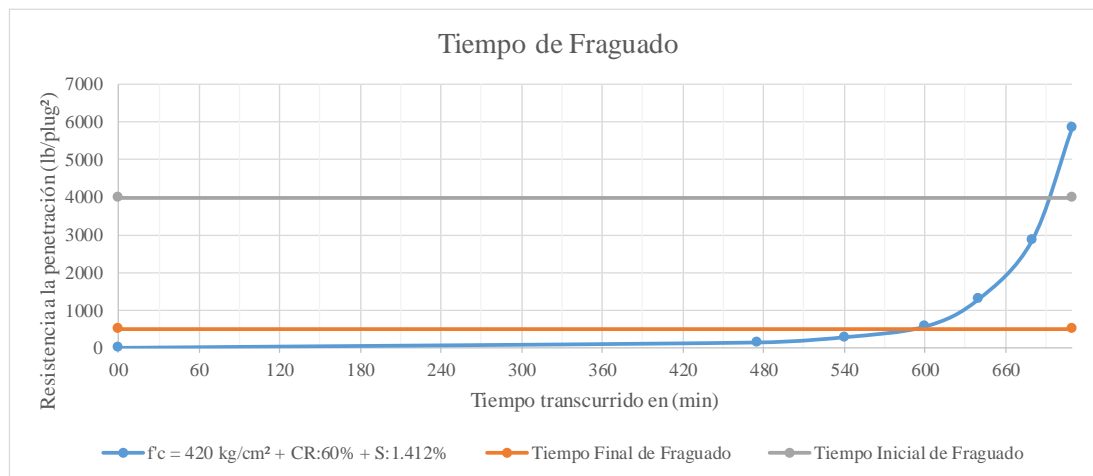


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 276 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 474 min

ANEXO 4.1.5.3.4 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	13:30	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	21:25	07:55	475	1	1.000	142	142	142	142
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	22:30	09:00	540	2	0.500	140	140	140	280
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	23:30	10:00	600	3	0.250	140	140	140	560
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	00:10	10:40	640	4	0.100	128	128	128	1280
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	00:50	11:20	680	5	0.050	142	142	142	2840
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$	01:20	11:50	710	6	0.025	146	146	146	5840

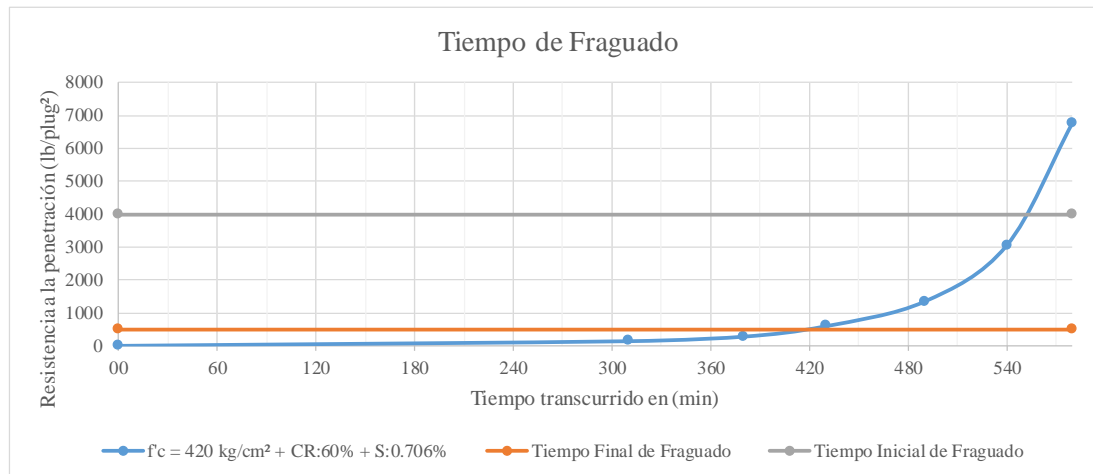


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 582 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 695 min

ANEXO 4.1.5.3.5 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	Nº		m1	m2		
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	13:45	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	18:55	05:10	310	1	1.000	142	140	141	141
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	20:05	06:20	380	2	0.500	139	139	139	278
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	20:55	07:10	430	3	0.250	145	152	149	594
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	21:55	08:10	490	4	0.100	134	134	134	1340
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	22:45	09:00	540	5	0.050	152	152	152	3040
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$	23:25	09:40	580	6	0.025	169	169	169	6760

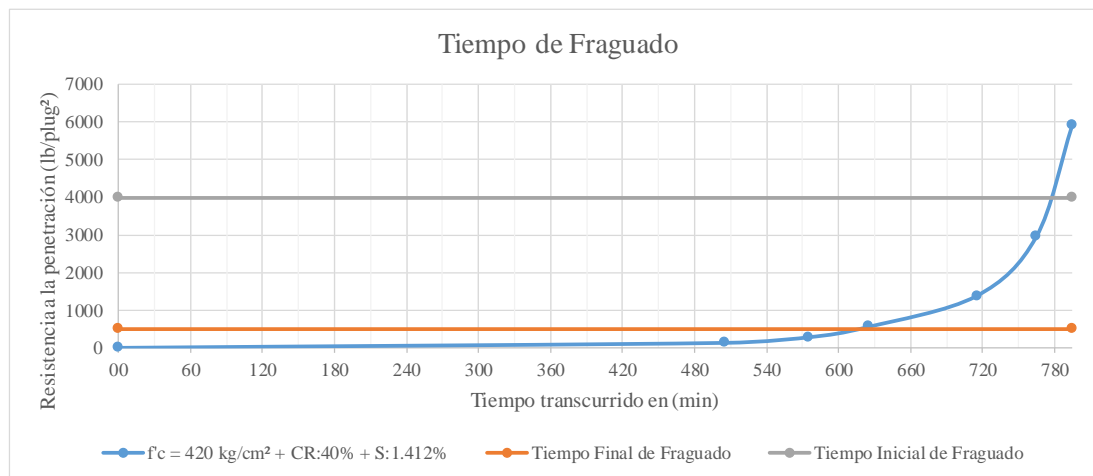


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 423 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 554 min

ANEXO 4.1.5.3.6 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	14:00	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	22:25	08:25	505	1	1.000	132	132	132	132
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	23:35	09:35	575	2	0.500	140	140	140	280
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	00:25	10:25	625	3	0.250	138	140	139	556
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	01:55	11:55	715	4	0.100	135	140	138	1375
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	02:45	12:45	765	5	0.050	145	150	148	2950
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$	03:15	13:15	795	6	0.025	146	150	148	5920

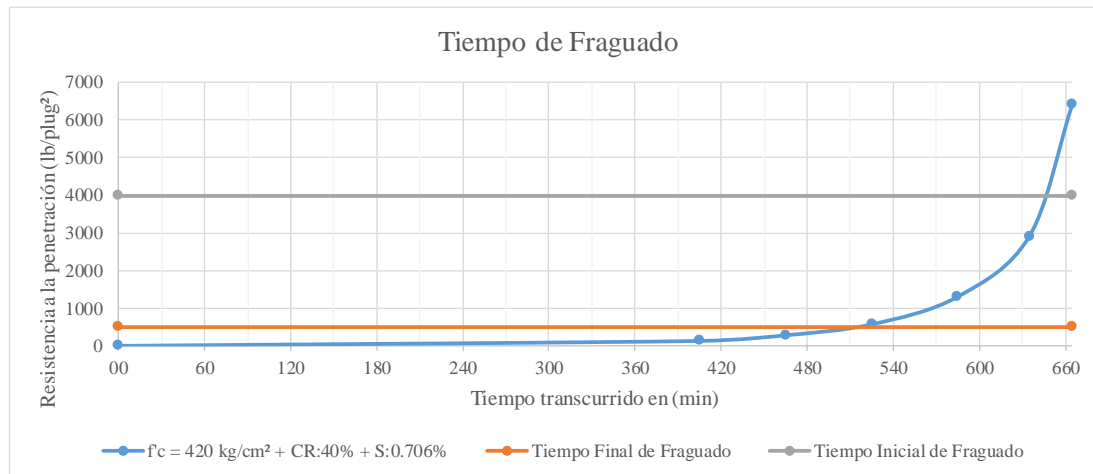


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 611 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 777 min

ANEXO 4.1.5.3.7 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja N°	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)			m1	m2		
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	14:15	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	21:00	06:45	405	1	1.000	130	130	130	130
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	22:00	07:45	465	2	0.500	140	140	140	280
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	23:00	08:45	525	3	0.250	142	142	142	568
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	00:00	09:45	585	4	0.100	130	130	130	1300
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	00:50	10:35	635	5	0.050	145	145	145	2900
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$	01:20	11:05	665	6	0.025	160	160	160	6400

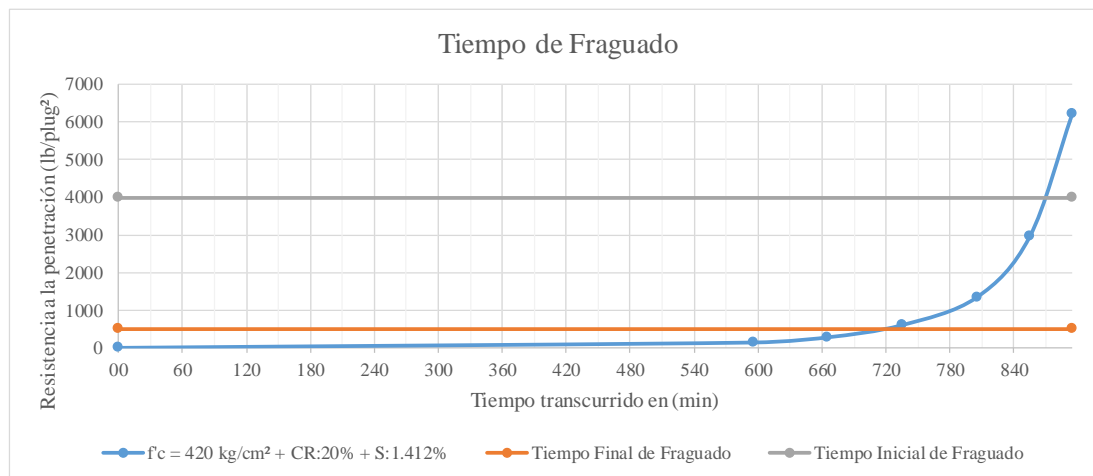


- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 516 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 645 min

ANEXO 4.1.5.3.8 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	14:30	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	00:25	09:55	595	1	1.000	140	142	141	141
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	01:35	11:05	665	2	0.500	138	139	139	277
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	02:45	12:15	735	3	0.250	140	160	150	600
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	03:55	13:25	805	4	0.100	132	134	133	1330
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	04:45	14:15	855	5	0.050	142	152	147	2940
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$	05:25	14:55	895	6	0.025	150	160	155	6200



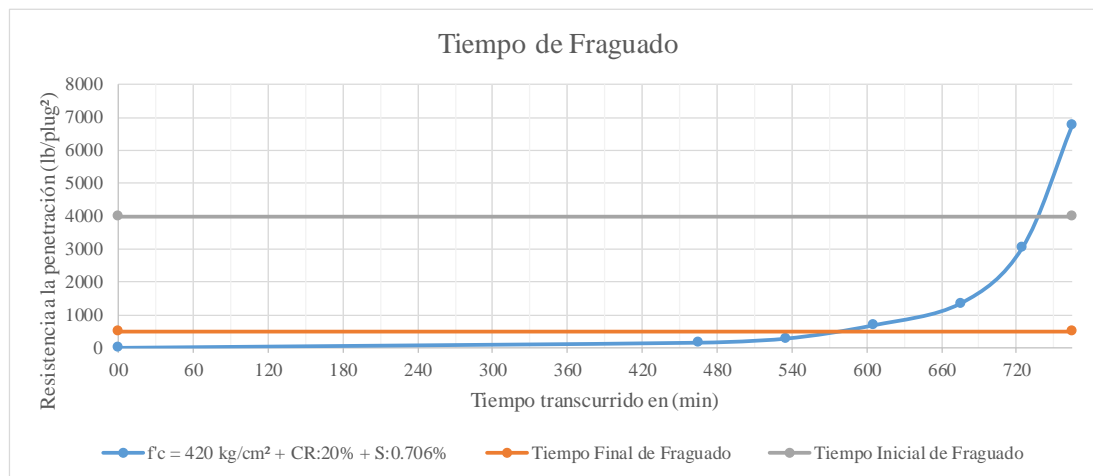
- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 718 min

- Tiempo de grafuado final
 TFj: 874 min

ANEXO 4.1.5.3.9 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.082:2017

Identificación	Tiempo Real	Tiempo Absoluto	Tiempo Absoluto	Aguja	Área (pulg ²)	Fuerza (lb)		Fuerza promedio	Resistencia (lb/pulg ²)
	(hor:min)	(hor:min)	(min)	N°		m1	m2		
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	15:00	00:00	00	-	-	-	-	0	0
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	22:45	07:45	465	1	1.000	156	156	156	156
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	23:55	08:55	535	2	0.500	139	139	139	278
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	01:05	10:05	605	3	0.250	170	170	170	680
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	02:15	11:15	675	4	0.100	134	134	134	1340
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	03:05	12:05	725	5	0.050	152	152	152	3040
$f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$	03:45	12:45	765	6	0.025	169	169	169	6760



- Tiempo de grafuado inicial
 TFi: 578 min
 - Tiempo de grafuado final
 TFj: 742 min

**ANEXO 4.1.6 CONCRETO. MÉTODOS DE ENSAYO NORMALIZADOS
PARA EXUDACIÓN DEL CONCRETO. 3ª EDICIÓN.**

ANEXO 4.1.6.1 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODOS DE ENSAYO NORMALIZADOS PARA EXUDACIÓN DEL CONCRETO. 3ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.077:2013
 MÉTODO A

No.	Identificación	Tiempo para cese de exudación (min)	Velocidad de exudación (ml/cm ²)	Exudación (%)
1	f'c =280 kg/cm ² - PATRÓN	275	0.187	3.739
2	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	550	0.591	10.338
3	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	550	0.547	9.622
4	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	575	0.600	10.793
5	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	575	0.515	9.320
6	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	600	0.688	12.724
7	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	575	0.631	11.743
8	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	575	0.698	13.268
9	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	600	0.665	12.698

ANEXO 4.1.6.2 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODOS DE ENSAYO NORMALIZADOS PARA EXUDACIÓN DEL CONCRETO. 3ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.077:2013
MÉTODO A

No.	Identificación	Tiempo para cese de exudación (min)	Velocidad de exudación (ml/cm ²)	Exudación (%)
10	f _c =350 kg/cm ² - PATRÓN	300	0.187	3.754
11	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	550	0.591	10.387
12	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	575	0.547	9.667
13	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	575	0.600	10.842
14	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	575	0.515	9.363
15	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	575	0.688	12.780
16	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	575	0.631	11.794
17	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	600	0.698	13.325
18	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	575	0.665	12.752

ANEXO 4.1.6.3 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODOS DE ENSAYO NORMALIZADOS PARA EXUDACIÓN DEL CONCRETO. 3ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.077:2013
MÉTODO A

No.	Identificación	Tiempo para cese de exudación (min)	Velocidad de exudación (ml/cm ²)	Exudación (%)
19	f _c =420 kg/cm ² - PATRÓN	300	0.187	3.757
20	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	550	0.591	10.405
21	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	575	0.547	9.683
22	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	575	0.600	10.858
23	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	575	0.515	9.377
24	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	575	0.688	12.797
25	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	600	0.631	11.873
26	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	600	0.698	13.341
27	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	575	0.665	12.767

**ANEXO 4.2 ENSAYOS APLICADOS AL CONCRETO EN
ESTADO ENDURECIDO.**

**ANEXO 4.2.1 CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA
LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.**

ANEXO 4.2.1.1 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
1	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	19/04/2018	3	195
2	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	19/04/2018	3	118
3	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	19/04/2018	3	207
4	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	23/04/2018	7	217
5	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	23/04/2018	7	140
6	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	23/04/2018	7	229
7	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	30/04/2018	14	260
8	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	30/04/2018	14	184
9	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	30/04/2018	14	272
10	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	14/05/2018	28	286
11	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	14/05/2018	28	281
12	f'c=280 kg/cm ² - PATRÓN	16/04/2018	14/05/2018	28	281

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
13	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	178
14	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	178
15	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	176
16	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	210
17	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	210
18	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	207
19	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	252
20	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	254
21	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	246
22	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	327
23	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	310
24	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	302

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
25	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	174
26	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	167
27	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	174
28	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	197
29	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	198
30	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	196
31	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	240
32	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	244
33	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	236
34	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	295
35	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	288
36	f'c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	299

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
37	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	196
38	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	196
39	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	193
40	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	227
41	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	227
42	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	221
43	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	269
44	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	265
45	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	262
46	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	374
47	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	365
48	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	363
49	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	185

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
50	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	190
51	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	168
52	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	210
53	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	213
54	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	196
55	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	261
56	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	252
57	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	252
58	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	353
59	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	341
60	f'c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	363

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm²
61	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	210
62	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	208
63	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	210
64	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	252
65	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	258
66	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	253
67	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	296
68	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	288
69	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	299
70	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	370
71	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	369
72	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	377

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm²
73	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	195
74	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	195
75	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	196
76	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	229
77	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	229
78	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	225
79	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	261
80	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	252
81	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	256
82	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	370
83	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	343
84	f'c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	352

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
85	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	216
86	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	214
87	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	215
88	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	264
89	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	257
90	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	261
91	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	284
92	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	280
93	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	280
94	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	374
95	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	364
96	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	376

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

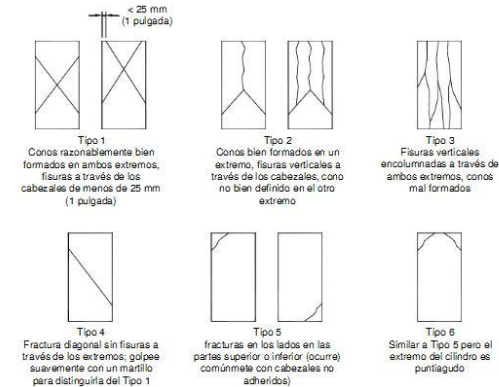
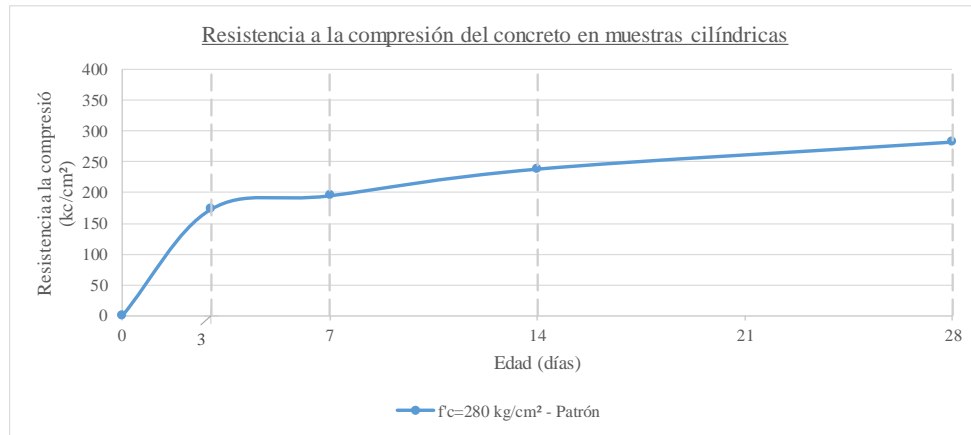
TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm²
97	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	210
98	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	202
99	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	206
100	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	230
101	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	234
102	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	228
103	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	267
104	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	266
105	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	262
106	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	285
107	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	345
108	f'c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	379

ANEXO 4.2.1.1.1 DISEÑO PATRÓN - f'c = 280 kg-cm².

