

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE
JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN $F'C=210$ KG/CM², CON CEMENTO TIPO
IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022**

Presentado por:

Bach. CCOHUANQUI SANTOYO, RONY

Bach. TUPA ZEVALLOS, RICHARD ALAIN

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Asesor:

ING. AZPILCUETA CARBONELL, JOSE FELIPE

CUSCO – PERÚ
2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

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

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTOS FRÍOS RUGOSOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
FC: 210 Kg/cm² con cemento tipo IP en la ciudad del Cusco, 2022

presentado por: Rony Cahuangui Santoya con DNI Nro.: 48528749

presentado por: Richard Alain tupa Escobedo con DNI Nro.: 44758796

para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Civil

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

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

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

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

Cusco, 20 de Setiembre de 2023

Firma

Post firma Luis José F. Azpilcueta Cuellar

Nro. de DNI 23881345

ORCID del Asesor 0000-0003-3954-4737

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio. Turnitin
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: _____

<https://unsaac.turnitin.com/view/submissions/d;27259-26533688?locale=es-H>

NOMBRE DEL TRABAJO

**Analisis-de-Comportamiento-Mecanico-
de-Juntas-Frias-en-la-Resistencia-FC-21
0-Cusco.docx**

AUTOR

RONY - RICHARD CCOHUANQUI - TUPA

RECUENTO DE PALABRAS

33439 Words

RECUENTO DE CARACTERES

169244 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

242 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

13.6MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 20, 2023 11:09 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 20, 2023 11:13 AM GMT-5

● **3% de similitud general**

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

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

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado



TABLA DE CONTENIDO

1.	CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Justificación de la investigación	3
1.3.	Planteamiento y formulación del problema de investigación	4
1.3.1.	Problema general	4
1.3.2.	Problemas específicos	4
1.4.	Objetivos de investigación	5
1.4.1.	Objetivo principal	5
1.4.2.	Objetivos específicos	5
2.	CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	6
2.1.	Marco conceptual y antecedentes de la investigación	6
2.1.1.	Antecedentes de la investigación	6
2.1.2.	Marco conceptual (base teórica)	8
2.1.2.1.	Componentes del concreto	8
2.1.2.1.1.	Cemento portland	8
2.1.2.1.2.	Cemento portland adicionados	10
2.1.2.1.3.	Agregados	14
2.1.2.1.4.	Agua	21
2.1.2.2.	Tipos de concreto	22
2.1.2.2.1.	Concreto simple	22
2.1.2.2.2.	Concreto armado	23
2.1.2.2.3.	Concreto estructural	23
2.1.2.2.4.	Concreto ciclópeo	23
2.1.2.2.5.	Concretos livianos	23
2.1.2.2.6.	Concreto normales	23
2.1.2.2.7.	Concretos pesados	23
2.1.2.3.	Propiedades del concreto	24
2.1.2.3.1.	Trabajabilidad	24
2.1.2.3.2.	Consistencia	25
2.1.2.3.3.	Segregación	27
2.1.2.3.4.	Resistencia	28



2.1.2.3.5.	Exudación	29
2.1.2.3.6.	Cohesividad	29
2.1.2.3.7.	Durabilidad	30
2.1.2.4.	Curado del concreto	30
2.1.2.5.	Juntas frías	31
3.	CAPITULO III: HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	33
3.1.	Limitaciones de la investigación	33
3.1.1.	Cemento	33
3.1.2.	Agregados	36
3.1.3.	Juntas frías	37
3.1.4.	Tiempo de formación de la junta fría	37
3.1.5.	Resistencia de diseño a los 28 días	38
3.2.	Hipótesis de investigación	38
3.2.1.	Hipótesis general	38
3.2.2.	Hipótesis específicas	38
3.3.	Metodología de investigación	38
3.3.1.	Tipo de investigación	38
3.3.2.	Nivel de investigación	39
3.3.3.	Diseño de investigación	39
3.3.4.	Unidad de análisis	39
3.3.5.	Población	39
3.3.6.	Muestra	39
3.3.7.	Tamaño muestral	39
3.3.8.	Recolección de información	41
3.3.9.	Análisis e interpretación de los datos	42
4.	CAPITULO IV: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS	43
4.1.	Agregado fino	43
4.1.1.	Muestreo para materiales de construcción	43
4.1.1.1.	Objetivo	43
4.1.1.2.	Equipos y materiales	43
4.1.1.3.	Resumen del método	43
4.1.1.4.	Procedimiento	43
4.1.2.	Cantidad de material fino que pasa el tamiz N°200	44
4.1.2.1.	Objetivo	44
4.1.2.2.	Equipos y materiales	45



4.1.2.3.	Resumen del método	45
4.1.2.4.	Procedimiento	45
4.1.2.5.	Resultados	46
4.1.3.	Peso unitario suelto y compactado	46
4.1.3.1.	Objetivo	46
4.1.3.2.	Equipos y materiales	46
4.1.3.3.	Resumen del método	47
4.1.3.4.	Procedimiento	47
4.1.3.5.	Resultados	48
4.1.4.	Análisis granulométrico	49
4.1.4.1.	Objetivo	49
4.1.4.2.	Equipos y materiales	49
4.1.4.3.	Resumen del método	49
4.1.4.4.	Procedimiento	49
4.1.4.5.	Resultados	50
4.1.5.	Gravedad específica	54
4.1.5.1.	Objetivo	54
4.1.5.2.	Equipos y materiales	54
4.1.5.3.	Resumen del método	54
4.1.5.4.	Procedimiento	54
4.1.5.5.	Resultados	55
4.1.6.	Porcentaje de absorción	56
4.1.6.1.	Objetivo	56
4.1.6.2.	Equipos y materiales	56
4.1.6.3.	Resumen del método	56
4.1.6.4.	Procedimiento	56
4.1.6.5.	Resultados	57
4.1.7.	Contenido de humedad	57
4.1.7.1.	Objetivo	57
4.1.7.2.	Materiales y equipos	57
4.1.7.3.	Resumen del método	58
4.1.7.4.	Procedimiento	58
4.1.7.5.	Resultados	58
4.2.	Agregado grueso	59
4.2.1.	Muestreo para materiales de construcción	59



4.2.1.1.	Objetivo	59
4.2.1.2.	Materiales y equipos	59
4.2.1.3.	Resumen del método	59
4.2.1.4.	Procedimiento	59
4.2.2.	Cantidad de material fino que pasa el tamiz N°200	60
4.2.2.1.	Objetivo	60
4.2.2.2.	Materiales y equipos	60
4.2.2.3.	Resumen del método	60
4.2.2.4.	Procedimiento	60
4.2.2.5.	Resultados	61
4.2.3.	Peso unitario suelto y compactado	62
4.2.3.1.	Objetivo	62
4.2.3.2.	Materiales y equipos	62
4.2.3.3.	Resumen del método	62
4.2.3.4.	Procedimiento	62
4.2.3.5.	Resultados	63
4.2.4.	Análisis granulométrico	65
4.2.4.1.	Objetivo	65
4.2.4.2.	Materiales y equipos	65
4.2.4.3.	Resumen del método	65
4.2.4.4.	Procedimiento	65
4.2.4.5.	Resultados	66
4.2.5.	Gravedad específica	69
4.2.5.1.	Objetivo	69
4.2.5.2.	Materiales y equipos	69
4.2.5.3.	Resumen del método	69
4.2.5.4.	Procedimiento	69
4.2.5.5.	Resultados	70
4.2.6.	Porcentaje de absorción	71
4.2.6.1.	Objetivo	71
4.2.6.2.	Materiales y equipos	71
4.2.6.3.	Resumen del método	71
4.2.6.4.	Procedimiento	71
4.2.6.5.	Resultados	72
4.2.7.	Contenido de humedad	72