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

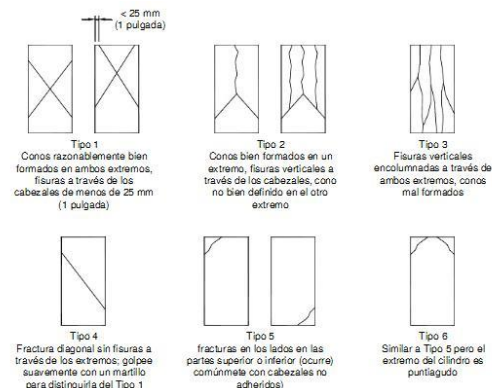
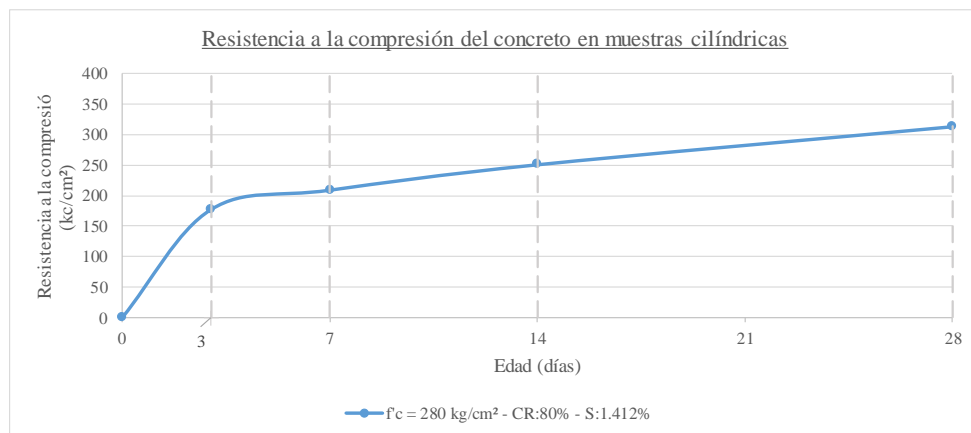
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm ²)	f'c prom (kg/cm ²)	f'c diseño (kg/cm ²)	% de resistencia
01	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	19/04/2018	3	30.550	15.190	2.011	1.000	35309	2	195			
02	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	19/04/2018	3	30.500	15.198	2.007	1.000	21452	2	118	173	280	62%
03	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	19/04/2018	3	30.500	15.240	2.001	1.000	37687	3	207			
04	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	23/04/2018	7	30.550	15.187	2.012	1.000	39309	2	217			
05	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	23/04/2018	7	30.475	15.207	2.004	1.000	25452	3	140	195	280	70%
06	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	23/04/2018	7	30.450	15.217	2.001	1.000	41687	2	229			
07	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	30/04/2018	14	30.550	15.234	2.005	1.000	47309	2	260			
08	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	30/04/2018	14	30.500	15.230	2.003	1.000	33452	3	184	239	280	85%
09	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	30/04/2018	14	30.700	15.256	2.012	1.000	49687	5	272			
10	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	14/05/2018	28	30.500	15.269	1.998	1.000	52268	2	286			
11	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	14/05/2018	28	30.450	15.249	1.997	1.000	51284	2	281	283	280	101%
12	f'c=280 kg/cm ² - Patrón	16/04/2018	14/05/2018	28	30.450	15.237	1.998	1.000	51142	5	281			



ANEXO 4.2.1.1.2 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

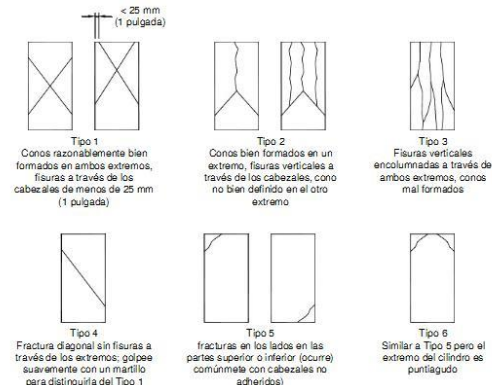
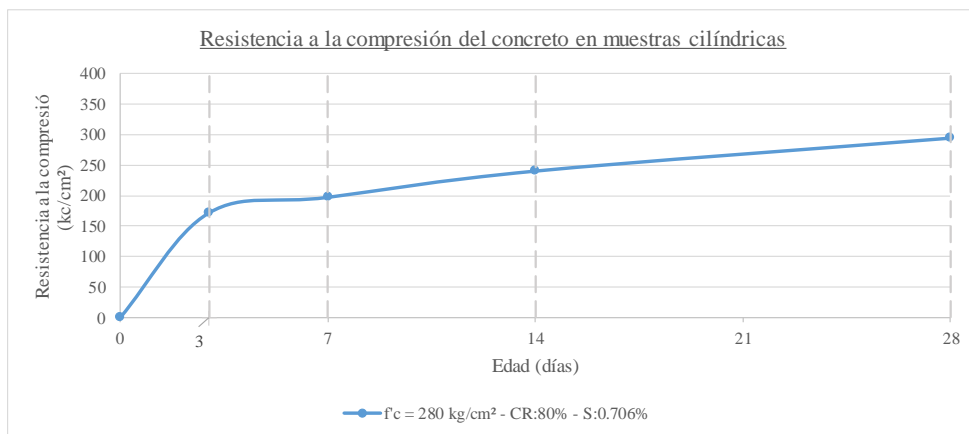
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
13	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.550	15.206	2.009	1.000	32396	2	178			
14	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.550	15.248	2.004	1.000	32575	2	178	177	280	63%
15	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.650	15.281	2.006	1.000	32350	2	176			
16	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.550	15.207	2.009	1.000	38138	2	210			
17	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.450	15.192	2.004	1.000	38063	2	210	209	280	75%
18	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.550	15.206	2.009	1.000	37625	2	207			
19	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.550	15.248	2.004	1.000	46014	2	252			
20	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.650	15.281	2.006	1.000	46529	2	254	251	280	90%
21	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.350	15.263	1.989	0.999	45080	2	246			
22	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.550	15.190	2.011	1.000	59268	2	327			
23	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.500	15.198	2.007	1.000	56284	2	310	313	280	112%
24	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.500	15.240	2.001	1.000	55142	2	302			



ANEXO 4.2.1.1.3 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + CR:80\% + S:0.706\%$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

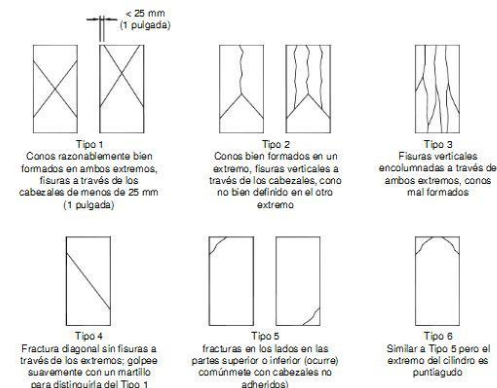
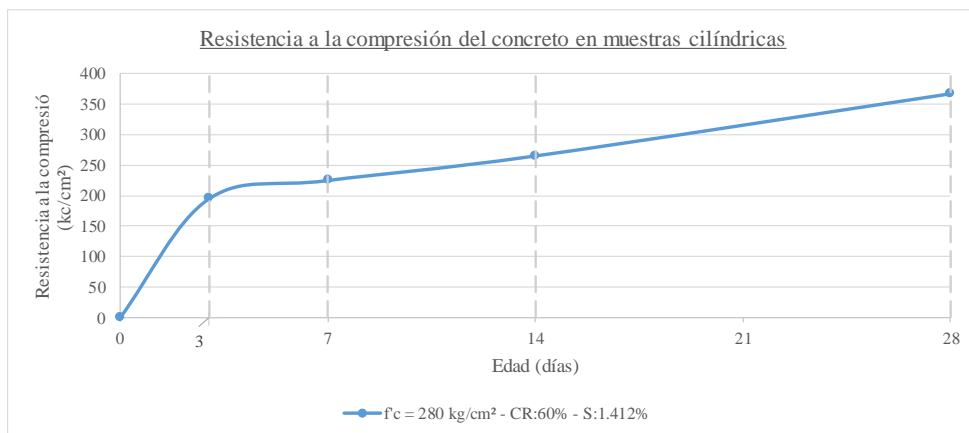
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
25	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.550	15.224	2.007	1.000	31599	2	174			
26	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.500	15.240	2.001	1.000	30415	2	167	172	280	61%
27	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.450	15.222	2.000	1.000	31590	3	174			
28	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.500	15.212	2.005	1.000	35730	3	197			
29	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.400	15.193	2.001	1.000	35965	2	198	197	280	70%
30	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.300	15.198	1.994	0.999	35519	3	196			
31	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.500	15.186	2.008	1.000	43398	2	240			
32	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.550	15.239	2.005	1.000	44620	5	244	240	280	86%
33	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.650	15.253	2.010	1.000	43068	2	236			
34	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.550	15.210	2.009	1.000	53569	2	295			
35	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.400	15.248	1.994	1.000	52598	3	288	294	280	105%
36	f'c = 280 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.450	15.242	1.998	1.000	54590	2	299			



ANEXO 4.2.1.1.4 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

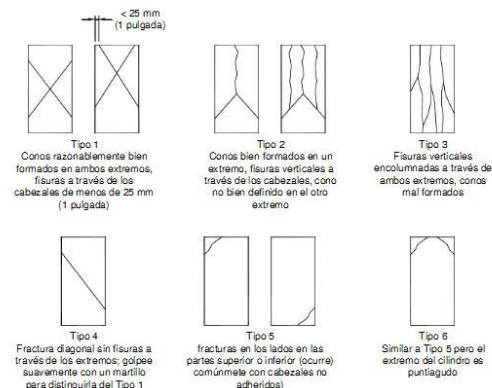
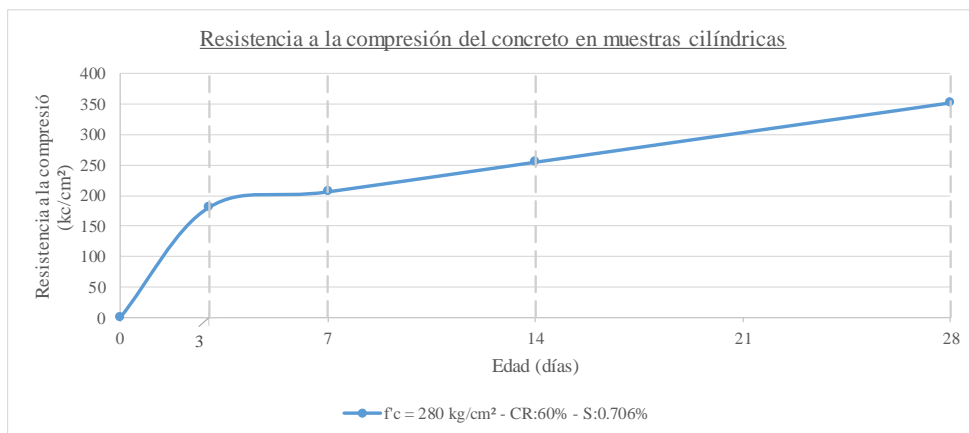
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
37	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.450	15.256	1.996	1.000	35826	2	196			
38	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.550	15.245	2.004	1.000	35709	2	196	195	280	70%
39	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.500	15.235	2.002	1.000	35219	3	193			
40	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.575	15.201	2.011	1.000	41160	2	227			
41	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.450	15.245	1.997	1.000	41369	3	227	225	280	80%
42	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.600	15.254	2.006	1.000	40436	2	221			
43	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.500	15.242	2.001	1.000	49045	3	269			
44	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.550	15.237	2.005	1.000	48225	2	265	265	280	95%
45	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.500	15.233	2.002	1.000	47722	2	262			
46	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.550	15.266	2.001	1.000	68446	5	374			
47	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.300	15.253	1.987	0.999	66830	2	365	367	280	131%
48	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.450	15.258	1.996	1.000	66285	5	363			



ANEXO 4.2.1.1.5 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

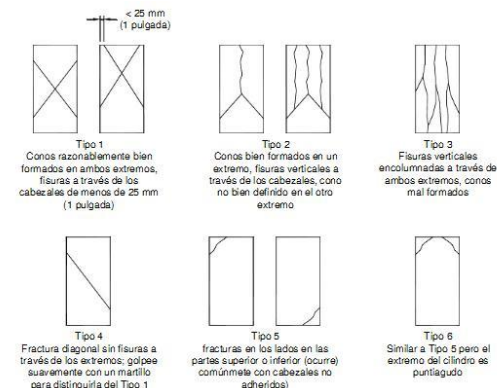
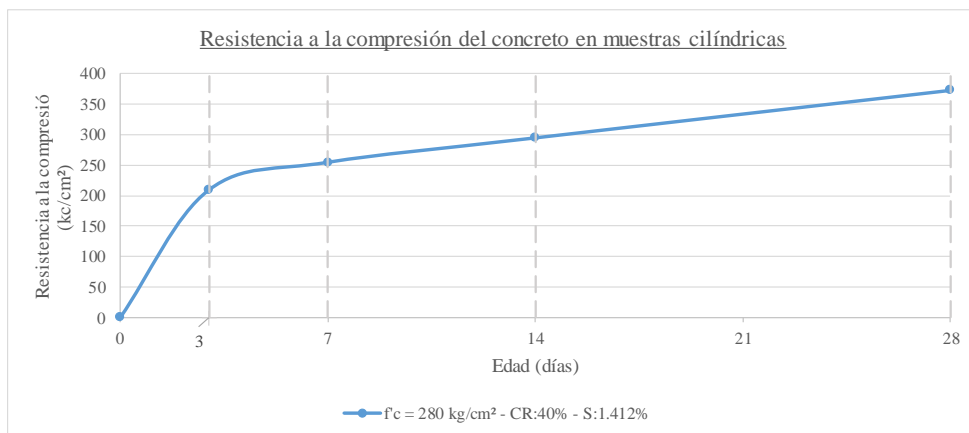
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
49	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.550	15.210	2.009	1.000	33636	5	185			
50	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.400	15.248	1.994	1.000	34765	5	190	181	280	65%
51	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.450	15.242	1.998	1.000	30651	6	168			
52	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.425	15.231	1.998	1.000	38262	6	210			
53	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.300	15.210	1.992	0.999	38662	6	213	206	280	74%
54	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.450	15.237	1.998	1.000	35804	6	196			
55	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.450	15.248	1.997	1.000	47644	6	261			
56	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.550	15.249	2.003	1.000	46019	5	252	255	280	91%
57	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.400	15.240	1.995	1.000	46011	5	252			
58	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.400	15.245	1.994	1.000	64413	3	353			
59	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.400	15.257	1.993	0.999	62403	3	341	352	280	126%
60	f'c = 280 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.300	15.260	1.986	0.999	66493	3	363			



ANEXO 4.2.1.1.6 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + CR:40\% + S:1.412\%$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

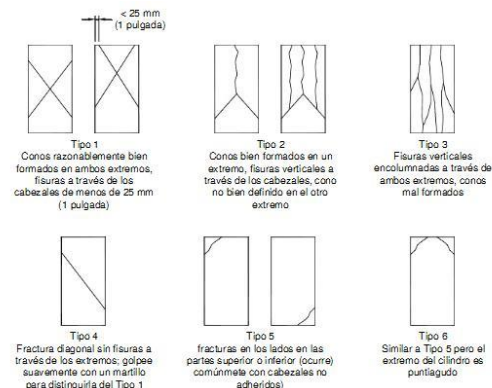
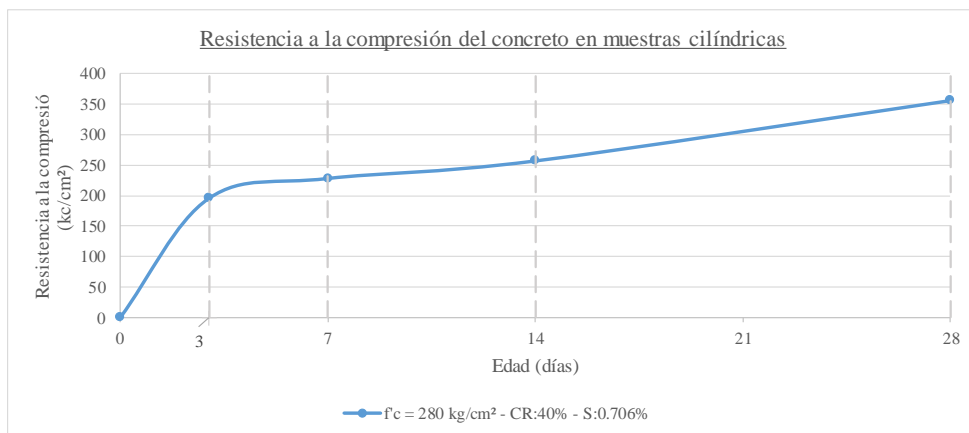
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
61	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.550	15.224	2.007	1.000	38224	3	210			
62	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.500	15.240	2.001	1.000	37884	3	208	209	280	75%
63	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.450	15.222	2.000	1.000	38185	3	210			
64	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.500	15.212	2.005	1.000	45799	3	252			
65	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.400	15.193	2.001	1.000	46700	3	258	254	280	91%
66	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.300	15.198	1.994	0.999	46033	3	253			
67	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.500	15.186	2.008	1.000	53569	3	296			
68	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.550	15.239	2.005	1.000	52598	3	288	294	280	105%
69	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.650	15.253	2.010	1.000	54590	3	299			
70	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.350	15.248	1.990	0.999	67575	3	370			
71	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.350	15.249	1.990	0.999	67529	3	369	372	280	133%
72	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.350	15.274	1.987	0.999	69240	3	377			