4.2.7.1.	Objetivo	72
4.2.7.2.	Materiales y equipos	72
4.2.7.3.	Resumen del método	73
4.2.7.4.	Procedimiento	73
4.2.7.5.	Resultados	73
4.2.8.	Abrasión los ángelos (desgaste)	74
4.2.8.1.	Objetivo	74
4.2.8.2.	Materiales y equipos	74
4.2.8.3.	Resumen del método	74
4.2.8.4.	Procedimiento	74
4.2.8.5.	Resultados	75
4.3.	Agregado Global	76
4.3.1.	Análisis Granulométrico	76
4.3.1.1.	Objetivo	76
4.3.1.2.	Materiales y equipos	76
4.3.1.3.	Resumen del método	77
4.3.1.4.	Procedimiento	77
4.3.1.5.	Resultados	77
5.	CAPITULO V: DISEÑO DE MEZCLAS	80
5.1.	Características de los materiales	80
5.2.	Determinación de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada.	80
5.3.	Determinación del tamaño máximo nominal del agregado grueso	81
5.4.	Determinación del asentamiento	82
5.5.	Determinación del volumen unitario de agua	82
5.6.	Determinación del contenido de aire atrapado	83
5.7.	Determinación de la relación agua-cemento (A/C)	84
5.8.	Determinación del factor cemento	85
5.9.	Determinación del contenido de agregado grueso	85
5.10.	Cálculo de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua, aire y agregados	86
5.11.	Cálculo del volumen absoluto de agregado fino	86
5.12.	Cálculo del peso seco del agregado fino	87
5.13.	Determinación de los valores de diseño del cemento. Agua, aire y agregados.	



5.14.	Corrección de los valores de diseño por humedad y absorción de los agregados	88
5.15.	Cálculo de la proporción en peso del diseño final	89
6.	CAPITULO VI: ELABORACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	91
6.1.	Codificación general de muestras	91
6.1.1.	Muestras del concreto patrón	91
6.1.2.	Especímenes de concreto con junta fría horizontal de 2, 4, 6 y 8 horas	92
6.1.3.	Especímenes de concreto con junta fría vertical de 2, 4, 6 y 8 horas	93
6.1.4.	Especímenes de concreto con junta fría diagonal de 2, 4, 6 y 8 horas	94
7.	CAPITULO VII: EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS	96
7.1.	Variación de diámetros individuales	96
7.2.	Perpendicularidad de los especímenes	103
7.2.1.	Requerimientos para el refrentado	104
7.2.2.	Propiedades del material de refrentado empleado	105
7.2.3.	Determinación del tiempo necesario para que el material de refrentado alcance la resistencia requerida	106
7.3.	Densidad de especímenes	108
7.4.	Relación de longitud y diámetro (L/D)	115
8.	CAPITULO VIII: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	123
8.1.	Características de la prensa de compresión	123
8.2.	Concreto patrón	124
8.3.	Concreto con junta fría horizontal	125
8.4.	Concreto con junta fría vertical	128
8.5.	Concreto con junta fría diagonal	130
8.6.	Tiempos de fraguado del cemento	133
8.6.1.	Consistencia normal de la Pasta	133
8.6.2.	Tiempo de fraguado inicial y final	133
9.	CAPITULO IX: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS"	138
9.1.	Análisis y discusión de los resultados	138
9.1.1.	Concreto patrón	138
9.1.2.	Concreto con junta fría horizontal	140
9.1.3.	Concreto con junta fría vertical	142
9.1.4.	Concreto con junta fría diagonal	145
9.1.5.	Concreto patrón vs concreto con juntas frías	149
10.	CAPITULO X: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151



10.1.	Conclusiones	151
10.2.	Recomendaciones	153
REFERENCIAS		155
ANEXOS.....		157
PANEL FOTOGRÁFICO.....		158
Agregados finos y gruesos.....		158
Pruebas y/o ensayos de laboratorio de los agregados.....		160
Elaboración del concreto.....		173
Elaboración de briquetas		176
Curado de briquetas.....		195
Revisión de muestras para su aceptación en el ensayo de compresión axial.		196
Refrentado de muestras, con yeso de alta resistencia.....		197
Compresión axial del material de refrentado, para determinación del tiempo necesario para el ensayo de muestras después del refrentado.....		199
Ensayo de resistencia a la compresión de testigos de concreto.		202
Determinación de la consistencia normal de la pasta de cemento.....		216
Ensayo para determinar el tiempo de fraguado inicial.....		218



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 JUNTA FRÍA DIAGONAL.....	2
FIGURA 2 JUNTA FRÍA HORIZONTAL.....	2
FIGURA 3 JUNTA FRÍA PERPENDICULAR (VERTICAL).....	2
FIGURA 4 RUGOSIDAD PROPORCIONADA POR UN ENCOFRADO DE MADERA.....	3
FIGURA 5 EQUIPOS PARA ENSAYO DE CONSISTENCIA O SLUMP	26
FIGURA 6 REACCIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP	35
FIGURA 7 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CANTERA VICHO	36
FIGURA 8 ACCESIBILIDAD A LA CANTERA VICHO (RTA: CUSCO – SAN SALVADOR)	37
FIGURA 9 ESQUEMA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	41
FIGURA 10 PROCESO DE CUARTEO DE MUESTRA.....	44
FIGURA 11 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (NO TRATADO)	51
FIGURA 12 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (TRATADO).....	53
FIGURA 13 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO	68
FIGURA 14 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL	79
FIGURA 15 RELACIÓN EN PESO DEL DISEÑO FINAL.....	90
FIGURA 16 CODIFICACIÓN PARA IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	91
FIGURA 17 MÁXIMA INCLINACIÓN PERMITIDA, DE LA BASE DEL ESPÉCIMEN RESPECTO A LA PERPENDICULARIDAD DEL EJE.	103
FIGURA 18 REQUERIMIENTO DE PLANITUD DE LA BASE DEL ESPÉCIMEN.....	104
FIGURA 19 YESO DE ALTA RESISTENCIA MARCA DENTAMIX.....	106
FIGURA 20 TIEMPO EN EL QUE LLEGARÍA A ALCANZARSE LA RESISTENCIA MÍNIMA DE 35 MPA.	107
FIGURA 21 PRENSA DE CONCRETO	123
FIGURA 22 TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL – ENSAYO 01	136
FIGURA 23 TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL – ENSAYO 02	136
FIGURA 24 RANGO DE TIEMPO DEL FRAGUADO INICIAL Y FINAL DEL CEMENTO YURA IP	137
FIGURA 25 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN	138
FIGURA 26 RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN A LOS 07, 14, Y 28 DIAS, EN PORCENTAJE.	139
FIGURA 27 DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN LAS MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN	139
FIGURA 28 RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 02, 04, 06 Y 08 HORAS Y SU VARIACIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN.	141
FIGURA 29 RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 02, 04, 06	



Y 08 HORAS Y SU VARIACIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN, EXPRESADO EN PORCENTAJE.	141
FIGURA 30 DISMINUCIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN, CASO DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL.....	142
FIGURA 31 DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN LAS MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL	142
FIGURA 32 RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 02, 04, 06 Y 08 HORAS Y SU VARIACIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN.	144
FIGURA 33 RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 02, 04, 06 Y 08 HORAS Y SU VARIACIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN, EXPRESADO EN PORCENTAJE.	144
FIGURA 34 DISMINUCIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN, CASO DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL.	145
FIGURA 35 DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN LAS MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL	145
FIGURA 36 RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 02, 04, 06 Y 08 HORAS Y SU VARIACIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN.	147
FIGURA 37 RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 02, 04, 06 Y 08 HORAS Y SU VARIACIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN, EXPRESADO EN PORCENTAJE.	147
FIGURA 38 DISMINUCIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN, CASO DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL	148
FIGURA 39 DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN LAS MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL	148
FIGURA 40 RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL, VERTICAL Y HORIZONTAL CON TIEMPOS DE FORMACIÓN DE 02, 04, 06 Y 08 HORAS Y SU VARIACIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN.....	149
FIGURA 41 DISMINUCIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN, CASO DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL, JUNTA FRÍA VERTICAL Y JUNTA FRÍA HORIZONTAL.	150
FIGURA 42 TRASLADO DE AGREGADOS A LABORATORIO DE FAIC.....	158
FIGURA 43 MUESTREO DE AGREGADO FINO	158
FIGURA 44 MUESTREO DE AGREGADO GRUESO.....	159
FIGURA 45 LAVADO DE AGREGADO GRUESO	159
FIGURA 46 MUESTRAS DE AGREGADOS PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....	160
FIGURA 47 AGITADO DE MUESTRAS DE AGREGADOS	160



FIGURA 48 GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO.....	161
FIGURA 49 GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO.....	161
FIGURA 50 ZARANDEO DE AGREGADO FINO	162
FIGURA 51 AGREGADO FINO TRATADO (CANT. VICHO)	162
FIGURA 52 GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO TRATADO.....	163
FIGURA 53 PESO UNITARIO SUELTO, AGREGADO FINO TRATADO.....	163
FIGURA 54 PESO UNITARIO COMPACTADO, AGREGADO FINO TRATADO	164
FIGURA 55 PESO UNITARIO SUELTO, AGREGADO GRUESO	164
FIGURA 56 PESO UNITARIO COMPACTADO, AGREGADO GRUESO.....	165
FIGURA 57 CONTENIDO DE HUMEDAD, AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO TRATADO	165
FIGURA 58 AGREGADO GRUESO SELECCIONADO PARA ENSAYO DE ABRASIÓN.....	166
FIGURA 59 ENSAYO DE ABRASIÓN, AGREGADO GRUESO	166
FIGURA 60 TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO DESPUÉS DEL ENSAYO DE ABRASIÓN.....	167
FIGURA 61 REGISTRO DEL PESO DE AGREGADO GRUESO SELECCIONADO DESPUÉS ENSAYO DE ABRASIÓN.....	167
FIGURA 62 ENSAYO, MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N°200, AGREGADO GRUESO.....	168
FIGURA 63 ENSAYO, MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N°200, AGREGADO FINO.	168
FIGURA 64 AGREGADO FINO Y GRUESO LAVADOS, ENSAYO MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N°200.	169
FIGURA 65 AGREGADO GRUESO CON SUPERFICIE SATURADA SECA (S.S.S), GRAVEDAD ESPECIFICA.....	169
FIGURA 66 PESO SUMERGIDO EN AGUA DEL AGREGADO GRUESO, GRAVEDAD ESPECIFICA. ..	170
FIGURA 67 GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION EN AGREGADO FINO TRATADO.	170
FIGURA 68 VERIFICACIÓN DE CONDICIÓN DE SUPERFICIE SATURADA SECA EN AGREGADO FINO TRATADO	171
FIGURA 69 PESO DEL PICNÓMETRO MAS MUESTRA AFORADO CON AGUA, ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA EN AGREGADO FINO TRATADO	171
FIGURA 70 PESO DEL PICNÓMETRO AFORADO CON AGUA, ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA EN AGREGADO FINO TRATADO.....	172
FIGURA 71 REGISTRO DE PESOS EN ENSAYO DE PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	172
FIGURA 72 PESADO DE CEMENTO PARA PREPARACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO.	173
FIGURA 73 PESADO DE AGREGADO GRUESO PARA PREPARACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO. 173	
FIGURA 74 PESADO DE AGREGADO FINO PARA PREPARACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO.....	174
FIGURA 75 MEDICIÓN DE AGUA PARA PREPARACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO.....	174
FIGURA 76 CARGA DE MATERIAL A MEZCLADORA.....	175
FIGURA 77 PREPARACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO.	175



FIGURA 78 PREPARACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO.	176
FIGURA 79 IDENTIFICACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO PATRÓN (SIN JUNTA FRÍA).	176
FIGURA 80 BRIQUETAS DE CONCRETO PATRÓN (SIN JUNTA FRÍA).	177
FIGURA 81 PREPARACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 2 HORAS	177
FIGURA 82 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 2 HORAS.....	178
FIGURA 83 IDENTIFICACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 2 HORAS	178
FIGURA 84 SUPERFICIE RUGOSA EN LA JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 2H, 4H, 6H Y 8H.....	179
FIGURA 85 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 4 HORAS.....	179
FIGURA 86 IDENTIFICACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 4 HORAS	180
FIGURA 87 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 6 HORAS	180
FIGURA 88 IDENTIFICACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 6 HORAS	181
FIGURA 89 VISUALIZACIÓN DE LA JUNTA FRÍA HORIZONTAL EN BRIQUETAS	181
FIGURA 90 VISUALIZACIÓN DE LA JUNTA FRÍA HORIZONTAL EN BRIQUETAS	182
FIGURA 91 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 8 HORAS.....	182
FIGURA 92 IDENTIFICACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 8 HORAS	183
FIGURA 93 IDENTIFICACIÓN LATERAL DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL (AUXILIAR)	183
FIGURA 94 PROCESO DE ELABORACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL.....	184
FIGURA 95 RETIRO DEL TOPE PROVISIONAL PARA EL VACIADO DE LA SEGUNDA PARTE DE LAS BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL	184
FIGURA 96 VISTA DE LA JUNTA FRÍA VERTICAL.....	185
FIGURA 97 VACIADO DE LA SEGUNDA PARTE DE LAS BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL.....	185
FIGURA 98 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 02 HORAS	186
FIGURA 99 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 04 HORAS.....	186
FIGURA 100 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 06 HORAS	187
FIGURA 101 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 08 HORAS.....	187
FIGURA 102 IDENTIFICACIÓN DE LAS BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 02, 04, 06 Y 08 HORAS.....	188
FIGURA 103 VISTA DE LA JUNTA FRÍA VERTICAL	188