ANEXO 4.2.1.1.7 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + CR:40\% + S:0.706\%$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

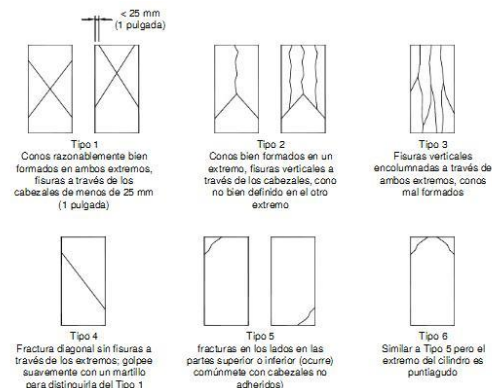
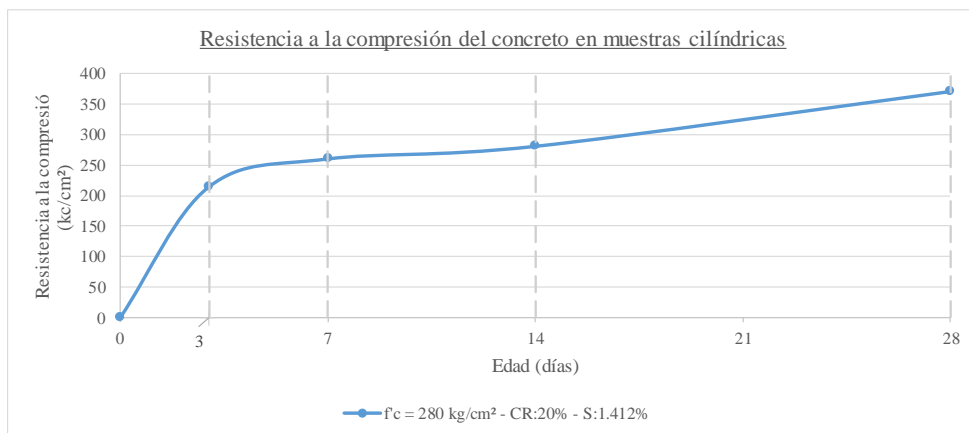
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
73	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.475	15.213	2.003	1.000	35469	3	195			
74	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.700	15.246	2.014	1.000	35574	3	195	195	280	70%
75	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.450	15.217	2.001	1.000	35645	5	196			
76	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.500	15.187	2.008	1.000	41480	3	229			
77	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.375	15.188	2.000	1.000	41449	5	229	228	280	81%
78	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.475	15.213	2.003	1.000	40982	3	225			
79	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.700	15.246	2.014	1.000	47559	3	261			
80	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.450	15.217	2.001	1.000	45829	3	252	256	280	92%
81	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.600	15.230	2.009	1.000	46593	3	256			
82	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.600	15.256	2.006	1.000	67582	5	370			
83	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.450	15.271	1.994	1.000	62808	3	343	355	280	127%
84	f'c = 280 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.450	15.243	1.998	1.000	64317	3	352			



ANEXO 4.2.1.1.8 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

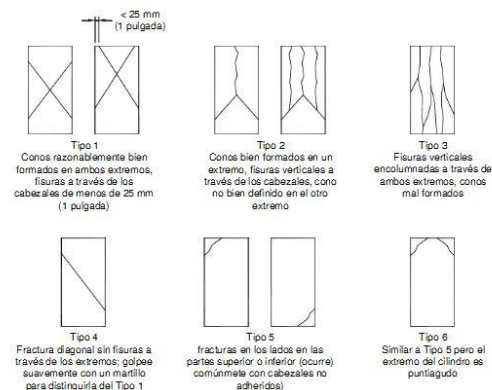
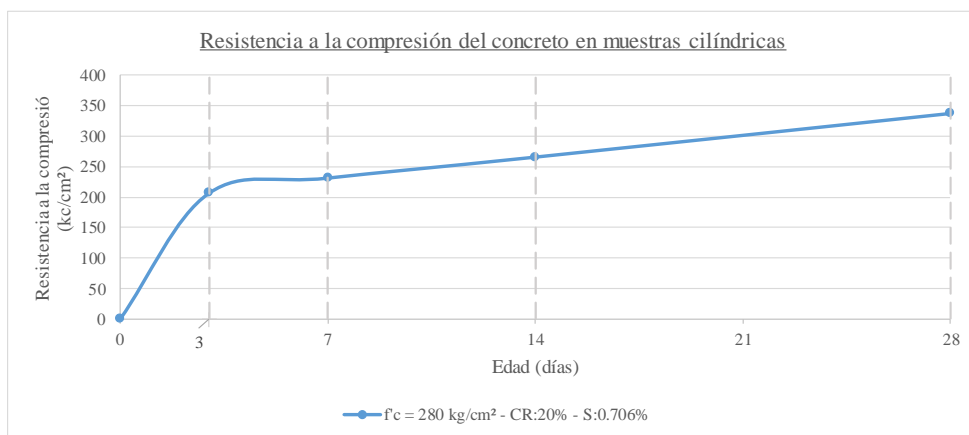
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
85	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.550	15.206	2.009	1.000	39150	3	216			
86	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.550	15.248	2.004	1.000	39048	3	214	215	280	77%
87	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.650	15.281	2.006	1.000	39540	5	215			
88	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.550	15.207	2.009	1.000	47910	5	264			
89	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.450	15.192	2.004	1.000	46497	3	257	261	280	93%
90	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.550	15.206	2.009	1.000	47306	3	261			
91	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.550	15.248	2.004	1.000	51873	3	284			
92	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.650	15.281	2.006	1.000	51351	3	280	281	280	100%
93	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.350	15.263	1.989	0.999	51259	3	280			
94	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.050	15.263	1.969	0.998	68509	3	374			
95	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.350	15.269	1.988	0.999	66687	3	364	371	280	133%
96	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.250	15.262	1.982	0.999	68867	3	376			



ANEXO 4.2.1.1.9 DISEÑO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
97	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.600	15.236	2.008	1.000	38341	3	210			
98	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.400	15.219	1.998	1.000	36769	3	202	206	280	74%
99	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	19/04/2018	3	30.600	15.195	2.014	1.000	37326	3	206			
100	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.400	15.234	1.996	1.000	41976	5	230			
101	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.600	15.183	2.015	1.000	42326	5	234	231	280	82%
102	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	23/04/2018	7	30.400	15.196	2.001	1.000	41342	3	228			
103	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.600	15.247	2.007	1.000	48668	6	267			
104	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.600	15.237	2.008	1.000	48499	6	266	265	280	95%
105	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	30/04/2018	14	30.700	15.256	2.012	1.000	47892	3	262			
106	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.450	15.258	1.996	1.000	52022	3	285			
107	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.400	15.261	1.992	0.999	63159	3	345	336	280	120%
108	f'c = 280 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	16/04/2018	14/05/2018	28	30.450	15.247	1.997	1.000	69241	3	379			



ANEXO 4.2.1.2 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm²
109	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	20/04/2018	3	213
110	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	20/04/2018	3	213
111	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	20/04/2018	3	214
112	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	24/04/2018	7	251
113	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	24/04/2018	7	240
114	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	24/04/2018	7	243
115	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	1/05/2018	14	305
116	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	1/05/2018	14	310
117	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	1/05/2018	14	299
118	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	15/05/2018	28	384
119	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	15/05/2018	28	371
120	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	15/05/2018	28	390

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm²
121	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	223
122	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	223
123	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	235
124	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	251
125	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	272
126	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	253
127	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	313
128	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	317
129	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	306
130	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	369
131	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	385
132	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	380

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
133	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	208
134	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	208
135	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	220
136	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	232
137	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	258
138	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	238
139	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	299
140	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	306
141	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	295
142	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	362
143	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	353
144	f'c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	350

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
145	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	253
146	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	244
147	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	239
148	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	293
149	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	283
150	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	277
151	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	343
152	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	330
153	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	327
154	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	420
155	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	405
156	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	407

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm²
157	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	231
158	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	270
159	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	204
160	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	272
161	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	311
162	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	246
163	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	326
164	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	330
165	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	315
166	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	411
167	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	362
168	f'c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	375

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
169	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	257
170	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	260
171	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	262
172	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	334
173	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	304
174	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	317
175	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	370
176	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	352
177	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	373
178	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	442
179	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	429
180	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	444

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm²
181	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	244
182	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	244
183	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	238
184	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	286
185	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	286
186	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	282
187	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	326
188	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	313
189	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	320
190	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	367
191	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	383
192	f'c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	380

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
193	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	277
194	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	267
195	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	269
196	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	330
197	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	321
198	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	326
199	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	355
200	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	346
201	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	350
202	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	441
203	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	436
204	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	432

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

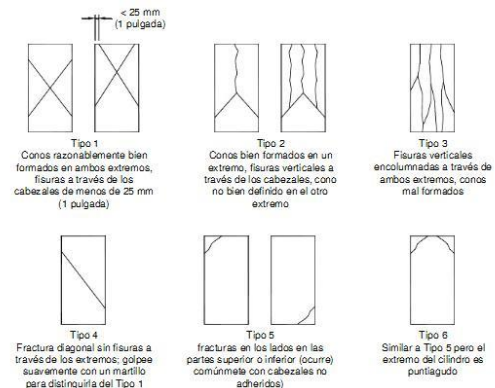
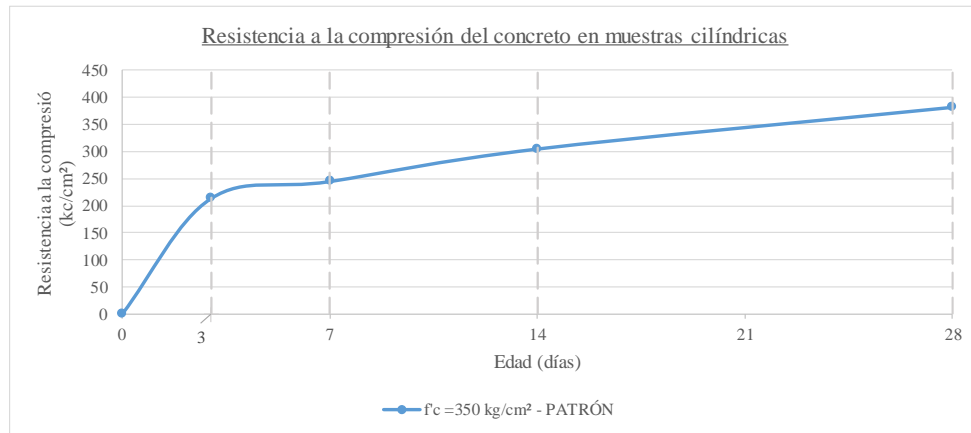
TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
205	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	263
206	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	253
207	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	257
208	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	288
209	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	292
210	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	285
211	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	333
212	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	332
213	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	328
214	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	399
215	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	401
216	f'c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	419

ANEXO 4.2.1.2.1 DISEÑO PATRÓN - f'c = 350 kg-cm².

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

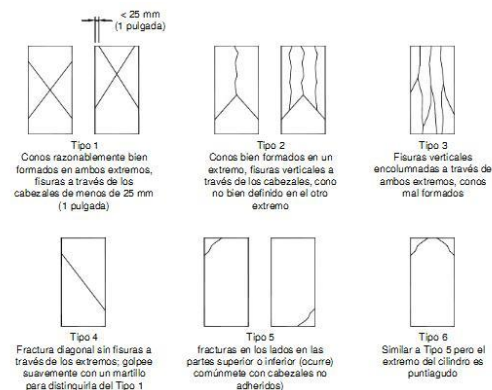
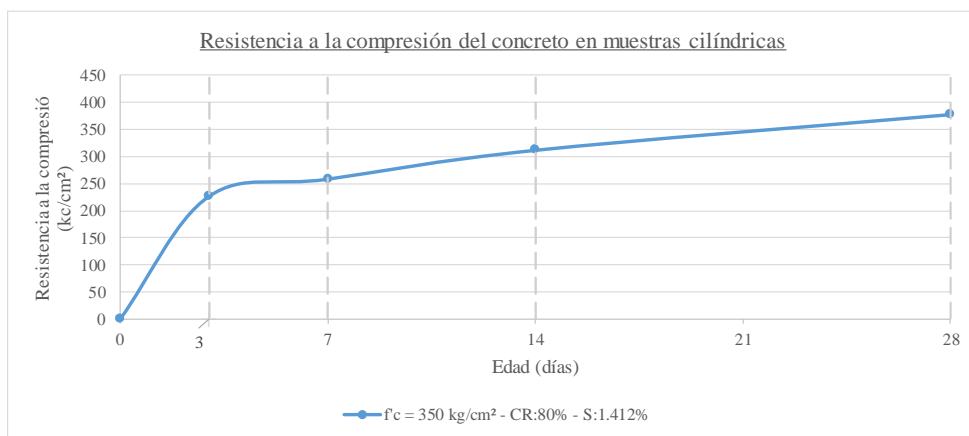
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm ²)	f'c prom (kg/cm ²)	f'c diseño (kg/cm ²)	% de resistencia
109	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	20/04/2018	3	30.650	15.204	2.016	1.000	38709	2	213			
110	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	20/04/2018	3	30.400	15.236	1.995	1.000	38852	2	213	213	350	61%
111	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	20/04/2018	3	30.650	15.244	2.011	1.000	39087	2	214			
112	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	24/04/2018	7	30.600	15.194	2.014	1.000	45435	2	251			
113	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	24/04/2018	7	30.500	15.224	2.003	1.000	43660	2	240	245	350	70%
114	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	24/04/2018	7	30.600	15.219	2.011	1.000	44219	3	243			
115	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	1/05/2018	14	30.650	15.228	2.013	1.000	55435	2	305			
116	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	1/05/2018	14	30.400	15.263	1.992	0.999	56736	2	310	305	350	87%
117	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	1/05/2018	14	30.650	15.255	2.009	1.000	54653	2	299			
118	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	15/05/2018	28	30.600	15.229	2.009	1.000	69993	3	384			
119	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	15/05/2018	28	30.600	15.221	2.010	1.000	67519	5	371	382	350	109%
120	f'c =350 kg/cm ² - PATRÓN	17/04/2018	15/05/2018	28	30.650	15.256	2.009	1.000	71305	5	390			



ANEXO 4.2.1.2.2 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.034:2015

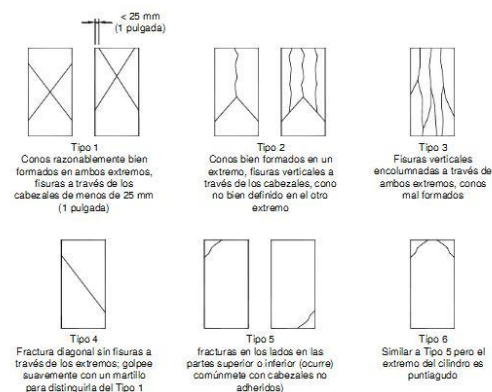
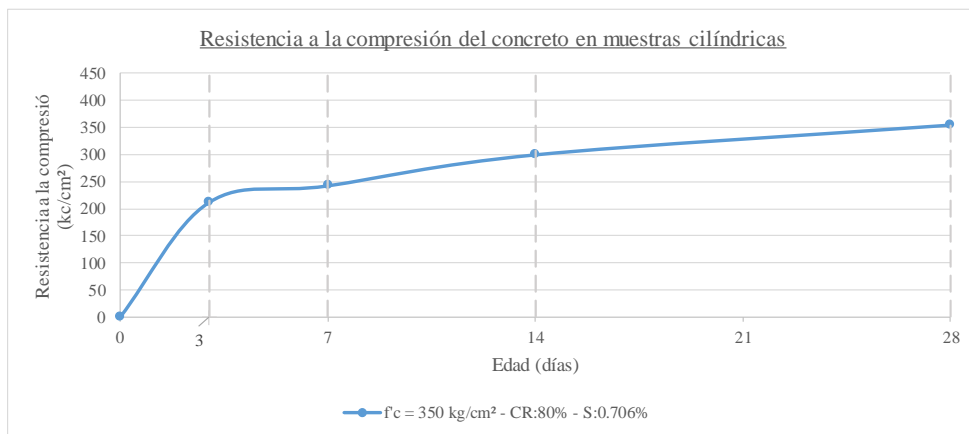
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
121	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.600	15.215	2.011	1.000	40543	3	223			
122	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.500	15.242	2.001	1.000	40686	3	223	227	350	65%
123	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.550	15.247	2.004	1.000	42921	3	235			
124	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.650	15.176	2.020	1.000	45369	3	251			
125	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.500	15.231	2.003	1.000	49594	3	272	259	350	74%
126	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.450	15.257	1.996	1.000	46153	3	253			
127	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.500	15.157	2.012	1.000	56469	6	313			
128	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.500	15.230	2.003	1.000	57770	3	317	312	350	89%
129	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.500	15.231	2.003	1.000	55687	3	306			
130	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.650	15.204	2.016	1.000	67055	3	369			
131	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.400	15.236	1.995	1.000	70180	3	385	378	350	108%
132	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.650	15.244	2.011	1.000	69319	5	380			