FIGURA 104 COLOCACIÓN DE TOPE PARA LA FABRICACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL (45°)	189
FIGURA 105 VACIADO DE LA PRIMERA PARTE DE LAS BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL (45°).	189
FIGURA 106 VISTA DE LA SUPERFICIE DE LA JUNTA FRÍA DIAGONAL (45°)	190
FIGURA 107 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 02 HORAS	190
FIGURA 108 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 04 HORAS	191
FIGURA 109 IDENTIFICACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 02 HORAS	191
FIGURA 110 IDENTIFICACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 04 HORAS	192
FIGURA 111 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 06 HORAS	192
FIGURA 112 BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 08 HORAS	193
FIGURA 113 IDENTIFICACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 06 HORAS	193
FIGURA 114 IDENTIFICACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 08 HORAS	194
FIGURA 115 VISTA DE LA JUNTA FRÍA DIAGONAL.....	194
FIGURA 116 CURADO DE BRIQUETAS DE CONCRETO (ETAPA DE INICIO)	195
FIGURA 117 CURADO DE BRIQUETAS DE CONCRETO (ETAPA MEDIA)	195
FIGURA 118 CURADO DE BRIQUETAS DE CONCRETO (ETAPA FINAL)	196
FIGURA 119 MEDICIÓN DE DIÁMETROS DE ESPECÍMENES DE CONCRETO	196
FIGURA 120 MEDICIÓN DE PESO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO	197
FIGURA 121 REFRENTADO DE BASE DE ESPÉCIMEN DE CONCRETO.	197
FIGURA 122 REFRENTADO DE SEGUNDA BASE DE ESPÉCIMEN DE CONCRETO.....	198
FIGURA 123 ESPECÍMENES DE CONCRETO REFRENTADOS CON YESO DE ALTA RESISTENCIA TIPO III	198
FIGURA 124 PROCESO DE REFRENTADO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO, LABORATORIO FAIC.	199
FIGURA 125 MATERIAL PARA REFRENTADO, YESO DE ALTA RESISTENCIA TIPO III	199
FIGURA 126 MUESTRAS DE MATERIAL DE REFRENTADO DE LADO 5CM.....	200
FIGURA 127 IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE MATERIAL DE REFRENTADO DE LADO 5CM (PARA ENSAYO A 24 HORAS).	200
FIGURA 128 IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE MATERIAL DE REFRENTADO DE LADO 5CM (PARA ENSAYO A 02 HORAS).	201
FIGURA 129 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE MATERIAL DE REFRENTADO DE	



LADO 5CM (EDAD 24 HORAS).....	201
FIGURA 130 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE MATERIAL DE REFRENTADO DE LADO 5CM (EDAD 02 HORAS).....	202
FIGURA 131 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL, DE MUESTRAS DE MATERIAL DE REFRENTADO.....	202
FIGURA 132 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS (BRIQUETAS) DE LA POSA DE CURADO, PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL.....	203
FIGURA 133 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 04 HORAS.....	203
FIGURA 134 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 02 HORAS.....	204
FIGURA 135 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 06 HORAS.....	204
FIGURA 136 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 08 HORAS.....	205
FIGURA 137 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 08 HORAS.....	205
FIGURA 138 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 02 HORAS.....	206
FIGURA 139 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 02 HORAS.....	206
FIGURA 140 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 04 HORAS.....	207
FIGURA 141 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 04 HORAS.....	207
FIGURA 142 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 06 HORAS.....	208
FIGURA 143 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 08 HORAS.....	208
FIGURA 144 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL, DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN Y MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA – PARTE 01.....	208
FIGURA 145 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL, DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN Y MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA – PARTE 02.....	210
FIGURA 146 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL, DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN Y MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA – PARTE 03.....	211
FIGURA 147 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL, DE MUESTRAS DE CONCRETO	



PATRÓN Y MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA – PARTE 04.....	212
FIGURA 148 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL, DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN Y MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA – PARTE 05.....	213
FIGURA 149 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL, DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN Y MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA – PARTE 06.....	214
FIGURA 150 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL, DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN Y MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA – PARTE 07.....	215
FIGURA 151 RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL, DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN Y MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA – PARTE 01.....	216
FIGURA 152 MUESTRA DE CONCRETO ENSAYADAS	216
FIGURA 153 CEMENTO PARA ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA NORMAL.....	217
FIGURA 154 AGUA PARA ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA NORMAL.....	217
FIGURA 155 PASTA DE CEMENTO PARA ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA NORMAL.	218
FIGURA 156 ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA NORMAL (AGUJA VICAT).	218
FIGURA 157 MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL DEL CEMENTO.....	219
FIGURA 158 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL DEL CEMENTO MEDIANTE AGUJA DE VICAT.	219



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 COMPUESTOS QUÍMICOS QUE FORMAN EL CEMENTO PORTLAND	9
TABLA 2 TIPOS DE CEMENTOS PORTLAND. FUENTE: ABANTO CASTILLO, F. (2009). TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. SAN MARCOS.....	10
TABLA 3 DENOMINACIONES DE CEMENTOS ADICIONADOS.....	12
TABLA 4 REQUISITOS QUÍMICOS – CEMENTOS ADICIONADOS FUENTE: NTP 334.090:2013 “CEMENTOS: CEMENTO PORTLAND ADICIONADOS, REQUISITOS”	13
TABLA 5 REQUISITOS FÍSICOS – CEMENTOS ADICIONADOS (PARTE-1)	13
TABLA 6 REQUISITOS FÍSICOS – CEMENTOS ADICIONADOS (PARTE-2)	14
TABLA 7 REQUERIMIENTO GRANULOMÉTRICO – AGREGADO FINO	17
TABLA 8 LÍMITES DE SUSTANCIAS NOCIVAS – AGREGADO FINO.....	18
TABLA 9 LÍMITES PERMITIDOS EN PERDIDA POR ATAQUE DE SULFATOS.....	18
TABLA 10 REQUERIMIENTO GRANULOMÉTRICO – AGREGADO GRUESO	19
TABLA 11 LÍMITES DE SUSTANCIAS NOCIVAS – AGREGADO GRUESO.....	20
TABLA 12 LÍMITES PERMITIDOS EN PERDIDA POR ATAQUES DE SULFATOS.....	21
TABLA 13 RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS AGREGADOS GRUESOS	21
TABLA 14 VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE SUSTANCIAS EXISTENTES EN EL AGUA.....	22
TABLA 15 CLASES DE CONCRETO SEGÚN ASENTAMIENTO.....	27
TABLA 16 MOMENTO DE INICIO DEL CURADO, DE ACUERDO AL CLIMA.	31
TABLA 17 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL CEMENTO TIPO IP YURA	33
TABLA 18 PROPIEDADES FÍSICAS DEL CEMENTO TIPO IP YURA.....	34
TABLA 19 TOTAL DE MUESTRAS DE LA INVESTIGACIÓN	39
TABLA 20 TOTAL, DE MUESTRAS CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL.....	40
TABLA 21 TOTAL, DE MUESTRAS CON JUNTA FRÍA DIAGONAL	40
TABLA 22 TOTAL, DE MUESTRAS CON JUNTA FRÍA PERPENDICULAR (VERTICAL)	40
TABLA 23 TOTAL, DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN	41
TABLA 24 CANTIDAD DE MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N°200, EN EL AGREGADO FINO	46
TABLA 25 PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO	48
TABLA 26 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO.....	49
TABLA 27 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO	50
TABLA 28 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO TRATADO	52
TABLA 29 GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO	55



TABLA 30 ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.....	57
TABLA 31 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.....	58
TABLA 32 CANTIDAD DE MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ NORMALIZADO N°200, EN EL AGREGADO GRUESO.....	61
TABLA33 PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO.	63
TABLA 34 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO.....	64
TABLA 35 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO.....	66
TABLA 36 MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO GRUESO.	67
TABLA 37 GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO.....	70
TABLA 38 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.	72
TABLA 39 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO.	73
TABLA 40 GRADACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO.....	75
TABLA 41 RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO.....	75
TABLA 42 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL.....	78
TABLA 43 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.	80
TABLA 44 RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA.....	80
TABLA 45.....	81
TABLA 46 ASENTAMIENTO PARA DIFERENTES ESTRUCTURAS.....	82
TABLA 47 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA.....	82
TABLA 48 CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO.....	83
TABLA 49 RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA.....	84
TABLA 50 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO.....	85
TABLA 51 VOLÚMENES ABSOLUTOS Y PESOS ESPECÍFICOS.....	86
TABLA 52 VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO.....	87
TABLA 53 CALCULO DEL PESO SECO DEL AGREGADO FINO.....	87
TABLA 54 DISEÑO EN ESTADO SECO.....	87
TABLA 55 CORRECCIÓN POR HUMEDAD.....	88
TABLA 56 CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD.....	88
TABLA 57 AGUA EFECTIVA DE DISEÑO.....	89
TABLA 58 PROPORCIÓN EN PESO DEL DISEÑO FINAL.....	89
TABLA 59 PROPORCIÓN EN PESO DEL DISEÑO FINAL POR BOLSA DE CEMENTO.....	90
TABLA 60 RELACIÓN EN PESO DEL DISEÑO FINAL.....	90
TABLA 61 IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN.....	92
TABLA 62 IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL.....	93
TABLA 63 IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL.....	94



TABLA 64 IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL.....	95
TABLA 65 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO PATRÓN (EDAD: 07 D)	96
TABLA 66 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO PATRÓN (EDAD: 14 D)	96
TABLA 67 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO DE PATRÓN (EDAD: 28 D).....	97
TABLA 68 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J. F. HORIZONTAL DE 02 HORAS (EDAD: 28 D).....	97
TABLA 69 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 04 HORAS (EDAD: 28 D).....	98
TABLA 70 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 06 HORAS (EDAD: 28 D).....	98
TABLA 71 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 08 HORAS (EDAD: 28 D).....	99
TABLA 72 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 02 HORAS (EDAD: 28 D).....	99
TABLA 73 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 04 HORAS (EDAD: 28 D).	100
TABLA 74 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 06 HORAS (EDAD: 28 D).	100
TABLA 75 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 08 HORAS (EDAD: 28 D).....	101
TABLA 76 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 02 HORAS (EDAD: 28 D).	101
TABLA 77 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 04 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	102
TABLA 78 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 06 HORAS (EDAD: 28 DIAS).	102
TABLA 79 VARIACIÓN DE DIÁMETROS DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 08 HORAS (EDAD: 28 D).....	103
TABLA 80 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MÁXIMO ESPESOR DE LAS CAPAS DE REFRENTADO.	105
TABLA 81 CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DEL YESO DE ALTA RESISTENCIA DE LA MARCA DENTAMIX, Y MODO DE USO.	105
TABLA 82 RESISTENCIA MÍNIMA DEL MATERIAL DE REFRENTADO	106



TABLA 83 RESISTENCIA DE LOS ESPECÍMENES CON EDAD DE 02 HORAS	106
TABLA 84 RESISTENCIA DE LOS ESPECÍMENES CON EDAD DE 24 HORAS	107
TABLA 85 F'C PROMEDIO DE ESPECÍMENES DE 02 Y 24 HORAS	107
TABLA 86 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO PATRÓN (EDAD: 07 D).....	108
TABLA 87 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO PATRÓN (EDAD: 14 D).....	108
TABLA 88 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO PATRÓN (EDAD: 28 D).....	109
TABLA 89 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 02 HORAS (EDAD: 28 D)	109
TABLA 90 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F HORIZONTAL DE 04 HORAS (EDAD: 28 D).....	110
TABLA 91 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 06 HORAS (EDAD: 28 D)	110
TABLA 92 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 08 HORAS (EDAD: 28 D).....	111
TABLA 93 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 02 HORAS (EDAD: 28 D)	111
TABLA 94 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 04 HORAS (EDAD: 28 D).....	112
TABLA 95 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 06 HORAS (EDAD: 28 D)	112
TABLA 96 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 08 HORAS (EDAD: 28 D).....	113
TABLA 97 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 02 HORAS (EDAD: 28 D).....	113
TABLA 98 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 04 HORAS (EDAD: 28 D).....	114
TABLA 99 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 06 HORAS (EDAD: 28 D)	114
TABLA 100 DENSIDAD DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 08 HORAS (EDAD: 28 D).....	115
TABLA 101 FACTOR POR RELACIÓN LONGITUD A DIÁMETRO DE ESPÉCIMEN	115
TABLA 102 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN (EDAD: 07 DIAS)	116
TABLA 103 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN (EDAD: 14 DIAS)	116
TABLA 104 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO PATRÓN (EDAD: 28 DIAS)	116
TABLA 105 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 02 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	117



TABLA 106 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 04 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	117
TABLA 107 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 06 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	118
TABLA 108 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 08 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	118
TABLA 109 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 02 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	119
TABLA 110 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 04 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	119
TABLA 111 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 06 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	120
TABLA 112 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 08 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	120
TABLA 113 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 02 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	121
TABLA 114 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 04 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	121
TABLA 115 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 06 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	122
TABLA 116 RELACIÓN (L/D) DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 08 HORAS (EDAD: 28 DIAS).....	122
TABLA 117 CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LA PRENSA.....	123
TABLA 118 RELACIÓN DE GRADO DE CONTROL DE CALIDAD CON COEFICIENTE DE VARIACIÓN (V)	124
TABLA 119 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CP, EDAD: 07 D.	124
TABLA 120 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CP, EDAD: 14 D.	124
TABLA 121 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CP, EDAD: 28 D.	125
TABLA 122 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 02 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	126
TABLA 123 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 04 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	126
TABLA 124 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 06 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	127
TABLA 125 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE MUESTRAS DE CONCRETO CON J.F. HORIZONTAL DE 08 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	127



TABLA 126 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 02 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	128
TABLA 127 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 04 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	129
TABLA 128 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 06 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	129
TABLA 129 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. VERTICAL DE 08 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	130
TABLA 130 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 02 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	131
TABLA 131 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 04 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	131
TABLA 132 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 06 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	132
TABLA 133 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE ESPECÍMENES DE CONCRETO CON J.F. DIAGONAL DE 08 HORAS, EDAD: 28 DIAS.....	132
TABLA 134 VARIACIÓN DEL % DE AGUA EN LAS MESCLAS DE PRUEBA, PARA DETERMINACIÓN LA CONSISTENCIA NORMAL.	133
TABLA 135 AGUA NECESARIA PARA UNA PASTA DE CONSISTENCIA NORMAL.	133
TABLA 136 TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL – ENSAYO 01	134
TABLA 137 TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL – ENSAYO 02	135
TABLA 138 RANGO DE TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL DEL CEMENTO YURA IP.....	137
TABLA 139 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN	138
TABLA 140 RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 02, 04, 06 Y 08 HORAS Y SU VARIACIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN.	140
TABLA 141 "RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL DE 02, 04, 06 Y 08 HORAS Y SU VARIACIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN. "	143
TABLA 142 "RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 02, 04, 06 Y 08 HORAS Y SU VARIACIÓN RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN"	146



RESUMEN

La presente tesis desarrollada en la ciudad del cusco, tiene como objetivo principal analizar la influencia de la junta fría con planos de inclinación horizontal, vertical y diagonal y tiempos de conformación de 02, 04, 06 y 08 horas, en la resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm².

Para ello, se elaboró en total 108 especímenes de los cuales 12 corresponden a la muestra de concreto patrón, 32 a la muestra de concreto con junta fría horizontal, 32 a la muestra de concreto con junta fría vertical y por último 32 a la muestra de concreto con junta fría diagonal.

Los resultados de los ensayos (compresión axial y tiempo de fraguado) demuestran que la mayor disminución de la resistencia a la compresión se presenta en las muestras de concreto con junta fría diagonal, y la menor disminución de la resistencia a la compresión se presenta en las muestras de concreto con junta fría horizontal. Así mismo se ha observado también que las mayores disminuciones de la resistencia se suscitan dentro del periodo de fraguado del cemento. Y que también la disminución de la resistencia se presenta antes del tiempo de fraguado del cemento, pero en menor magnitud.

En conclusión, la junta fría influye de manera negativa en la resistencia a la compresión del concreto, disminuyéndola en el caso de las muestras con junta fría horizontal en un máximo de 12.40%, en el caso de las muestras con junta fría vertical en un máximo de 22.57%, y en el caso de las muestras con junta fría diagonal en un máximo de 25.75%.