ANEXO 4.2.1.2.3 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.034:2015

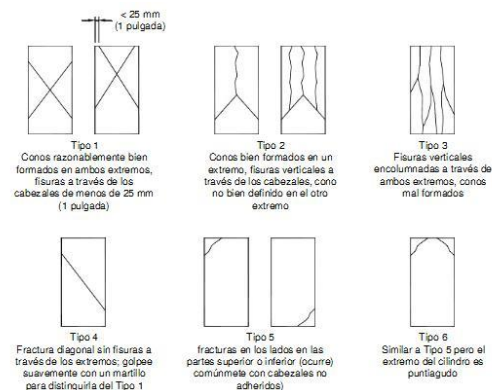
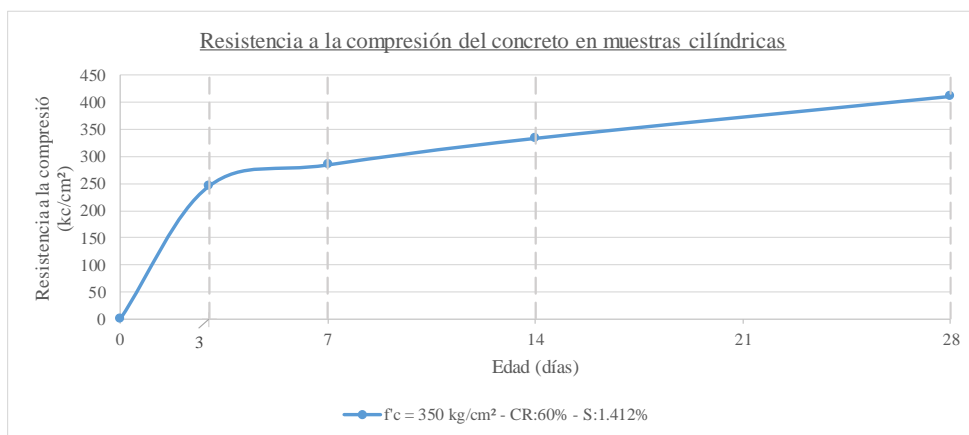
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
133	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.600	15.192	2.014	1.000	37694	3	208			
134	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.500	15.203	2.006	1.000	37837	3	208	212	350	61%
135	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.550	15.208	2.009	1.000	40072	3	220			
136	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.650	15.267	2.008	1.000	42420	3	232			
137	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.500	15.158	2.012	1.000	46645	3	258	243	350	69%
138	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.450	15.211	2.002	1.000	43204	3	238			
139	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.500	15.210	2.005	1.000	54420	3	299			
140	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.500	15.231	2.002	1.000	55721	3	306	300	350	86%
141	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.500	15.225	2.003	1.000	53638	3	295			
142	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.800	15.236	2.022	1.000	65974	3	362			
143	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.350	15.222	1.994	1.000	64227	3	353	355	350	101%
144	f'c = 350 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.450	15.219	2.001	1.000	63633	3	350			



ANEXO 4.2.1.2.4 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

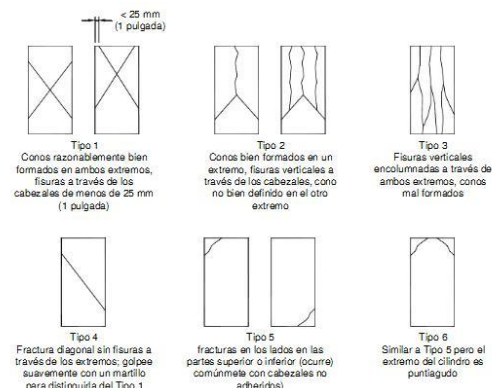
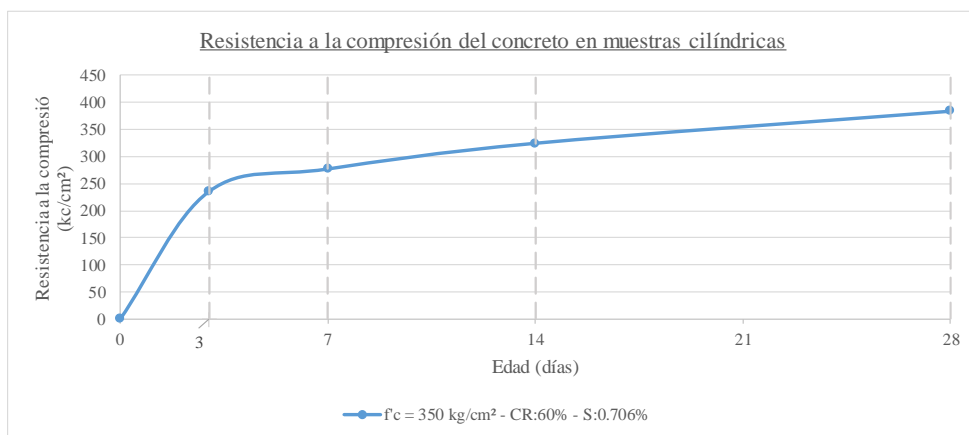
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
145	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.500	15.215	2.005	1.000	46004	3	253			
146	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.400	15.242	1.995	1.000	44616	3	244	245	350	70%
147	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.600	15.247	2.007	1.000	43565	3	239			
148	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.775	15.176	2.028	1.000	53004	3	293			
149	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.500	15.231	2.003	1.000	51616	3	283	284	350	81%
150	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.625	15.257	2.007	1.000	50565	3	277			
151	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.450	15.157	2.009	1.000	61974	3	343			
152	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.450	15.230	1.999	1.000	60227	3	330	333	350	95%
153	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.550	15.231	2.006	1.000	59633	3	327			
154	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.750	15.245	2.017	1.000	76667	3	420			
155	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.550	15.256	2.003	1.000	74018	3	405	411	350	117%
156	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.550	15.233	2.006	1.000	74121	3	407			



ANEXO 4.2.1.2.5 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

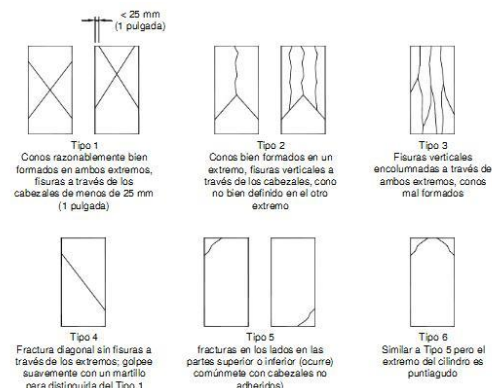
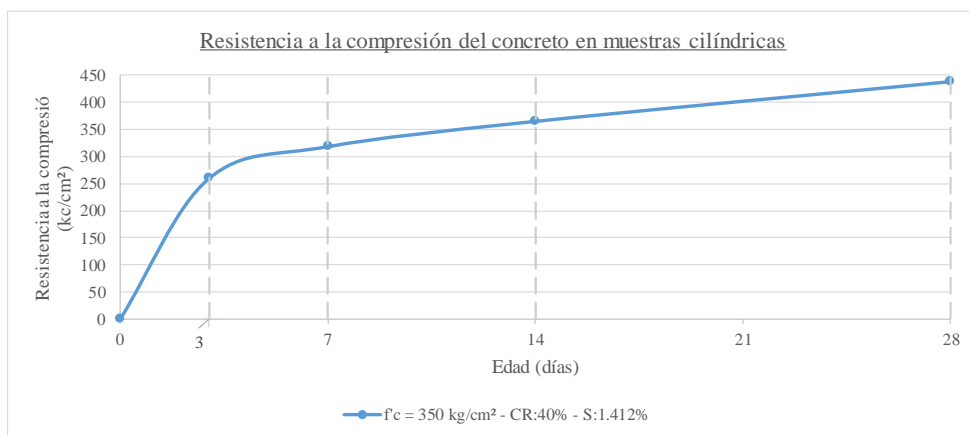
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
157	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.800	15.236	2.022	1.000	42190	3	231			
158	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.350	15.222	1.994	1.000	49054	3	270	235	350	67%
159	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.450	15.219	2.001	1.000	37045	3	204			
160	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.600	15.233	2.009	1.000	49497	3	272			
161	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.750	15.188	2.025	1.000	56351	3	311	276	350	79%
162	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.800	15.236	2.022	1.000	44750	3	246			
163	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.350	15.222	1.994	1.000	59353	3	326			
164	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.450	15.219	2.001	1.000	59978	3	330	324	350	92%
165	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.450	15.244	1.998	1.000	57544	3	315			
166	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.300	15.239	1.988	0.999	75091	3	411			
167	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.400	15.240	1.995	1.000	66082	3	362	383	350	109%
168	f'c = 350 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.250	15.239	1.985	0.999	68433	3	375			



ANEXO 4.2.1.2.6 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

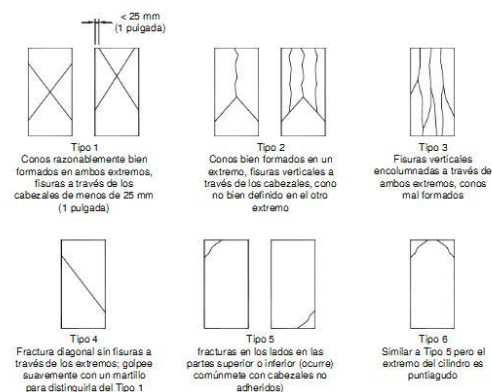
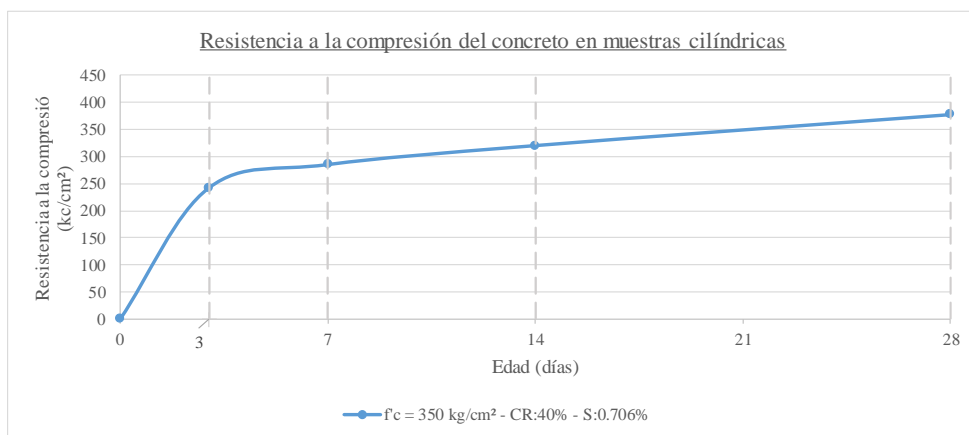
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
169	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.600	15.217	2.011	1.000	46702	3	257			
170	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.500	15.220	2.004	1.000	47231	3	260	260	350	74%
171	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.500	15.191	2.008	1.000	47538	3	262			
172	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.500	15.182	2.009	1.000	60498	3	334			
173	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.500	15.196	2.007	1.000	55027	3	304	318	350	91%
174	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.500	15.170	2.011	1.000	57334	3	317			
175	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.650	15.259	2.009	1.000	67607	3	370			
176	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.600	15.236	2.008	1.000	64208	3	352	365	350	104%
177	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.550	15.212	2.008	1.000	67872	2	373			
178	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.700	15.258	2.012	1.000	80764	3	442			
179	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.650	15.245	2.010	1.000	78338	2	429	438	350	125%
180	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.600	15.230	2.009	1.000	80985	3	444			



ANEXO 4.2.1.2.7 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:40\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

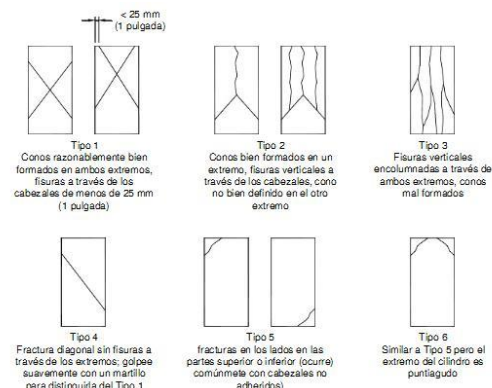
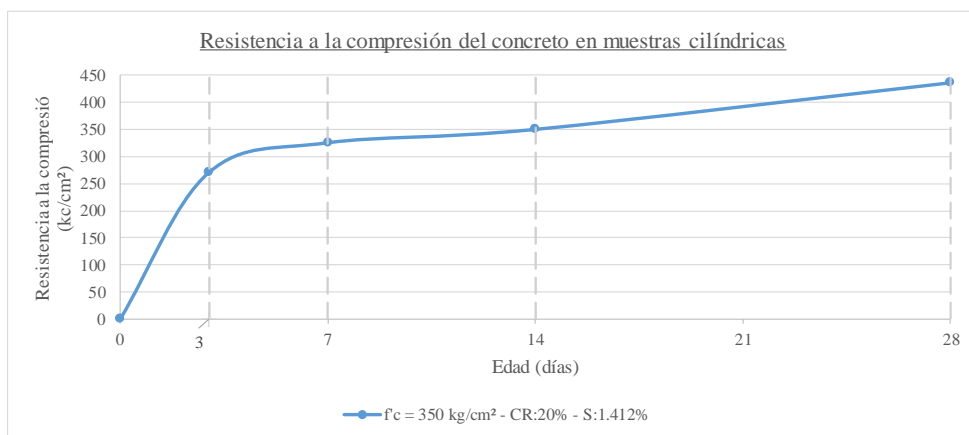
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
181	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.550	15.176	2.013	1.000	44122	2	244			
182	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.550	15.165	2.015	1.000	43997	3	244	242	350	69%
183	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.500	15.216	2.005	1.000	43328	2	238			
184	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.550	15.176	2.013	1.000	51776	3	286			
185	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.550	15.165	2.015	1.000	51655	3	286	285	350	81%
186	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.500	15.177	2.010	1.000	50982	3	282			
187	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.500	15.216	2.005	1.000	59212	3	326			
188	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.550	15.244	2.004	1.000	57091	3	313	320	350	91%
189	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.700	15.253	2.013	1.000	58418	3	320			
190	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.650	15.251	2.010	1.000	67055	3	367			
191	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.550	15.266	2.001	1.000	70180	3	383	377	350	108%
192	f'c = 350 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.650	15.249	2.010	1.000	69319	3	380			



ANEXO 4.2.1.2.8 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

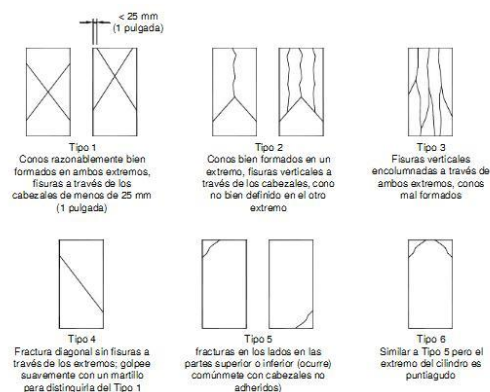
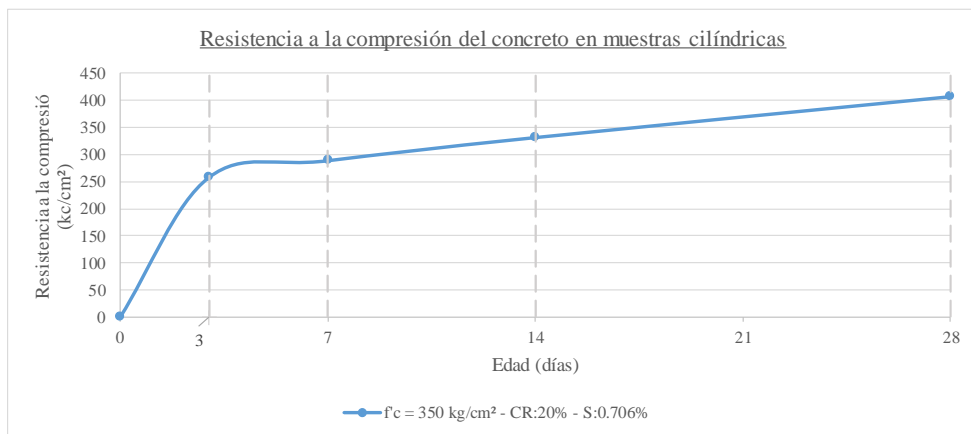
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
193	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.300	15.165	1.998	1.000	50053	3	277			
194	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.350	15.162	2.002	1.000	48265	3	267	271	350	77%
195	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.300	15.237	1.989	0.999	49141	3	269			
196	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.300	15.184	1.996	1.000	59707	3	330			
197	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.350	15.165	2.001	1.000	57919	3	321	326	350	93%
198	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.300	15.162	1.998	1.000	58795	3	326			
199	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.200	15.237	1.982	0.999	64752	3	355			
200	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.200	15.215	1.985	0.999	62964	3	346	350	350	100%
201	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.250	15.235	1.986	0.999	63840	3	350			
202	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.300	15.245	1.988	0.999	80508	3	441			
203	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.450	15.246	1.997	1.000	79541	3	436	436	350	125%
204	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.350	15.229	1.993	0.999	78885	3	432			



ANEXO 4.2.1.2.9 DISEÑO $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
205	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.600	15.192	2.014	1.000	47653	3	263			
206	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.500	15.203	2.006	1.000	45865	3	253	258	350	74%
207	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	20/04/2018	3	30.550	15.208	2.009	1.000	46741	3	257			
208	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.650	15.267	2.008	1.000	52698	3	288			
209	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.500	15.158	2.012	1.000	52734	3	292	288	350	82%
210	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	24/04/2018	7	30.450	15.211	2.002	1.000	51780	3	285			
211	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.500	15.210	2.005	1.000	60541	3	333			
212	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.500	15.231	2.002	1.000	60577	3	332	331	350	95%
213	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	1/05/2018	14	30.500	15.225	2.003	1.000	59623	3	328			
214	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.300	15.249	1.987	0.999	72867	3	399			
215	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.550	15.241	2.004	1.000	73142	3	401	406	350	116%
216	f'c = 350 kg/cm² - CR:20% - S:0.706%	17/04/2018	15/05/2018	28	30.600	15.231	2.009	1.000	76440	3	419			



ANEXO 4.2.1.3 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm²
217	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	23/04/2018	3	269
218	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	23/04/2018	3	268
219	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	23/04/2018	3	237
220	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	27/04/2018	7	304
221	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	27/04/2018	7	302
222	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	27/04/2018	7	296
223	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	4/05/2018	14	357
224	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	4/05/2018	14	361
225	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	4/05/2018	14	351
226	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	18/05/2018	28	396
227	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	18/05/2018	28	399
228	f'c =420 kg/cm ² - PATRÓN	20/04/2018	18/05/2018	28	415

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
229	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	268
230	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	268
231	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	273
232	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	307
233	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	315
234	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	303
235	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	374
236	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	381
237	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	374
238	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	450
239	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	438
240	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	436

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
241	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	252
242	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	250
243	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	265
244	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	294
245	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	302
246	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	298
247	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	359
248	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	367
249	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	354
250	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	441
251	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	415
252	f'c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	418

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
253	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	304
254	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	294
255	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	294
256	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	352
257	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	340
258	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	336
259	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	407
260	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	399
261	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	399
262	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	472
263	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	459
264	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	460

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm²
265	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	278
266	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	282
267	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	281
268	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	365
269	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	353
270	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	357
271	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	382
272	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	396
273	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	382
274	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	452
275	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	469
276	f'c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	437

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
277	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	308
278	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	312
279	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	315
280	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	378
281	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	386
282	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	381
283	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	444
284	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	428
285	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	437
286	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	509
287	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	543
288	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	568

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
289	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	293
290	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	292
291	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	294
292	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	344
293	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	343
294	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	338
295	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	391
296	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	378
297	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	384
298	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	420
299	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	433
300	f'c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	425

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
301	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	332
302	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	321
303	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	323
304	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	396
305	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	385
306	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	391
307	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	426
308	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	416
309	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	420
310	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	452
311	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	472
312	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	456

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

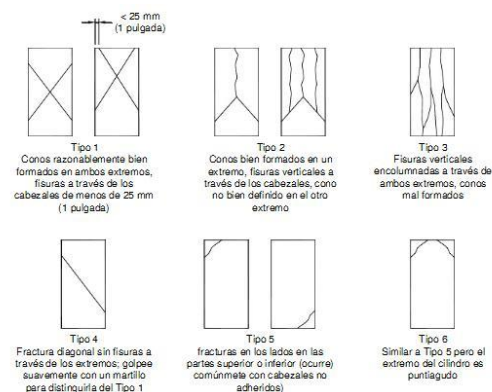
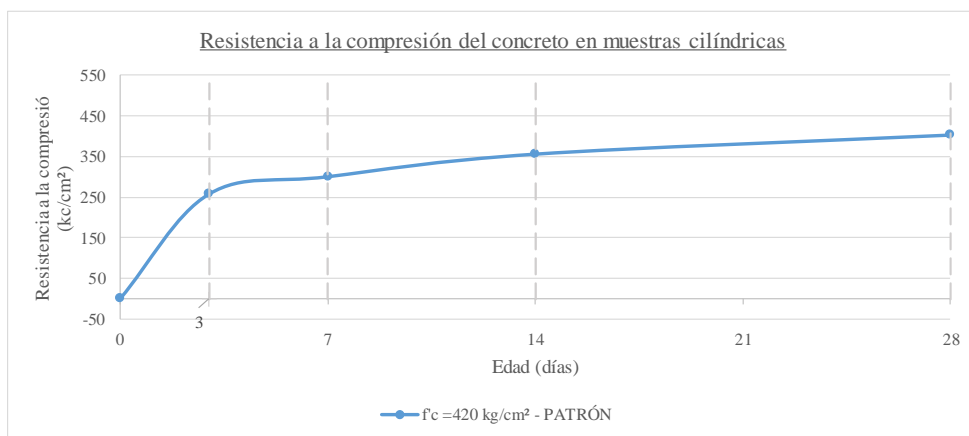
TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"
TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON
ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. 4ª EDICIÓN.
REFERENCIA : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Denominación ó Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad días	f'c kg/cm ²
313	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	316
314	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	303
315	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	309
316	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	346
317	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	351
318	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	342
319	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	400
320	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	399
321	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	393
322	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	453
323	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	441
324	f'c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	457

ANEXO 4.2.1.3.1 DISEÑO PATRÓN - $f'c = 420 \text{ kg-cm}^2$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

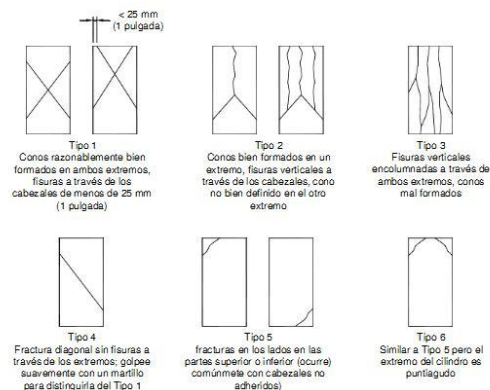
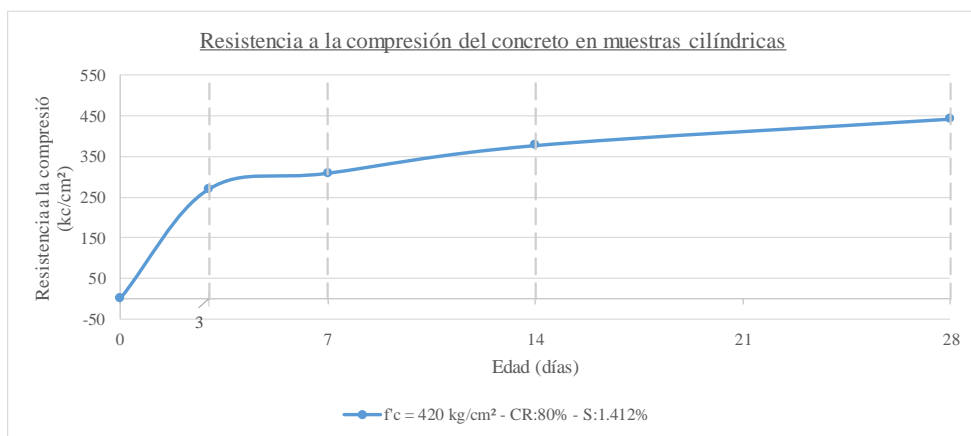
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
217	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	23/04/2018	3	30.650	15.180	2.019	1.000	48604	3	269			
218	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	23/04/2018	3	30.650	15.151	2.023	1.000	48296	3	268	258	420	61%
219	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	23/04/2018	3	30.800	15.239	2.021	1.000	43211	3	237			
220	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	27/04/2018	7	30.550	15.144	2.017	1.000	54741	3	304			
221	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	27/04/2018	7	30.650	15.180	2.019	1.000	54604	3	302	301	420	72%
222	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	27/04/2018	7	30.650	15.151	2.023	1.000	53296	3	296			
223	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	4/05/2018	14	30.800	15.239	2.021	1.000	65211	3	357			
224	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	4/05/2018	14	30.700	15.256	2.012	1.000	65974	3	361	356	420	85%
225	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	4/05/2018	14	30.800	15.206	2.026	1.000	63794	3	351			
226	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	18/05/2018	28	30.750	15.244	2.017	1.000	72302	3	396			
227	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	18/05/2018	28	30.700	15.268	2.011	1.000	73005	3	399	403	420	96%
228	f'c =420 kg/cm² - PATRÓN	20/04/2018	18/05/2018	28	30.650	15.261	2.008	1.000	75937	3	415			



ANEXO 4.2.1.3.2 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:80\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.034:2015

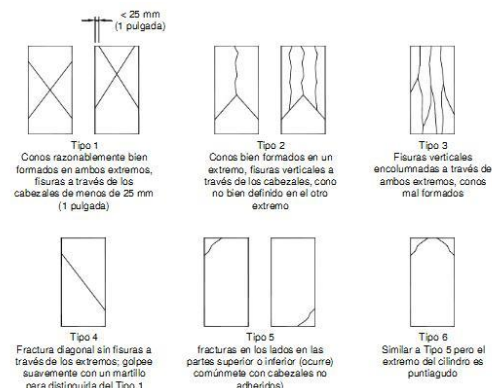
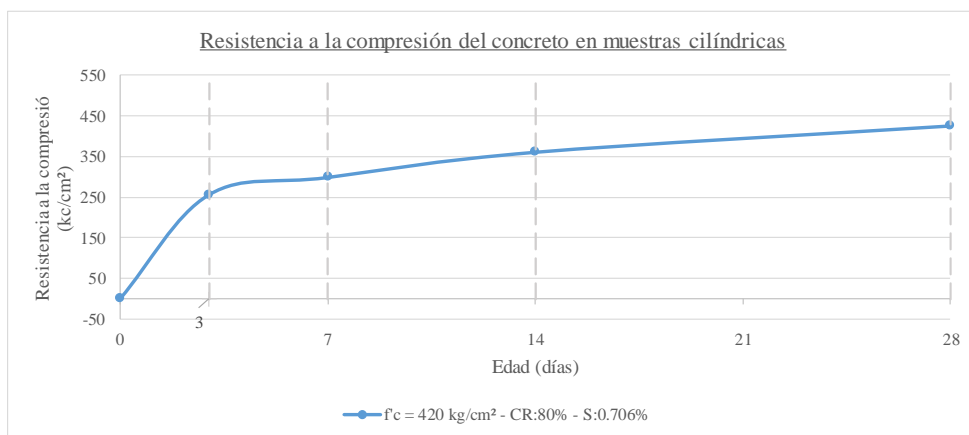
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
229	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.750	15.186	2.025	1.000	48470	3	268			
230	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.800	15.276	2.016	1.000	49044	3	268	270	420	64%
231	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.650	15.245	2.010	1.000	49832	3	273			
232	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.450	15.161	2.008	1.000	55350	3	307			
233	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.500	15.193	2.008	1.000	57107	3	315	308	420	73%
234	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.750	15.186	2.025	1.000	54869	3	303			
235	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.800	15.276	2.016	1.000	68509	3	374			
236	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.650	15.245	2.010	1.000	69465	3	381	376	420	90%
237	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.800	15.270	2.017	1.000	68451	3	374			
238	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.650	15.180	2.019	1.000	81416	3	450			
239	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.650	15.151	2.023	1.000	78928	3	438	441	420	105%
240	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.800	15.239	2.021	1.000	79595	3	436			



ANEXO 4.2.1.3.3 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:80\% + S:0.706\%$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

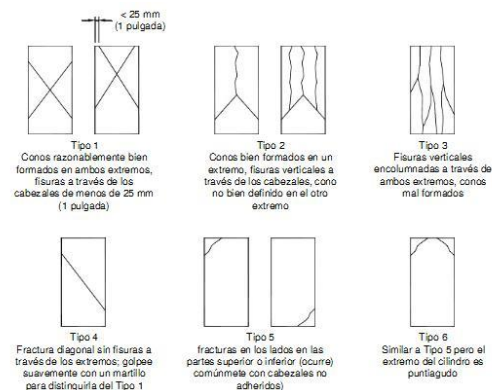
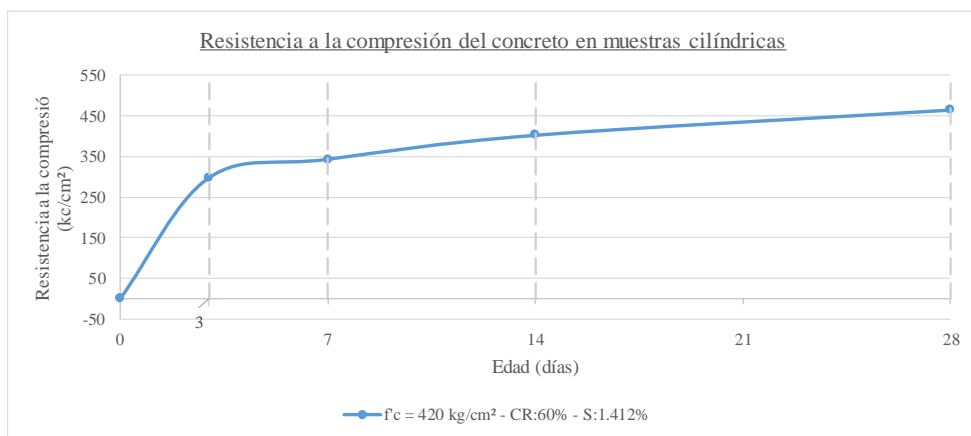
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
241	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.500	15.160	2.012	1.000	45487	3	252			
242	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.600	15.286	2.002	1.000	45899	3	250	256	420	61%
243	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.600	15.316	1.998	1.000	48772	3	265			
244	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.600	15.177	2.016	1.000	53184	3	294			
245	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.450	15.172	2.007	1.000	54671	3	302	298	420	71%
246	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.500	15.160	2.012	1.000	53826	3	298			
247	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.600	15.286	2.002	1.000	65958	3	359			
248	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.600	15.316	1.998	1.000	67614	3	367	360	420	86%
249	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.650	15.232	2.012	1.000	64429	3	354			
250	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.500	15.160	2.012	1.000	79627	3	441			
251	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.600	15.286	2.002	1.000	76170	3	415	425	420	101%
252	f'c = 420 kg/cm² - CR:80% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.600	15.316	1.998	1.000	76992	3	418			



ANEXO 4.2.1.3.4 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

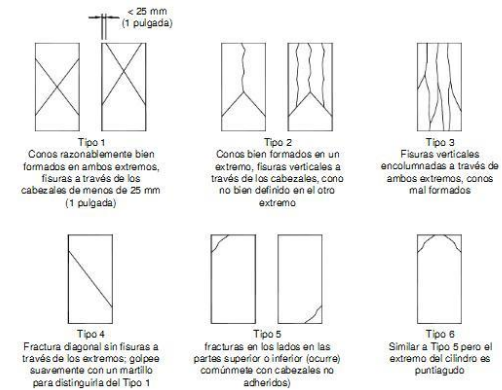
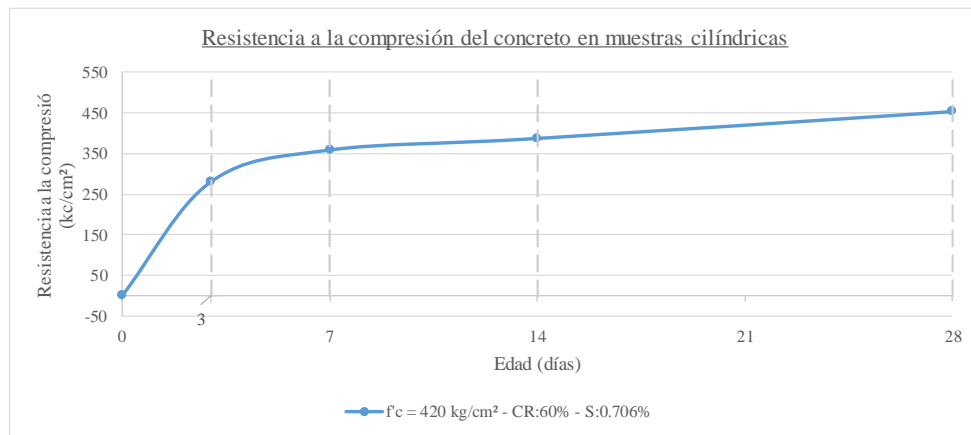
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
253	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.450	15.168	2.008	1.000	54868	3	304			
254	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.450	15.162	2.008	1.000	52982	3	294	297	420	71%
255	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.600	15.273	2.004	1.000	53862	3	294			
256	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.550	15.180	2.013	1.000	63638	3	352			
257	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.450	15.168	2.008	1.000	61432	3	340	343	420	82%
258	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.450	15.162	2.008	1.000	60666	3	336			
259	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.600	15.273	2.004	1.000	74638	3	407			
260	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.600	15.238	2.008	1.000	72764	3	399	402	420	96%
261	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.450	15.261	1.995	1.000	72984	3	399			
262	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.450	15.259	1.996	1.000	86321	3	472			
263	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.500	15.255	1.999	1.000	83918	3	459	464	420	110%
264	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.500	15.251	2.000	1.000	83996	3	460			



ANEXO 4.2.1.3.5 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:60\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
 Referencia : NTP 339.034:2015

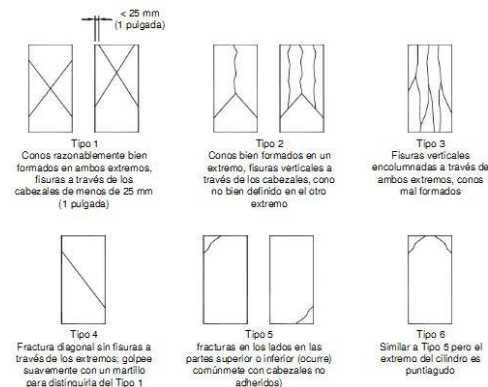
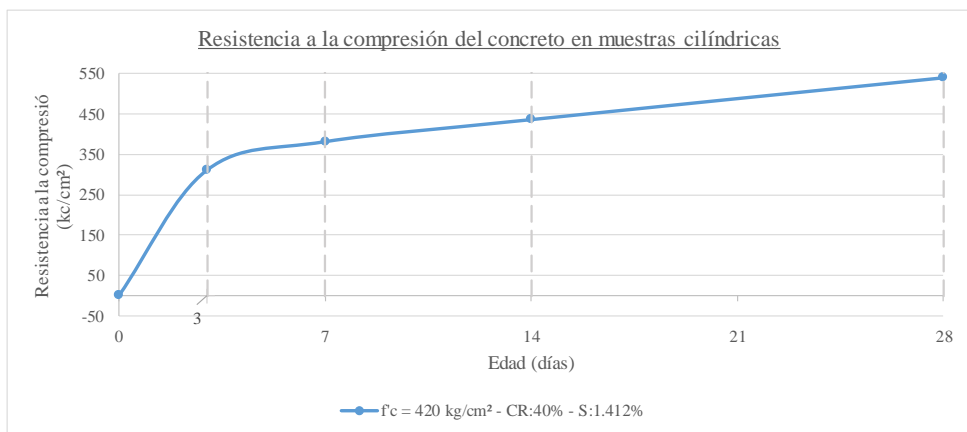
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
256	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.650	15.197	2.017	1.000	50369	3	278			
257	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.600	15.176	2.016	1.000	50898	3	282	280	420	67%
258	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.850	15.272	2.020	1.000	51547	3	281			
259	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.750	15.191	2.024	1.000	66226	3	365			
260	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.650	15.197	2.017	1.000	63989	3	353	358	420	85%
261	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.600	15.176	2.016	1.000	64572	3	357			
262	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.850	15.272	2.020	1.000	70012	3	382			
263	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.800	15.230	2.022	1.000	72082	3	396	387	420	92%
264	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.750	15.210	2.022	1.000	69445	3	382			
265	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.600	15.256	2.006	1.000	82563	3	452			
266	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.700	15.240	2.015	1.000	85591	3	469	453	420	108%
267	f'c = 420 kg/cm² - CR:60% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.900	15.275	2.023	1.000	80077	3	437			



ANEXO 4.2.1.3.6 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:40\% + S:1.412\%$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.034:2015