Palabras Claves: Juntas frías rugosas, Resistencia a la compresión, Tiempo de conformación de la junta fría, Tiempo de fraguado del cemento.



ABSTRACT

The main objective of this thesis, developed in the city of Cusco, is to analyze the influence of the cold joint with horizontal, vertical and diagonal inclination planes and forming times of 02, 04, 06 and 08 hours, on the compression resistance. $f'c=210$ kg/cm².

For this, a total of 108 specimens were prepared, of which 12 correspond to the sample of standard concrete, 32 to the concrete sample with horizontal cold joint, 32 to the concrete sample with vertical cold joint and finally 32 to the sample of concrete with diagonal cold joint.

The results of the tests (axial compression and setting time) demonstrate that the greatest decrease in compressive strength occurs in the concrete samples with diagonal cold joint, and the smallest decrease in compressive strength occurs in the concrete samples with horizontal cold joint. Likewise, it has also been observed that the greatest decreases in resistance occur within the setting period of the cement. And the decrease in resistance also occurs before the setting time of the cement, but to a lesser extent.

In conclusion, the cold joint negatively influences the compressive strength of the concrete, decreasing it in the case of samples with horizontal cold joint by a maximum of 12.40%, in the case of samples with vertical cold joint by a maximum of 22.57%, and in the case of samples with diagonal cold joint a maximum of 25.75%.

Keywords: Rough cold joints, Compressive strength, Cold joint formation time, Cement setting time.



TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'_{C}=210$ KG/CM², CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022”

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El presente tema de tesis titulado "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'_{C}=210$ KG/CM², CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022".

Se plantea debido a que, el concreto es uno de los elementos más empleados en la construcción de estructuras u obra civiles en el ámbito regional, nacional y mundial, y que la presencia de juntas frías en estos elementos son muy frecuentes puesto que por diversas razones tales como vaciados masivos, desperfectos mecánicos en los equipos de producción de concreto, etc., se ve interrumpido el suministro de mezcla en el vaciado. Por ello, es necesario evaluar los efectos o influencias que tiene las juntas frías en las propiedades mecánicas del concreto.

Las particularidades físicas de las juntas frías tales como rugosidad y plano de inclinación son también muy importantes, puesto que, de ellas también dependerá el grado de variación y/o afectación de la resistencia a la compresión del concreto. Por ello, teniendo en cuenta las características más frecuentes de las juntas frías que se dan o forman en la ejecución de los distintos elementos de concreto tales como columnas, vigas, losas aligeradas, losas macizas, muros de contención, etc., es que en el presente plan de tesis se considera los siguientes planos de inclinación y rugosidad en juntas frías.

En el caso de planos de Inclinación se considera los siguientes planos.

- Plano de inclinación diagonal: El Angulo de desviación del plano de la junta fría es de 45°. Tal como se visualiza en la Figura 1.



Figura 1

Junta Fría Diagonal



- Plano de inclinación horizontal: El ángulo de desviación del plano de la junta fría es de 0° . Como se visualiza en la Figura 2.

Figura 2

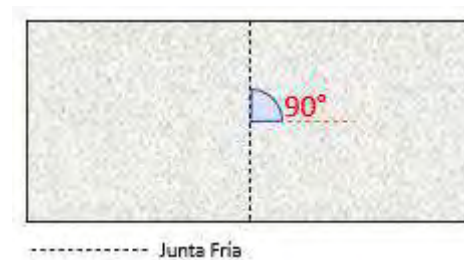
Junta Fría Horizontal



- Plano de inclinación perpendicular: El ángulo de desviación del plano de la junta fría es de 90° . Tal como se visualiza en la Figura 3.

Figura 3

Junta Fría Perpendicular (vertical)



En el aspecto de la rugosidad se considera la siguiente rugosidad.

- Rugosidad media: aquella que es proporcionada por el contacto del concreto con la madera de encofrado. Dicha rugosidad puede observarse en la Figura 4.



Figura 4

Rugosidad Proporcionada por un Encofrado de Madera



1.2. Justificación de la investigación

La norma técnica E.060 en el artículo 05.10. COLOCACIÓN DE CONCRETO, establece que:

El proceso de colocación debe efectuarse en una operación continua o en capas de espesor tal que el concreto no sea depositado sobre otro que ya haya endurecido lo suficiente para originar la formación de juntas o planos de vaciado dentro de la sección. Una vez iniciada la colocación del concreto, esta debe ser efectuada en una operación continua hasta que se termine el llenado del tramo o paño, definido por sus límites o juntas predeterminadas, de acuerdo a lo indicado en 6. 4.. (MVCS, 2009)

La indicación de la norma respecto a la colocación del concreto, en ciertos casos es complicado de cumplir, por ejemplo, cuando se sectoriza el área de trabajos debido a la gran magnitud del proyecto. por ello es necesario conocer los efectos que tendría esta situación en la resistencia a la compresión del concreto (RCC) por ser esta la propiedad más importante de este material.

Los tiempos de formación de las juntas frías son muy variados, así mismo también los planos de inclinación. Por ello, para la presente investigación se planteó limitar los planos de inclinación y los tiempos de conformación de juntas frías a los casos más frecuentes.

Lo obtenido en la investigación, permitirá a los profesionales del rubro de construcción conocer dependiendo del tiempo de la formación y plano de inclinación de la junta fría, la disminución de la resistencia a la compresión del concreto , y así también determinar la necesidad o no de emplear procedimientos especiales como la utilización aditivos de puentes de adherencia.



1.3. Planteamiento y formulación del problema de investigación

La interrupción del suministro de mezcla en los vaciados de elementos de concreto, son problemas muy frecuentes en la mayoría de obras, esto por razones de inoperatividad o desperfecto de equipos de mezclado, desabastecimientos de materiales, tiempos de transporte largos y otros.

Tales interrupciones de los vaciados pueden ser en ciertos casos solo de algunos minutos y en otros de hasta varias horas, esto dependerá de la complejidad o gravedad de la causa que genera la interrupción del vaciado.

En el contexto nacional, existe escasa información y estudios de los efectos que tienen este evento (interrupción del vaciado) en la resistencia a la compresión del concreto, ya que la normativa peruana recomienda que los vaciados de concreto sean continuos a fin que se obtenga un elemento monolítico.

Es así que la norma de edificaciones E.060 en el ítem 5.10, sub ítem 5.10.2 menciona que:

La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo. El proceso de colocación deberá efectuarse en una operación continua o en capas de espesor tal que el concreto no sea depositado sobre otro que ya haya endurecido lo suficiente para originar la formación de juntas o planos de vaciado dentro de la sección. (MVCS, 2009)

Por lo expresado en los párrafos anteriores, los problemas de la investigación son:

1.3.1. Problema general

¿Cuál será la incidencia de la junta fría rugosa en la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con cemento tipo IP en la ciudad del Cusco. 2022?

1.3.2. Problemas específicos

"PROBLEMAS ESPECÍFICOS 01"

¿De qué manera influye la junta fría horizontal rugosa en la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con cemento tipo IP en la ciudad del Cusco. 2022?

"PROBLEMAS ESPECÍFICOS 02"

¿En cuánto varía la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con cemento tipo IP en la ciudad del Cusco. 2022, a causa de la junta fría diagonal rugosa?



"PROBLEMAS ESPECÍFICOS 03"

¿De qué manera influye la junta fría perpendicular rugosa en la resistencia del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con cemento tipo IP en la ciudad del cusco. 2022?