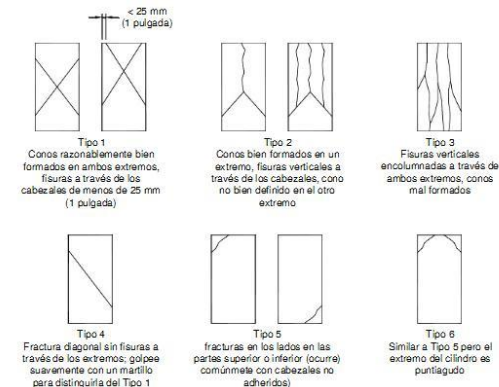
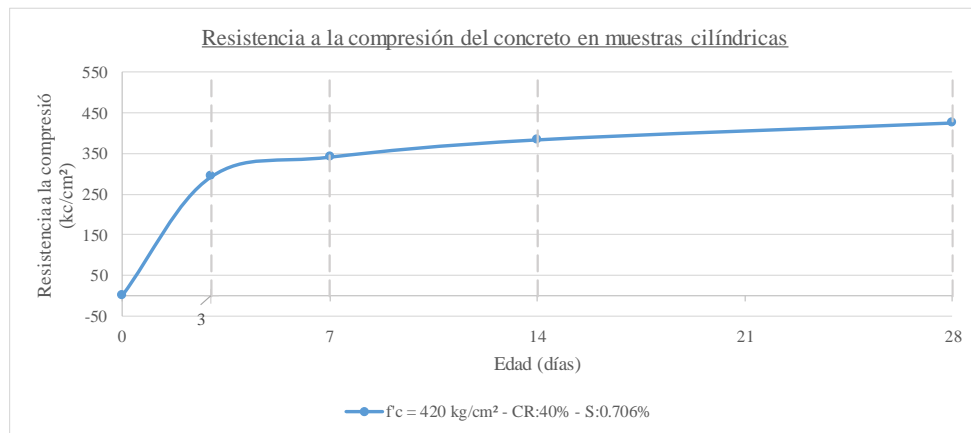
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
277	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.500	15.160	2.012	1.000	55627	3	308			
278	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.600	15.286	2.002	1.000	57170	3	312	312	420	74%
279	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.600	15.316	1.998	1.000	57992	3	315			
280	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.600	15.177	2.016	1.000	68379	3	378			
281	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.450	15.172	2.007	1.000	69857	3	386	382	420	91%
282	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.500	15.160	2.012	1.000	68710	3	381			
283	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.600	15.286	2.002	1.000	81416	3	444			
284	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.600	15.316	1.998	1.000	78928	3	428	436	420	104%
285	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.650	15.232	2.012	1.000	79595	3	437			
286	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.400	15.243	1.994	1.000	92926	3	509			
287	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.600	15.243	2.007	1.000	99038	3	543	540	420	129%
288	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.350	15.261	1.989	0.999	104047	3	568			



ANEXO 4.2.1.3.7 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + CR:40\% + S:0.706\%$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.034:2015

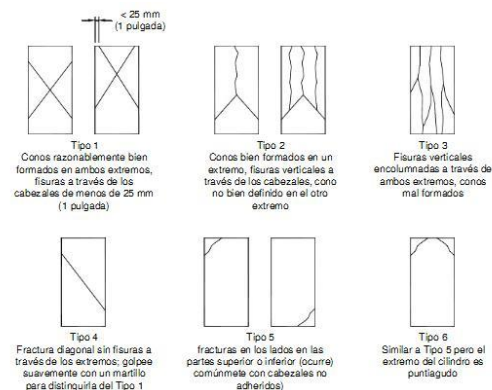
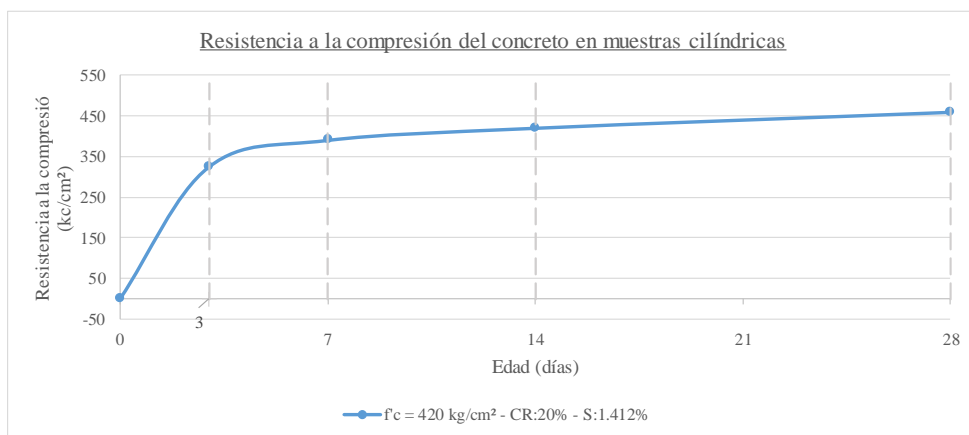
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
289	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.500	15.169	2.011	1.000	52898	3	293			
290	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.600	15.176	2.016	1.000	52873	3	292	293	420	70%
291	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.550	15.216	2.008	1.000	53461	3	294			
292	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.450	15.162	2.008	1.000	62017	3	344			
293	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.500	15.169	2.011	1.000	62019	3	343	342	420	81%
294	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.600	15.176	2.016	1.000	61174	3	338			
295	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.550	15.216	2.008	1.000	71059	3	391			
296	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.800	15.240	2.021	1.000	68953	3	378	384	420	92%
297	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.700	15.243	2.014	1.000	70014	3	384			
298	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.500	15.249	2.000	1.000	76665	3	420			
299	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.750	15.258	2.015	1.000	79121	3	433	426	420	101%
300	f'c = 420 kg/cm² - CR:40% - S:0.706%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.550	15.207	2.009	1.000	77150	3	425			



ANEXO 4.2.1.3.8 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:1.412\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.034:2015

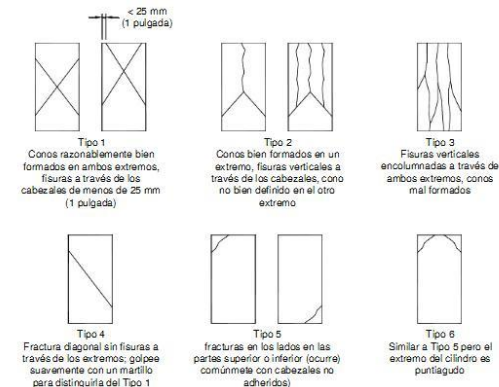
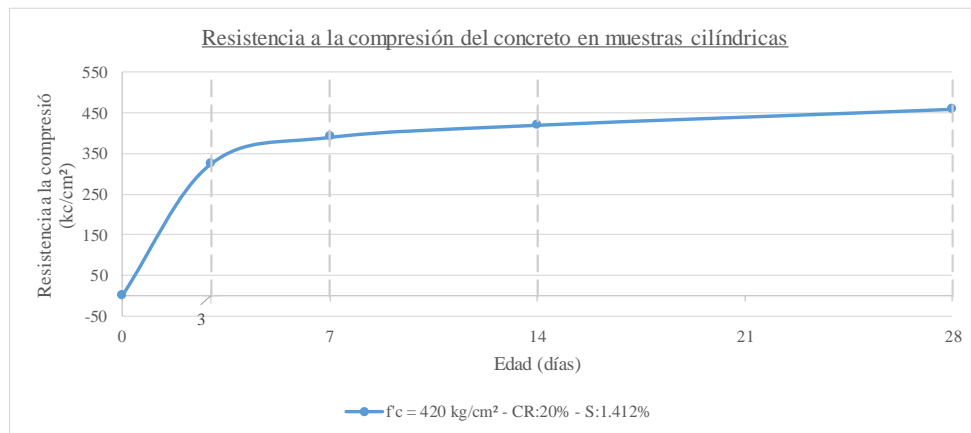
Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
301	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.500	15.270	1.997	1.000	60898	3	332			
302	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.650	15.232	2.012	1.000	58454	3	321	325	420	77%
303	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.650	15.242	2.011	1.000	59004	3	323			
304	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.500	15.150	2.013	1.000	71328	3	396			
305	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.650	15.172	2.020	1.000	69567	3	385	391	420	93%
306	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.650	15.184	2.019	1.000	70754	3	391			
307	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.750	15.270	2.014	1.000	78039	3	426			
308	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.800	15.232	2.022	1.000	75726	3	416	421	420	100%
309	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.650	15.242	2.011	1.000	76678	3	420			
310	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.650	15.256	2.009	1.000	82653	3	452			
311	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.400	15.208	1.999	1.000	85800	3	472	460	420	110%
312	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.750	15.257	2.016	1.000	83419	3	456			



ANEXO 4.2.1.3.9 DISEÑO $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2 + \text{CR:20\%} + \text{S:0.706\%}$.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
Referencia : NTP 339.034:2015

Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (L) (cm)	Diámetro (D) (cm)	R L/D	Factor de	Carga (kgf)	Tipo de Falla	f'c (kg/cm²)	f'c prom (kg/cm²)	f'c diseño (kg/cm²)	% de resistencia
301	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.500	15.270	1.997	1.000	60898	3	332			
302	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.650	15.232	2.012	1.000	58454	3	321	325	420	77%
303	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	23/04/2018	3	30.650	15.242	2.011	1.000	59004	3	323			
304	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.500	15.150	2.013	1.000	71328	3	396			
305	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.650	15.172	2.020	1.000	69567	3	385	391	420	93%
306	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	27/04/2018	7	30.650	15.184	2.019	1.000	70754	3	391			
307	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.750	15.270	2.014	1.000	78039	3	426			
308	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.800	15.232	2.022	1.000	75726	3	416	421	420	100%
309	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	4/05/2018	14	30.650	15.242	2.011	1.000	76678	3	420			
310	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.650	15.256	2.009	1.000	82653	3	452			
311	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.400	15.208	1.999	1.000	85800	3	472	460	420	110%
312	f'c = 420 kg/cm² - CR:20% - S:1.412%	20/04/2018	18/05/2018	28	30.750	15.257	2.016	1.000	83419	3	456			



**ANEXO 4.2.2 CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR
LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE
APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO DEL TRAMO. 3ª EDICIÓN.**

ANEXO 4.2.2.1 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO DEL TRAMO. 3ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.079:2012

No.	Identificación	Carga (N)	Ancho de falla (mm)	Altura de falla (mm)	Mr (Mpa)
333	f _c =280 kg/cm ² - PATRÓN	3104	151.1	152.8	62.681
334	f _c =280 kg/cm ² - PATRÓN	3022	152.7	151.6	61.338
335	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	2810	151.9	151.4	57.479
336	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	2790	152.0	151.0	57.327
337	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	2740	151.3	151.9	55.892
338	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	2600	150.1	151.1	54.075
339	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	2965	150.5	151.7	60.996
340	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	2955	153.8	149.8	60.984
341	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	2847	147.9	152.5	58.997
342	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	2835	153.1	152.2	56.985
343	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	2968	152.3	149.5	62.116
344	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	2969	148.8	149.9	63.256
345	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	2817	153.2	150.3	58.038
346	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	2928	151.6	151.5	59.980
347	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	3210	150.4	151.9	65.893
348	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	3108	148.7	149.8	66.350
349	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	3230	153.7	151.3	65.435
350	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	3085	152.4	152.4	62.079

ANEXO 4.2.2.2 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO DEL TRAMO. 3ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.079:2012

No.	Identificación	Carga (N)	Ancho de falla (mm)	Altura de falla (mm)	Mr (Mpa)
351	f _c = 350 kg/cm ² - PATRÓN	3689	151.6	151.5	75.529
352	f _c = 350 kg/cm ² - PATRÓN	3622	150.2	150.4	75.937
353	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	3310	151.5	150.2	69.025
354	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	3345	151.5	149.8	70.104
355	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	3240	151.1	150.7	67.264
356	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	3200	151.0	149.9	67.207
357	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	3465	152.0	150.5	71.713
358	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	3455	151.3	148.6	73.651
359	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	3177	141.4	151.2	69.987
360	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	3295	150.6	151.0	68.406
361	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	3460	151.8	148.3	73.818
362	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	3569	150.3	148.7	76.506
363	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	3371	151.7	149.1	71.263
364	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	3404	151.2	150.2	71.088
365	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	3710	152.0	150.7	76.646
366	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	3708	150.2	149.5	78.679
367	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	3530	150.2	150.1	74.349
368	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	3685	152.0	151.2	75.582

ANEXO 4.2.2.3 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO - 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO DEL TRAMO. 3ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.079:2012

No.	Identificación	Carga (N)	Ancho de falla (mm)	Altura de falla (mm)	Mr (Mpa)
369	f _c = 429 kg/cm ² - PATRÓN	4121	151.8	150.3	85.653
370	f _c = 429 kg/cm ² - PATRÓN	4045	150.4	149.2	86.089
371	f _c = 429 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	3810	151.6	149.0	80.656
372	f _c = 429 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	3816	151.7	148.6	81.192
373	f _c = 429 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	3711	151.3	149.5	78.216
374	f _c = 429 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	3671	151.2	148.7	78.270
375	f _c = 429 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	3936	152.1	149.3	82.695
376	f _c = 429 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	3926	151.5	147.4	84.964
378	f _c = 429 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	3648	141.6	150.0	81.583
379	f _c = 429 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	3766	150.8	149.8	79.373
380	f _c = 429 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	3931	151.9	147.1	85.144
381	f _c = 429 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	4040	150.5	147.5	87.917
382	f _c = 429 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	3842	151.8	147.9	82.451
383	f _c = 429 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	3875	151.3	149.0	82.151
384	f _c = 429 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	4181	152.1	149.4	87.695
385	f _c = 429 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	4179	150.4	148.3	90.024
386	f _c = 429 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	4001	150.4	148.9	85.547
387	f _c = 429 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	4156	152.1	150.0	86.538

**ANEXO 4.2.3 CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR
EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO
(ESCLEROMETRÍA). 2ª EDICIÓN.**

ANEXO 4.2.3.1 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO - 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA). 2ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.181:2013

No.	Identificación	Edad	Número de rebote
10	f _c = 280 kg/cm ² - PATRÓN	28	44.8
11	f _c = 280 kg/cm ² - PATRÓN	28	55.6
12	f _c = 280 kg/cm ² - PATRÓN	28	41.9
22	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	55.6
23	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	49.4
24	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	41.9
34	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	48.5
35	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	47.2
36	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	45.3
46	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	48.9
47	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	52.9
48	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	51.6
58	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	48.9
59	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	51.0
60	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	49.1
70	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	52.0
71	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	48.1
72	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	49.4
82	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	47.7
83	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	47.2
84	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	56.1
94	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	49.4
95	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	47.5
96	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	45.3
106	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	51.1
107	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	51.1
108	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	53.1

ANEXO 4.2.3.2 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO - 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA). 2ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.181:2013

No.	Identificación	Edad	Número de rebote
118	f _c = 350 kg/cm ² - PATRÓN	28	58
119	f _c = 350 kg/cm ² - PATRÓN	28	55
120	f _c = 350 kg/cm ² - PATRÓN	28	58
130	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	56
131	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	55
132	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	60
142	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	51
143	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	50
144	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	61
154	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	56
155	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	54
156	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	55
166	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	60
167	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	57
168	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	62
178	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	64
179	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	59
180	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	56
190	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	56
191	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	55
192	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	60
202	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	55
203	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	59
204	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	59
214	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	63
215	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	60
216	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	63

ANEXO 4.2.3.3 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO - 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA). 2ª EDICIÓN.

REFERENCIA : NTP 339.181:2013

No.	Identificación	Edad	Número de rebote
226	f _c =420 kg/cm ² - PATRÓN	28	58.0
227	f _c =420 kg/cm ² - PATRÓN	28	57.8
228	f _c =420 kg/cm ² - PATRÓN	28	62.0
238	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	54.6
239	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	59.3
240	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	58.8
250	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	60.3
251	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	58.1
252	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	58.4
262	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	62.8
263	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	61.4
264	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	60.5
274	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	57.3
275	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	61.5
276	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	59.5
286	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	63.1
287	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	63.6
288	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	65.3
298	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	60.3
299	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	58.1
300	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	58.4
310	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	57.5
311	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	60.0
312	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	59.6
322	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	58.8
323	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	57.3
324	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	57.4

**ANEXO 4.2.4 CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR
LA VELOCIDAD DE PULSO A TRAVÉS DEL CONCRETO.**

ANEXO 4.2.4.1 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE PULSO A TRAVÉS DEL CONCRETO

REFERENCIA : NTP 339.237:2012

No.	Identificación	Edad (días)	Tiempo (μ seg)	Velocidad (m/s)	Módulo de elasticidad dinámico (Mpa)
10	f _c =280 kg/cm ² - PATRÓN	28	71.44	4199	39899.28
11	f _c =280 kg/cm ² - PATRÓN	28	91.34	3284	24545.76
12	f _c =280 kg/cm ² - PATRÓN	28	70.95	4228	40807.02
22	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	84.80	3538	27652.26
23	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	83.80	3580	28813.09
24	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	70.98	4227	39248.81
34	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	88.27	3399	26382.28
35	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	85.60	3505	28051.51
36	f _c = 280 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	79.92	3754	31001.13
46	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	65.01	4615	46730.31
47	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	72.01	4166	38337.77
48	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	72.21	4155	37962.76
58	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	71.07	4221	39182.63
59	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	76.33	3930	33965.14
60	f _c = 280 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	68.47	4381	42057.03
70	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	70.18	4275	40533.11
71	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	65.47	4582	46801.35
72	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	64.41	4658	47925.91
82	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	63.11	4754	50486.78
83	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	70.06	4282	40803.61
84	f _c = 280 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	80.01	3750	31549.87
94	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	66.25	4528	46622.06
95	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	64.12	4679	48910.09
96	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	84.98	3530	28009.00
106	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	67.88	4420	43766.12
107	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	74.67	4018	36194.57
108	f _c = 280 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	70.80	4237	40387.00

ANEXO 4.2.4.2 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE PULSO A TRAVÉS DEL CONCRETO

REFERENCIA : NTP 339.237:2012

No.	Identificación	Edad (días)	Tiempo (μ seg)	Velocidad (m/s)	Módulo de elasticidad dinámico (Mpa)
118	f _c =350 kg/cm ² - PATRÓN	28	69.45	4320	42119.22
119	f _c =350 kg/cm ² - PATRÓN	28	67.40	4451	44587.41
120	f _c =350 kg/cm ² - PATRÓN	28	69.07	4343	42175.86
130	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	70.48	4257	40599.84
131	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	67.24	4462	43790.18
132	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	71.67	4186	39119.32
142	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	64.83	4627	48134.08
143	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	67.59	4439	43353.45
144	f _c = 350 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	80.77	3714	30356.90
154	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	60.18	4985	54177.37
155	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	61.01	4917	52562.25
156	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	61.20	4902	52741.73
166	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	65.60	4573	46134.09
167	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	74.96	4002	35197.31
168	f _c = 350 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	76.50	3922	33879.14
178	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	64.12	4679	48973.67
179	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	62.23	4821	51877.81
180	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	56.17	5341	63932.72
190	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	71.03	4224	39329.91
191	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	67.58	4439	43439.82
192	f _c = 350 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	71.73	4182	38889.08
202	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	57.60	5208	60846.20
203	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	66.05	4542	46262.58
204	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	60.56	4954	55067.53
214	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	61.14	4907	54129.97
215	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	68.29	4393	43417.37
216	f _c = 350 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	66.53	4509	45653.01