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1. Objetivo principal

Analizar la incidencia de la junta fría rugosa en la resistencia del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con cemento tipo IP en la ciudad del cusco.2022.

1.4.2. Objetivos específicos

"OBJETIVO ESPECIFICO 01"

Establecer la influencia de la junta fría horizontal rugoso en la resistencia del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con cemento tipo IP en la ciudad del cusco. 2022.

"OBJETIVO ESPECIFICO 02"

Determinar la afectación de la junta fría diagonal rugosa en la resistencia del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con cemento tipo IP en la ciudad del cusco. 2022.

"OBJETIVO ESPECIFICO 03"

Estimar la influencia de la junta fría perpendicular rugosa en la resistencia del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con cemento tipo IP en la ciudad del cusco. 2022.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Marco conceptual y antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes de la investigación

ANTECEDENTE 01

La tesis desarrollada por Atayupanqui Checya, (2017): «Comportamiento de las juntas de construcción a esfuerzos de compresión y flexión para resistencias estructurales de 175, 210, 280 kg/cm² y evaluación de juntas funcionales. Autor Yojan Deybis Atayupanqui Checya, Institución Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco».

Obtuvo el resumen y conclusión siguiente:

En las obras de construcción ya sea edificaciones, pavimentos u otro tipo, se suele dividir la construcción por partes; La unión que existe entre estas partes se llama junta de construcción funcional; Si se quiere que las partes actúen como uno solo se utiliza una junta de construcción y si se quiere que las partes actúen aisladamente sin comprometer su funcionalidad se utilizan juntas funcionales; En la presente investigación se pretende calcular la influencia que tienen las juntas de construcción en la resistencia a compresión y flexión del concreto, para resistencias estructurales de 175, 210 y 280 Kg/cm², usando los tratamientos más utilizados en nuestra ciudad; asimismo evaluar las juntas funcionales, en sus dimensiones y realizar un diagnóstico en los pavimentos de concreto; Considerando el control de los cambios volumétricos del concreto, en el proceso experimental y constructivo; La finalidad de la presente investigación es comparar los resultados del comportamiento de las juntas de construcción sometidos a esfuerzos de compresión y flexión respecto a uno sin junta o monolítico y verificar su variación en la resistencia; Asimismo, en las juntas funcionales determinar el cumplimiento o incumplimiento de los espaciamientos mínimos dados por la norma y evaluar el estado en el que se encuentran; Controlando lo-s cambios volumétricos del concreto. (Atayupanqui Checya, 2017)

Conclusión: En concretos de resistencias 210 y 280 kg/cm², los tratamientos en las juntas de construcción no variaron mucho entre ellos. respecto a su resistencia tanto a compresión y flexión; Comparadas con uno monolítico; La disminución de resistencia a compresión y flexión fue alrededor del 30% respecto a uno monolítico; Para el concreto de resistencia $f_c=175$ kg/cm² los tratamientos en la junta de construcción variaron mucho entre ellos; Los mejores resultados fueron en compresión con la aplicación del aditivo epoxico Sikadur 32 gel, y en flexión fue con



la aplicación de lechada de cemento; Mejorando la resistencia de diseño alrededor del 102%; La variación más importante fue por el tipo de falla que presentaban: con la aplicación de lechada de cemento presentaban una falla discontinua en compresión y frágil en flexión; mientras que con la aplicación del epoxico Sikadur 32 Gel el comportamiento tendía a simular uno monolítico demostrando así las propiedades del producto; De la evaluación dimensional de las juntas funcionales respecto al cumplimiento de la Norma Técnica Peruana E030 y CE010 del RNE se concluyó que: las juntas sísmicas no cumplen la dimensión mínima, las juntas de contracción o control se exceden en los espaciamientos, las juntas de dilatación si cumplen y las juntas de aislamiento no cumplen la dimensión mínima y en muchos casos no son ejecutadas. (Atayupanqui Checya, 2017)

ANTECEDENTE 02

La tesis desarrollada en la universidad Andina del Cusco por Alcázar Morales, (2014): «Evaluación comparativa de la resistencia a la compresión y módulo de ruptura de un concreto elaborado con agregados de Vicho, Cunyac, cemento tipo IP, utilizando puente de adherencia frente a un concreto tradicional para resistencia de 210 y 280 kg/cm²».

Obtuvo el resumen y conclusión siguiente:

Resumen: La investigación busca evaluar comparativamente el comportamiento y la variación de la resistencia a compresión (f'_{c}) y módulo de ruptura (M_r) de concretos utilizando un puente de adherencia a base de resinas epóxicas, frente a concretos tradicionales de la ciudad del Cusco; Se realizaron probetas cilíndricas (briquetas) y prismáticas (vigas) de concreto, las probetas elaboradas fueron tanto tradicionales como también utilizando el puente de adherencia, a las cuales se les sometió a los ensayos de compresión y flexión respectivamente. (Alcázar Morales, 2014)

Conclusión: La resistencia a compresión (f'_{c}) de un concreto con puente de adherencia disminuye respecto a un concreto patrón, pero el módulo de ruptura mantiene valores similares; El concreto con puente de adherencia y textura rugosa en su junta, presenta un mejor desarrollo de resistencia a compresión que el concreto con puente de adherencia y textura lisa en su junta; Se observa que el tipo de textura en la junta entre concreto antiguo y nuevo, no es un factor determinante para la variación de módulos de ruptura o resistencias a flexión. (Alcázar Morales, 2014)

ANTECEDENTE 03

La tesis desarrollada por Castillo Fernández, (2008): "Comportamiento de juntas de



hormigonado a los esfuerzos de compresión y flexo tracción en hormigones H30, H25 y H20, Institución: Universidad Austral de Chile, Año: 2008".

Obtuvo el resumen y conclusión siguiente:

Resumen: La investigación estudia el comportamiento que tiene el concreto con juntas de hormigonado a los esfuerzos de compresión y flexo tracción en hormigones H30 (300 kg/cm²), H20 (200 kg/cm²) y H25 (250 kg/cm²), a edades de 7, 14 y 28 días; Para lo cual se realizan probetas que asemejen esta condición; Se comparan los resultados de los concretos con junta de hormigonado (con tiempo de formación de 28 días) con los de un concreto que fue vaciado normalmente, sin interrupciones. (Castillo Fernández, 2008)

Conclusión: En los tres tipos de concreto ensayados, se nota una disminución de la resistencia a compresión a los 7 días, esta reducción es más perceptible en los ensayos a los 14 y 28 días; Esto puede deberse a que el hormigón envejecido, que ya alcanzó su resistencia de trabajo, en conjunto con el nuevo hormigón, que aún no está con su resistencia de trabajo, trabajan de manera tal que la resistencia que opone el patrón antiguo es más significativa, alcanzando una menor disminución de la resistencia a edades tempranas en comparación con hormigones patrones; En lo que respecta a la resistencia a flexo tracción, esta muestra una disminución considerable de hasta 37,80% a los 7 días, pero al aumentar la edad del concreto la resistencia disminuye en menor porcentaje, llegando hasta 9,82% a los 28 días. (Castillo Fernández, 2008)

2.1.2. Marco conceptual (base teórica)

2.1.2.1. Componentes del concreto

2.1.2.1.1. Cemento portland

El cemento portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, aluminio, fierro y sílice en proporciones determinadas. Los dos materiales principales con que se fabrica el cemento portland son la piedra caliza y arcilla. Las materias primas finamente molidas e íntimamente mezcladas se calientan hasta el principio de fusión (1400-1450 °c), usualmente en hornos giratorios que pueden llegar a medir más de 200 mts. de longitud y 5.50 mts de diámetro. Al material parcialmente fundido que sale del horno



se le denomina Clinker (pequeñas esferas de color gris negruzco, duras y de diferentes tamaños). El Clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el cemento portland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3-4%), para regular la fragua del cemento. (Abanto Castillo, 2009)

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO PORTLAND

Abanto Castillo, (2009): «Como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con una formula química. No obstante, hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento». y se detalla en la Tabla 1:

Tabla 1

Compuestos Químicos que forman el Cemento Portland

Compuesto	Abreviatura
Silicato Tricalcico ($3CaO.SiO_2$)	C3S
Silicato Dicalcico ($2CaO.SiO_2$)	C2S
Aluminato Tricalcico ($3CaO.Al_2O_3$)	C3A
Aluminato ferrita Tricálcica ($4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$)	C4AF

Fuente: Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto. San Marcos.