ANEXO 4.2.4.3 RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=420 \text{ kg/cm}^2$.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO EN CHICLAYO – 2017"

TESISTA : TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON

ENSAYO : CONCRETO. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE PULSO A TRAVÉS DEL CONCRETO

REFERENCIA : NTP 339.237:2012

No.	Identificación	Edad (días)	Tiempo (μ seg)	Velocidad (m/s)	Módulo de elasticidad dinámico (Mpa)
226	f _c =420 kg/cm ² - PATRÓN	28	67.99	4412	43065.43
227	f _c =420 kg/cm ² - PATRÓN	28	66.49	4512	45179.35
228	f _c =420 kg/cm ² - PATRÓN	28	67.81	4424	43396.39
238	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	53.59	5598	70026.89
239	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	60.54	4955	55241.24
240	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:1.412%	28	59.99	5001	54670.41
250	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	59.97	5003	53741.39
251	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	64.14	4677	47836.15
252	f _c = 420 kg/cm ² - CR:80% - S:0.706%	28	63.66	4713	49318.18
262	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	57.18	5247	60438.44
263	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	58.70	5111	57403.47
264	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:1.412%	28	59.69	5026	55718.66
274	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	56.95	5268	60726.98
275	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	57.41	5226	59842.68
276	f _c = 420 kg/cm ² - CR:60% - S:0.706%	28	61.06	4913	52374.50
286	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	53.67	5590	69820.36
287	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	50.18	5978	79626.15
288	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:1.412%	28	48.12	6234	86682.36
298	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	63.80	4702	48173.38
299	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	60.89	4927	53018.45
300	f _c = 420 kg/cm ² - CR:40% - S:0.706%	28	62.37	4810	50727.38
310	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	57.03	5260	61490.96
311	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	56.07	5350	62857.90
312	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:1.412%	28	58.34	5142	58400.44
322	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	58.56	5123	58353.97
323	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	58.19	5156	58995.61
324	f _c = 420 kg/cm ² - CR:20% - S:0.706%	28	55.44	5411	64880.34

**ANEXO 5 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA
PRODUCCIÓN DEL CONCRETO.**

**ANEXO 5.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE
LOS MATERIALES.**

ANEXO 5.1.1 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE 1m³ DE ARENA GRUESA.

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE PRODUCCIÓN DE 1M³
DE ARENA GRUESA

Nota: Se ha analizado el proceso requerido para la producción de 1000m³ de arena gruesa

N°	ACTIVIDAD / EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
1.	EXTRACCIÓN DE MATERIAL				1,700.00
1.2.	CATERPILLAR 330C	día/M	2	400.00	800.00
1.3.	VOLADURA	Und.	20	20.00	400.00
1.4.	DERECHO DE EXTRACCIÓN	glob.		500.00	500.00
2.	ACARREO DE MATERIAL				3,050.00
2.2.	CATERPILLAR 966	día/M	2	400.00	800.00
2.3.	VOLVO FMX 6X4	día/M	15	150.00	2,250.00
3.	ALIMENTACIÓN LA ZARANDA				400.00
3.2.	CATERPILLAR 966	día/M	1	400.00	400.00
4.	ZARANDA				3,000.00
4.1.	ZARANDA	día/M	1	1,000.00	1,000.00
4.5.	TAMIZADORA	día/M	4	500.00	2,000.00
5.	CARGA DE VAGONETAS Y STOCK				820.00
5.1.	CATERPILLAR 988	día/M	1	420.00	420.00
5.2.	CATERPILLAR 966	día/M	1	400.00	400.00
6.	EXTRAS				40.00
6.2.	GUARDIANÍA	día/H	2	20.00	40.00
7.	SALARIOS				1,455.00
7.1.	OPERARIO	día/H	20	60.00	1,200.00
7.2.	PEON	día/H	10	20.00	200.00
7.3.	ESPECIALISTA DE PLANTA	día/H	1	55.00	55.00
Sub-total					\$10,465.00
Gastos Generales (7%)					\$732.55
Impuestos (8%)					\$837.20
Utilidad (6%)					\$523.25
Total					\$12,558.00
Costo de producción de 1m³ de arena gruesa (\$)					\$12.56
Tipo de cambio (*)					3.243
Costo de producción de 1m³ de arena gruesa (S/)					S/40.73
Precio de Venta (Incl. IGV)					S/48.06

(*) Actualizado al 27/12/2017 de <http://www.sunat.gob.pe/cl-at-ittipcam/tcS01Aalias>

**ANEXO 5.1.2 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE 1m³ DE
PIEDRA CHANCADA DE 1/2" A 3/4" HUSO 67.**

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE PRODUCCIÓN DE 1M³
DE PIEDRA CHANCADA DE 1/2" A 3/4" HUSO 67

Nota: Se ha analizado el proceso requerido para la producción de 1000m³ de arena gruesa

N°	ACTIVIDAD / EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
1.	EXTRACCIÓN DE MATERIAL				2,020.00
1.1.	CATERPILLAR D8R	día/M	1	420.00	420.00
1.2.	CATERPILLAR 330C	día/M	2	350.00	700.00
1.3.	VOLADURA	Und.	20	20.00	400.00
1.4.	DERECHO DE EXTRACCIÓN	glob.		500.00	500.00
2.	ACARREO DE MATERIAL				3,200.00
2.1.	CATERPILLAR 330C	día/M	2	500.00	1,000.00
2.2.	CATERPILLAR 966	día/M	2	400.00	800.00
2.3.	VOLVO FMX 6X4	día/M	4	150.00	600.00
2.4.	VOLVO FMX 400 8X4	día/M	4	200.00	800.00
3.	ALIMENTACIÓN DEL IMPACTADOR				820.00
3.1.	CATERPILLAR 988	día/M	1	420.00	420.00
3.2.	CATERPILLAR 966	día/M	1	400.00	400.00
4.	IMPACTADOR				5,900.00
4.1.	TRITURADOR INICIAL	día/M	1	1,000.00	1,000.00
4.2.	IMPACTADOR	día/M	1	1,500.00	1,500.00
4.3.	GENERADOR	día/M	2	200.00	400.00
4.4.	FAJAS TRANSPORTADORAS	día/M	10	100.00	1,000.00
4.5.	TAMIZADORA	día/M	4	500.00	2,000.00
5.	CARGA DE VAGONETAS Y STOCK				820.00
5.1.	CATERPILLAR 988	día/M	1	420.00	420.00
5.2.	CATERPILLAR 966	día/M	1	400.00	400.00
6.	EXTRAS				220.00
6.1.	TORRE DE ILUMINACIÓN	día	4	30.00	120.00
6.2.	GUARDIANÍA	día/H	5	20.00	100.00
7.	SALARIOS				975.00
7.1.	OPERARIO	día/H	15	60.00	900.00
7.2.	AYUDANTE	día/H	1	20.00	20.00
7.3.	ESPECIALISTA DE PLANTA	día/H	1	55.00	55.00
				Sub-total	\$13,955.00
				Gastos Generales (7%)	\$976.85
				Impuestos (8%)	\$1,116.40
				Utilidad (5%)	\$697.75
				Total	\$16,746.00
				Costo de producción de 1m³ de arena gruesa (\$)	\$16.75
				Tipo de cambio	3.243
				Costo de producción de 1m³ de arena gruesa (S/)	S/54.31
				Precio de Venta (Incl. IGV)	S/64.08

(*) Actualizado al 27/12/2017 de <http://www.sunat.gob.pe/cl-at-itipcam/tcS01Alias>

**ANEXO 5.1.3 ANÁLISIS DE COSTOS DE PROCESAMIENTO DE 1m³ DE
CONCRETO RECICLADO.**

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE PRODUCCIÓN DE 1M³
DE AGREGADO GRUESO RECICLADO

Nota: Se ha analizado el proceso requerido para el procesamiento de 1000m³ de concreto reciclado

N°	ACTIVIDAD / EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
1. EXTRACCIÓN DE MATERIAL					2,700.00
1.1.	CATERPILLAR 330C	día/M	2	350.00	700.00
1.2.	LIMPIEZA GLOBAL DEL MATERIAL RECICLADO	glob.		2,000.00	2,000.00
2. ACARREO DE MATERIAL					2,200.00
2.2.	CATERPILLAR 966	día/M	2	400.00	800.00
2.3.	VOLVO FMX 6X4	día/M	4	150.00	600.00
2.4.	VOLVO FMX 400 8X4	día/M	4	200.00	800.00
3. ALIMENTACIÓN DEL IMPACTADOR					820.00
3.1.	CATERPILLAR 988	día/M	1	420.00	420.00
3.2.	CATERPILLAR 966	día/M	1	400.00	400.00
4. IMPACTADOR					5,900.00
4.1.	TRITURADOR INICIAL	día/M	1	1,000.00	1,000.00
4.2.	IMPACTADOR	día/M	1	1,500.00	1,500.00
4.3.	GENERADOR	día/M	2	200.00	400.00
4.4.	FAJAS TRANSPORTADORAS	día/M	10	100.00	1,000.00
4.5.	TAMIZADORA	día/M	4	500.00	2,000.00
5. CARGA DE VAGONETAS Y STOCK					820.00
5.1.	CATERPILLAR 988	día/M	1	420.00	420.00
5.2.	CATERPILLAR 966	día/M	1	400.00	400.00
6. EXTRAS					340.00
6.1.	TORRE DE ILUMINACIÓN	día	8	30.00	240.00
6.2.	GUARDIANÍA	día/H	5	20.00	100.00
7. SALARIOS					975.00
7.1.	OPERARIO	día/H	15	60.00	900.00
7.2.	AYUDANTE	día/H	1	20.00	20.00
7.3.	ESPECIALISTA DE PLANTA	día/H	1	55.00	55.00
Sub-total \$13,755.00					
Gastos Generales (7%) \$962.85					
Impuestos (8%) \$1,100.40					
Utilidad (5%) \$687.75					
Total \$16,506.00					
Tipo de cambio (*) 3.243					
Costo de producción de 1m³ de agregado fino reciclado (33% del global) (\$) \$5.45					
Costo de procesamiento de 1m³ de concreto reciclado (S/) S/17.66					
Precio de Venta (Incl. IGV) S/20.84					
Tipo de cambio (*) 3.243					
Costo de producción de 1m³ de agregado grueso reciclado (67% del global) (\$) \$11.06					
Costo de procesamiento de 1m³ de concreto reciclado (S/) S/35.86					
Precio de Venta (Incl. IGV) S/42.32					

(*) Actualizado al 27/12/2017 de <http://www.sunat.gob.pe/cl-at-ittipcam/tcS01Alias>

**ANEXO 5.2 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA
PRODUCCIÓN DE LOS CONCRETOS DE ALTA
RESISTENCIA.**

**ANEXO 5.2.1 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LOS
CONCRETOS DISEÑADOS PARA LA RESISTENCIA ESPECÍFICA $f'_c=280$
kg/cm².**

ANEXO 5.2.1.1 DISEÑO PATRÓN - f'c = 280 kg-cm².

Partida	001	DISEÑO PATRÓN - f'c = 280 kg/cm²					
Rendimiento	m³/DIA	25.0000		EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m ³ :	342.14	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	
	Mano de Obra					Parcial S/	
						40.78	
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON			hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
	Materiales						287.60
ARENA GRUESA			m ³		0.5163	42.29	21.83
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67			m ³		0.5711	51.61	29.47
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)			bls		13.2032	17.67	233.30
GASOLINA 84 OCTANOS			gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W			gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP			lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA			m ³		0.2831	5.68	1.61
	Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3			hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg			hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL			%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.1.2 DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:80% + S:1.412%.

Partida	002	DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:80% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	351.70	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						297.16
ARENA GRUESA		m ³		0.0457	42.29	1.93
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.2262	17.66	3.99
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.0655	51.61	3.38
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.2248	35.86	8.06
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		13.2032	17.67	233.30
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		6.6016	6.57	43.39
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.3018	5.68	1.71
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.1.3 DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:80% + S:0.706%.

Partida	003	DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:80% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	329.97	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						275.43
ARENA GRUESA		m ³		0.0454	42.29	1.92
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.2250	17.66	3.97
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.0656	51.61	3.39
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.2248	35.86	8.06
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		13.2032	17.67	233.30
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		3.3008	6.57	21.70
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.3018	5.68	1.71
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.1.4 DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:60% + S:1.412%.

Partida	004	DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:60% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	354.03	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						299.49
ARENA GRUESA		m ³		0.0958	42.29	4.05
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1740	17.66	3.07
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1313	51.61	6.78
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1650	35.86	5.92
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		13.2032	17.67	233.30
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		6.6016	6.57	43.39
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2814	5.68	1.60
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.1.5 DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:60% + S:0.706%.

Partida	005	DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:60% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	332.29	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						277.75
ARENA GRUESA		m ³		0.0956	42.29	4.04
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1736	17.66	3.07
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1310	51.61	6.76
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1646	35.86	5.90
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		13.2032	17.67	233.30
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		3.3008	6.57	21.70
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2814	5.68	1.60
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.1.6 DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:40% + S:1.412%.

Partida	006	DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:40% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	356.31	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						301.77
ARENA GRUESA		m ³		0.1480	42.29	6.26
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1194	17.66	2.11
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1932	51.61	9.97
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1079	35.86	3.87
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		13.2032	17.67	233.30
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		6.6016	6.57	43.39
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2623	5.68	1.49
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.1.7 DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:40% + S:0.706%.

Partida	007	DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:40% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	334.57	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						280.03
ARENA GRUESA		m ³		0.1477	42.29	6.25
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1192	17.66	2.11
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1928	51.61	9.95
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1077	35.86	3.86
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		13.2032	17.67	233.30
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		3.3008	6.57	21.70
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2623	5.68	1.49
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.1.8 DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:20% + S:1.412%.

Partida	008	DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:20% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	358.80	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						304.26
ARENA GRUESA		m ³		0.2077	42.29	8.78
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.0613	17.66	1.08
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.2526	51.61	13.04
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.0529	35.86	1.90
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		13.2032	17.67	233.30
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		6.6016	6.57	43.39
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2440	5.68	1.39
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.1.9 DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:20% + S:0.706%.

Partida	009	DISEÑO f'c = 280 kg/cm² + CR:20% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	336.84	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						282.30
ARENA GRUESA		m ³		0.2023	42.29	8.56
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.0612	17.66	1.08
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.2521	51.61	13.01
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.0528	35.86	1.89
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		13.2032	17.67	233.30
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		3.3008	6.57	21.70
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2440	5.68	1.39
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

**ANEXO 5.2.2 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LOS
CONCRETOS DISEÑADOS PARA LA RESISTENCIA ESPECÍFICA $f'_c=350$
kg/cm².**

ANEXO 5.2.2.1 DISEÑO PATRÓN - f'c = 350 kg-cm².

Partida	001	DISEÑO PATRÓN - f'c = 350 kg/cm²				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000		EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m ³ :	400.36
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/
	Mano de Obra					Parcial S/
						40.78
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0640	25.16
PEON			hh	7.0000	2.5600	15.30
	Materiales					345.82
ARENA GRUESA			m ³		0.4568	42.29
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67			m ³		0.5053	51.61
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)			bls		16.8243	17.67
GASOLINA 84 OCTANOS			gal		0.1200	9.69
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W			gal		0.0040	34.60
GRASA MÚLTIPLE EP			lb		0.0080	9.68
AGUA			m ³		0.3090	5.68
	Equipos					13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3			hm	1.0000	0.3200	26.21
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg			hm	1.0000	0.3200	5.39
HERRAMIENTA MANUAL			%mo		5.0000	73.04

ANEXO 5.2.2.2 DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:80% + S:1.412%.

Partida	002	DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:80% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	425.62	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						371.08
ARENA GRUESA		m ³		0.0400	42.29	1.69
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1981	17.66	3.50
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.0577	51.61	2.98
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1979	35.86	7.10
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		16.8243	17.67	297.29
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		8.4122	6.57	55.29
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.3264	5.68	1.85
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.2.3 DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:80% + S:0.706%.

Partida	003	DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:80% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	397.93	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						343.39
ARENA GRUESA		m ³		0.0399	42.29	1.69
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1975	17.66	3.49
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.0576	51.61	2.97
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1974	35.86	7.08
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		16.8243	17.67	297.29
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		4.2061	6.57	27.65
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.3264	5.68	1.85
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.2.4 DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:60% + S:1.412%.

Partida	004	DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:60% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	427.71	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						
						373.17
ARENA GRUESA		m ³		0.0845	42.29	3.57
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1535	17.66	2.71
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1158	51.61	5.98
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1455	35.86	5.22
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		16.8243	17.67	297.29
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		8.4122	6.57	55.29
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.3050	5.68	1.73
Equipos						
						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.2.5 DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:60% + S:0.706%.

Partida	005	DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:60% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	400.02	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						
						345.47
ARENA GRUESA		m ³		0.0843	42.29	3.57
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1530	17.66	2.70
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1155	51.61	5.96
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1451	35.86	5.20
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		16.8243	17.67	297.29
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		4.2061	6.57	27.65
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.3050	5.68	1.73
Equipos						
						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.2.6 DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:40% + S:1.412%.

Partida	006	DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:40% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	429.43	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						374.88
ARENA GRUESA		m ³		0.1311	42.29	5.54
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1057	17.66	1.87
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1711	51.61	8.83
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.0855	35.86	3.07
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		16.8243	17.67	297.29
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		8.4122	6.57	55.29
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2848	5.68	1.62
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.2.7 DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:40% + S:0.706%.

Partida	007	DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:40% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	402.08	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						347.54
ARENA GRUESA		m ³		0.1307	42.29	5.53
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1054	17.66	1.86
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1706	51.61	8.80
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.0953	35.86	3.42
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		16.8243	17.67	297.29
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		4.2061	6.57	27.65
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2848	5.68	1.62
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.2.8 DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:20% + S:1.412%.

Partida	008	DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:20% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	431.85	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						
						377.30
ARENA GRUESA		m ³		0.1800	42.29	7.61
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.0545	17.66	0.96
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.2243	51.61	11.58
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.0470	35.86	1.69
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		16.8243	17.67	297.29
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		8.4122	6.57	55.29
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2656	5.68	1.51
Equipos						
						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.2.9 DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:20% + S:0.706%.

Partida	009	DISEÑO f'c = 350 kg/cm² + CR:20% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	404.15	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						349.61
ARENA GRUESA		m ³		0.1796	42.29	7.60
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.0543	17.66	0.96
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.2238	51.61	11.55
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.0469	35.86	1.68
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		16.8243	17.67	297.29
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		4.2061	6.57	27.65
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2656	5.68	1.51
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

**ANEXO 5.2.3 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LOS
CONCRETOS DISEÑADOS PARA LA RESISTENCIA ESPECÍFICA $f'_c=420$
kg/cm².**

ANEXO 5.2.3.1 DISEÑO PATRÓN - f'c = 420 kg-cm².

Partida	001	DISEÑO PATRÓN - f'c = 420 kg/cm²					
Rendimiento	m³/DIA	25.0000		EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m ³ :	467.02	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	
	Mano de Obra					Parcial S/	
						40.78	
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON			hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
	Materiales						412.48
ARENA GRUESA			m ³		0.3946	42.29	16.69
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67			m ³		0.4365	51.61	22.53
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)			bls		20.9418	17.67	370.04
GASOLINA 84 OCTANOS			gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W			gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP			lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA			m ³		0.3245	5.68	1.84
	Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3			hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg			hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL			%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.3.2 DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:80% + S:1.412%.

Partida	002	DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:80% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	509.82	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						455.28
ARENA GRUESA		m ³		0.0343	42.29	1.45
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1701	17.66	3.00
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.0496	51.61	2.56
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1699	35.86	6.09
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		20.9418	17.67	370.04
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		10.4709	6.57	68.83
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.3387	5.68	1.92
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.3.3 DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:80% + S:0.706%.

Partida	003	DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:80% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	475.36	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						420.82
ARENA GRUESA		m ³		0.0342	42.29	1.45
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1694	17.66	2.99
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.0494	51.61	2.55
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1694	35.86	6.07
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		20.9418	17.67	370.04
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		5.2353	6.57	34.41
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.3387	5.68	1.92
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.3.4 DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:60% + S:1.412%.

Partida	004	DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:60% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	511.67	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						457.12
ARENA GRUESA		m ³		0.0729	42.29	3.08
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1323	17.66	2.34
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.0999	51.61	5.16
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1255	35.86	4.50
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		20.9418	17.67	370.04
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		10.4709	6.57	68.83
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.3172	5.68	1.80
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.3.5 DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:60% + S:0.706%.

Partida	005	DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:60% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³: 477.19		
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						
						422.65
ARENA GRUESA		m ³		0.0726	42.29	3.07
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.1318	17.66	2.33
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.0995	51.61	5.14
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.1250	35.86	4.48
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		20.9418	17.67	370.04
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		5.2355	6.57	34.41
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.3172	5.68	1.80
Equipos						
						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.3.6 DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:40% + S:1.412%.

Partida	006	DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:40% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	513.49	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						458.95
ARENA GRUESA		m ³		0.1134	42.29	4.80
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.0915	17.66	1.62
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1480	51.61	7.64
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.0826	35.86	2.96
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		20.9418	17.67	370.04
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		10.4709	6.57	68.83
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2971	5.68	1.69
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.3.7 DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:40% + S:0.706%.

Partida	007	DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:40% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	479.01	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						
						424.47
ARENA GRUESA		m ³		0.1130	42.29	4.78
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.0911	17.66	1.61
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1475	51.61	7.61
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.0823	35.86	2.95
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		20.9418	17.67	370.04
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		5.2355	6.57	34.41
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2971	5.68	1.69
Equipos						
						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.3.8 DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:20% + S:1.412%.

Partida	008	DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:20% + S:1.412%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	515.32	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						460.78
ARENA GRUESA		m ³		0.1562	42.29	6.61
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.0473	17.66	0.84
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1947	51.61	10.05
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.0408	35.86	1.46
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		20.9418	17.67	370.04
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		10.4709	6.57	68.83
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2779	5.68	1.58
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 5.2.3.9 DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:20% + S:0.706%.

Partida	009	DISEÑO f'c = 420 kg/cm² + CR:20% + S:0.706%				
Rendimiento	m³/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por m³:	480.84	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						40.78
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0640	25.16	1.61
PEON		hh	7.0000	2.5600	15.30	39.17
Materiales						426.30
ARENA GRUESA		m ³		0.1557	42.29	6.58
AGREGADO FINO RECICLADO		m ³		0.0471	17.66	0.83
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4" HUSO 67		m ³		0.1940	51.61	10.01
AGREGADO GRUESO RECICLADO		m ³		0.0406	35.86	1.46
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)		bls		20.9418	17.67	370.04
SIKACEM® PLASTIFICANTE (4 L)		L		5.2355	6.57	34.41
GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.1200	9.69	1.16
ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal		0.0040	34.60	0.14
GRASA MÚLTIPLE EP		lb		0.0080	9.68	0.08
AGUA		m ³		0.2779	5.68	1.58
Equipos						13.76
MEZCLADORA DE CONCRETOT.TAMBOR 23HO 11-12P3		hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP, 2.40 plg		hm	1.0000	0.3200	5.39	1.72
HERRAMIENTA MANUAL		%mo		5.0000	73.04	3.65

ANEXO 6 TRÁMITES DOCUMENTARIOS

ANEXO 6.1 SOLICITUD A: “TUBOS Y PORTES S.R.L.”

Pimentel, 13 de febrero del 2018

Señor
ANDRES REYES CÉSPEDES
Gerente General
Tubos y Postes S.R.L.
Ciudad.-

Asunto: Solicita facilidades a estudiantes de Ingeniería Civil con materiales para desarrollo de Tesis

Es grato dirigirme a usted para expresarle el saludo institucional a nombre de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Señor de Sipán y presentar al estudiante del IX ciclo de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil **TELLO TANTALEÁN JHON BRANDON**, Código Universitario N° 2131817078, identificado con DNI 70839606, para quien se solicita se le brinde material de construcción, específicamente concreto procedente de la demolición de postes u otras estructuras prefabricadas que se elaboran en la planta de su empresa.

Dicho material se utilizará en el estudio y reutilización en el diseño de mezclas de concreto, con la finalidad de desarrollar su tesis denominada: **“ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DEL ADITIVO SIKA CEM PLASTIFICANTE EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO CONCRETO RECICLADO”**

Seguro de contar con su gentil atención, aprovecho la oportunidad para reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.R.L.
Mg. Ernesto Dante Rodríguez Lalitte
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
ARQUITECTURA Y URBANISMO

ADMISIÓN E INFORMES

074 481610 - 074 481632

CAMPUS USS

Km. 5, carretera a Pimentel
Chiclayo, Perú

www.uss.edu.pe

ANEXO 7 PANEL FOTOGRÁFICO



Postes de los cuales se extrajo el concreto reciclado para esta investigación.



Tambor principal de la chancadora, usado para tritura el concreto reciclado.



Salida de concreto reciclado ya triturado.



Uso de cargador frontal para descargar el concreto reciclado del camión en el que se transportó desde la planta Tubos y Postes SRL.



Obtención de la materia prima (concreto reciclado) usado en esta investigación.



Moldes de PVC para la elaboración de testigos de 6" × 12".



Pedido de 50 bolsas de cemento Pacasmayo Portland Tipo I, usados en esta investigación.



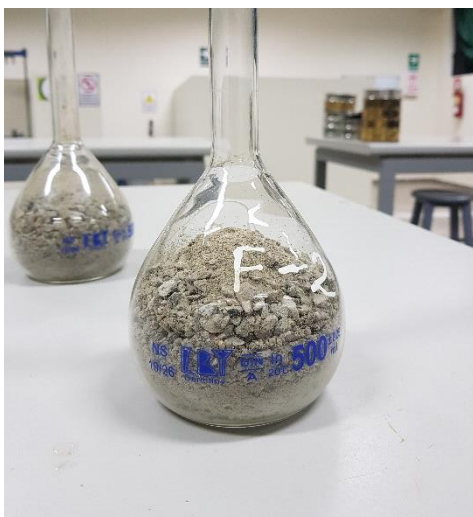
Mallas granulométricas usadas para el tamizado de muestras.



Muestra de agregado fino tamizado por las mallas normalizadas.



Compactación en la pieza cónica para verificar el contenido de humedad de muestras saturadas para el peso específico.



Fiola con muestra de 500 gr de agregado fino reciclado.



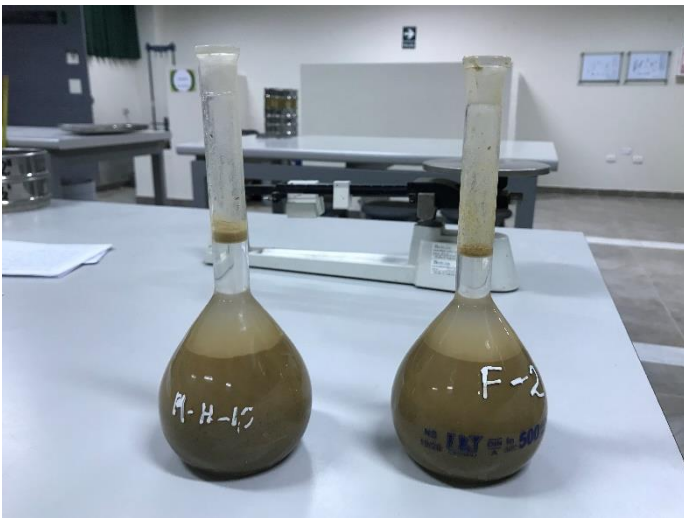
Muestras de agregado fino y grueso usados para los ensayos normalizados de los agregados.



Muestras de agregado grueso saturados.



Verificación del grado de saturación del agregado fino para la estimación del peso específico



Muestra de 500gr de agregado fino dentro de fiola para el ensayo de peso específico.



Pesado de materiales para una tanda de concreto, elaborado in situ



Elaboración de muestras de prueba.



Rotura de probetas de muestra.



Materiales necesarios para una tanda de concreto



Vaciado de probetas y vigas



Puesta de elementos en la poza de curado



Vaciado de varias probetas y vigas



Rotura de las probetas definitivas consideradas en esta investigación



Elementos preparados para aplicar los ensayos para concreto endurecido



Pulido de las caras de las probetas para la aplicación del número de rebote



Esclerómetro y Equipo de ultrasonido ambos de marca Proceq



Muestras para ensayar a los 28 días para estudio del concreto endurecido



Elemento luego de haberse sometido a esfuerzos a compresión



Aplicación del pulso ultrasonido en una probeta



Equipos Proceq para el estudio no destructivo del concreto endurecido



Medida de la distancia entre los apoyos para el ensaye de vigas



Técnico del Laboratorio colocado la base para el ensaye de vigas



Viga después del ensayo de esfuerzo a flexión



Viga después del fallo de aplicar una carga en su eje central



Vigas correspondientes a las resistencias $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ luego de ser ensayadas



Extracción de volúmenes de agua producto de la exudación del concreto



Muestras para el ensayo de cálculo de tiempo de fraguado por resistencia a la penetración



Uso Penetrómetro para la estimación del tiempo de fraguado



Muestra ensayada en el Penetrómetro para la estimación del tiempo de fraguado

ANEXO 8 PRESUPUESTO

Mano de obra

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (s/.)	Subtotal
Cargado y descargado de concreto reciclado	h-h	20	20.00	S/. 400.00
Retroexcavadora	h-m	1	300.00	S/. 300.00
Elaboración de probetas	h-h	100.00	6.00	S/. 600.00
Viáticos	Día	90	5.00	S/. 450.00
Total				S/. 1,750.00

Servicios

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (s/.)	Subtotal
Chancadora – “Piedra Azul” S.A.C.	Hora	1	1,000.00	S/. 1,000.00
Trompo	Día	10	20.00	S/. 200.00
Flete de concreto reciclado	Hora	20	25.00	S/. 400.00
Flete de cemento	Hora	2	20.00	S/. 40.00
Flete de agregados	Horas	2	20.00	S/. 40.00
Flete de moldes	Global	1	90.00	S/. 90.00
Movilidad	Día	50	10.00	S/. 500.00
Herramientas	Global	1	500.00	S/. 500.00
Materiales de escritorio	Global	1	300.00	S/. 300.00
Moldes cilíndricos de PVC 6”x12”	Unidad	108	13.50	S/. 1,458.00
Total				S/. 4,520.00

Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (s/.)	Subtotal
Cemento Pacasmayo Portland Tipo I	Bolsa	50	25.20	S/. 1,260.00
Agregado Fino – Cantera “La Victoria”	m ³	2	50.00	S/. 100.00
Agregado Grueso ½” – Cantera “Tres Tomas”	m ³	2	70.00	S/. 140.00
Aditivo Sika® Cem Plastificante	Gal	5	30.00	S/. 150.00
Desmoldante para moldes	Gal	1	30.00	S/. 30.00
Madera	Pie	10	25.00	S/. 250.00
Tornillos 1½”	Unidad	200	0.30	S/. 60.00
Total				S/. 1,990.00

Ensayos

Código	Descripción	Referencia	N°	Precio	Subtotal
ACO1	Contenido de humedad del agregado fino y grueso	N.T.P 339.185	4	10.00	S/. 40.00
ACO2	Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino y grueso	N.T.P 400.012	4	25.00	S/. 100.00
ACO4	Peso específico y absorción del agregado fino	N.T.P 400.022	2	30.00	S/. 60.00
ACO4	Peso específico y absorción del agregado grueso	N.T.P 400.021	2	30.00	S/. 60.00
ACO6	Peso unitario suelto del agregado fino y grueso	N.T.P 400.017	4	30.00	S/. 120.00
ACO7	Peso unitario varillado del agregado fino y grueso	N.T.P 400.017	4	30.00	S/. 120.00
AC16	Diseño de mezclas de concreto patrón	Rec.ACI-211	3	201.00	S/. 603.00
AC17	Diseño de mezclas de concreto de alta resistencia con aditivo	Rec.ACI-211	24	350.00	S/. 8,400.00

AC19	Exudación	339.077	27	80.00	S/. 2,160.00
AC20	Temperatura del concreto fresco	339.184	27	5.00	S/. 135.00
AC21	Contenido de aire del concreto fresco (Washington)	339.083	27	50.00	S/. 1,350.00
AC23	Tiempo de fraguado	339.082	27	150.00	S/. 4,050.00
AC25	Compresión	339.034	324	15.00	S/. 4,860.00
Total					S/. 22,058.00

El costo total que demandó la realización de este proyecto asciende a los treinta mil trescientos dieciocho soles (S/. 30,318.00) de inversión.

La Empresa “Piedra Azul” S.A.C. aportó con los servicios y logística significando el 3.30% de la inversión de este proyecto.

La Universidad Señor de Sipán aportó con los servicios prestados en el Laboratorio de Materiales con el 72.76% del presupuesto total.

Además, el autor de esta investigación aportó el 23.94% del presupuesto invertido en este proyecto.

ANEXO 9 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	17 dic '17							24 dic '17							31 dic '17							7 ene '18							
				D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X				
1	✓		OBTENCIÓN DE CONCRETO RECICLADO:	25 días	[Gantt bar for task 1]																											
2	✓		SOLICITACIÓN EN PLANTA TUBOS Y POSTES	14 días	[Gantt bar for task 2]																											
3	✓		PRESENTACIÓN DE SOLICITUD EN LA EMPRESA	5 días	[Gantt bar for task 3]																											
4	✓		ENTREGA DE CONCRETO RECICLADO	6 días	[Gantt bar for task 4]																											
5	✓		TRITURACIDO DEL CONCRETO RECICLADO	2 días	[Gantt bar for task 5]																											
6	✓		SOLICITACIÓN EN PLANTA PIEDRA AZUL	1 día	[Gantt bar for task 6]																											
7	✓		TRITURACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO	1 día	[Gantt bar for task 7]																											
8	✓		CEMENTO PORTLAND TIPO I	14 días	[Gantt bar for task 8]																											
9	✓		PEDIDO A PLANTA PACASMAYO	7 días	[Gantt bar for task 9]																											
10	✓		ENTREGA DE CEMENTO	7 días	[Gantt bar for task 10]																											
11	✓		ENSAYOS DE MATERIALES EN LABORATORIO	8 días	[Gantt bar for task 11]																											
12	✓		GRANULOMETRIA	2 días	[Gantt bar for task 12]																											
13	✓		PESO ESPECIFICO	2 días	[Gantt bar for task 13]																											
14	✓		CONTENIDO DE HUMEDAD	2 días	[Gantt bar for task 14]																											
15	✓		PESO UNITARIO	2 días	[Gantt bar for task 15]																											
16	✓		ESTUDIO DEL CONCRETO RECICLADO	4 días	[Gantt bar for task 16]																											
17	✓		GRANULOMETRIA	1 día	[Gantt bar for task 17]																											
18	✓		PESO ESPECIFICO	1 día	[Gantt bar for task 18]																											
19	✓		CONTENIDO DE HUMEDAD	1 día	[Gantt bar for task 19]																											
20	✓		PESO UNITARIO	1 día	[Gantt bar for task 20]																											
21	✓		DISEÑO DE CONCRETO PATRON	3 días	[Gantt bar for task 21]																											
22	✓		ELABORACIÓN DEL DISEÑO	1 día	[Gantt bar for task 22]																											

Proyecto: Proyecto2 Fecha: vie 22/06/18	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	17 dic '17							24 dic '17							31 dic '17							7 ene '18						
				D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X			
23	✓	📄	ELABORACIÓN DE PROBETAS DE MUESTRA	1 día																											
24	✓	📄	OBTENCIÓN DE DATOS A LOS 7 DÍAS	1 día																											
25	✓	📄	CORRECCIÓN DEL DISEÑO	7 días																											
26	✓	📄	ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	29 días?																											
27	✓	📄	VACIADO DE PROBETAS	1 día?																											
28	✓	📄	ENSAYO DE PROBETAS A LOS 3 DÍAS	1 día																											
29	✓	📄	ENSAYO DE PROBETAS A LOS 7 DÍAS	1 día																											
30	✓	📄	ENSAYO DE PROBETAS A LOS 14 DÍAS	1 día																											
31	✓	📄	ENSAYO DE PROBETAS A LOS 28 DÍAS	1 día																											

Proyecto: Proyecto2 Fecha: vie 22/06/18	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			