Abanto Castillo, (2009): «Cada uno de los cuatro compuestos principales de cemento portland contribuye en el comportamiento del cemento, cuando pasa del estado plástico al endurecido después de la hidratación», Por ejemplo:

Silicato Tricalcico (C3S): Es el que produce la alta resistencia inicial del cemento portland hidratado, La reacción de C3S con agua desprende gran cantidad de calor (calor de hidratación), La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento es directamente proporcional con el calor de hidratación. (Abanto Castillo, 2009)

"Silicato Dicalcico (C2S): Es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento" (Abanto Castillo, 2009).

"Aluminato Tricalcico (C3A): El yeso agregado al cemento portland durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación se combina con el C3A para controlar el tiempo de fraguado" (Abanto Castillo, 2009).

"Aluminato ferrita Tricálcica (C4AF): Es semejante al C3A, porque se hidrata con



rapidez y solo desarrolla baja resistencia” (Abanto Castillo, 2009).

CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND

«Los cementos portland, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de normas para el cemento portland (C 150)» (Abanto Castillo, 2009). y son la que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Tipos de Cementos Portland.

TIPO	DESCRIPCIÓN
I	Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 04 tipos de cemento.
II	Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.
III	Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III una resistencia en tres días igual a al desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I y II.
IV	Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.
V	Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar

Fuente: Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto. San Marcos.

2.1.2.1.2. Cemento portland adicionados

Citando a Biondi Shaw, (2016):

En general las adiciones son materiales inorgánicos que se incorporan al Clinker para una molienda conjunta o una vez pulverizados se adicionan al cemento, Estos materiales que contienen sílice y alúmina reaccionan con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento y forman nuevos compuestos resistentes (silicato de calcio hidratados – tobermorita), gracias a lo cual las mezclas siguen adquiriendo resistencia e impermeabilidad. (Biondi Shaw, 2016)



ADICIONES MÁS FRECUENTES EN EL CEMENTO PORTLAND ADICIONADOS

Las adiciones más frecuentes son:

Las Escorias: Las escorias de alto horno tienen un lugar preponderante en el contexto de las adiciones, ya que poseen hidraulicidad propia ; Así, la escoria finamente molida puede reaccionar en cierto nivel al ser mezclada con agua y endurecer sin necesidad de presencia de cal, hidróxido de calcio o cemento ; Las escorias de alto horno provienen de la fabricación del acero en la industria siderúrgica como un subproducto y contiene compuestos adecuados para una adición como los silicoaluminatos cálcicos ; Para servir como adición, las escorias deben cumplir con un índice de hidraulicidad y ser de constitución vítrea, para lo cual el enfriamiento de la escoria al salir del horno debe ser brusco y no permitir un enfriamiento lento que produzca cristalización. (Biondi Shaw, 2016)

Los Fillers: Son adiciones que, en proporciones relativamente bajas, se añaden al Clinker para incrementar la producción de cemento, lo que contribuye con el ahorro energético y el cuidado del ambiente, Contrariamente a algunas opiniones, no se considera a los fillers del todo inertes, pues producen un efecto dispersante del cemento que favorece su hidratación; en cuanto a otro tipo de acción como la epitáxica, se está investigando al encontrar resultados alentadores en algunos tipos de filler calizo. (Biondi Shaw, 2016)

Según Biondi (2016) Las puzolanas se definen como:

Bajo esta denominación, hoy en día están comprendidos materiales inorgánicos de origen natural o artificial; dentro de estas segundas, muchas constituyen subproductos de uso nulo en otros rubros, pero adecuados como adición al cemento, ya que son capaces de reaccionar con el hidróxido de calcio que se libera en la hidratación de los silicatos de calcio; Puzolanas Naturales: Representadas por rocas volcánicas de diversa naturaleza o rocas de origen orgánico como las tierras de diatomeas; Se debe considerar que no todo material volcánico es puzolana y deben realizarse pruebas de actividad puzolánica para su verificación; Puzolanas Artificiales : Dentro de este grupo, se consideran algunos subproductos; dos de ellos sobresalen por su performance y uso; Las cenizas volantes, procedentes de los humos del carbón de las centrales termoeléctricas, ampliamente usados a nivel mundial, existen de varios tipos más o menos eficientes, pero no necesitan molienda, lo cual las hace muy apreciadas; La



microsilíce o microsilíce muy activa y fina, cien veces más fina que el cemento, se obtiene de los gases en los filtros de la industria del ferrosilicio; Debido a su gran finura y actividad, son usadas en la preparación de concretos de alta resistencia y alta performance.

CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS ADICIONADOS

La NTP 334.090 (2013): "CEMENTOS: Cemento Portland adicionados, Requisitos". considera como cemento de uso general las siguientes denominaciones mostradas en la Tabla 3:

Tabla 3

Denominaciones de Cementos Adicionados

Tipo	Descripción
IS	Cemento Portland con escoria de alto horno, hasta 70% de escoria
IP	Cemento Portland Puzolánico, hasta 40% de puzolana.
IL	Cemento Portland – Caliza, de 5% a 15% de filler calizo
I(PM)	Cemento Portland Puzolánico Modificado, hasta 15% de puzolana
IT	Cemento adicionado ternario, con dos adiciones
ICo	Cemento Portland compuesto, hasta 30% de fillers calizo u otro material

Fuente: NTP 334. 090:2013 “CEMENTOS: Cemento Portland adicionados, Requisitos”,

REQUISITOS QUÍMICOS DE LOS CEMENTOS ADICIONADOS

La NTP 334.090 (2013): "CEMENTOS: Cemento Portland adicionados, Requisitos". establece que los cementos adicionados deben cumplir los requisitos químicos establecidos en la Tabla 4.



Tabla 4

Requisitos Químicos – Cementos Adicionados

REQUISITOS QUÍMICOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICABLE	TIPOS DE CEMENTO			
		IS(<70) IT(P<S<70) IT(L<S<70)	IS(≥70) IT(S≥70)	IP, I(PM) IT(P≥S) IT(P≥L)	ICo II IT(L≥S) IT(L≥P)
Óxido de magnesio (MgO), máx. %	334.086	...	...	6,0	...
Azufre como trióxido de azufre (SO ₃), máx. ^A %	334.086	3,0	4,0	4,0	3,0
Azufre (S), máx. %	334.086	2,0	2,0	...	...
Residuo insoluble, máx. % ^B	334.086	1,0	1,0	...	...
Pérdida por ignición, máx. %	334.086	3,0 ^C	4,0 ^C	5,0 ^C	10,0

Fuente: NTP 334.090:2013 "CEMENTOS: Cemento Portland adicionados, Requisitos"

REQUISITOS FÍSICOS DE LOS CEMENTOS ADICIONADOS

La NTP 334.090 (2013): "CEMENTOS: Cemento Portland adicionados, Requisitos". establece que los cementos adicionados deben cumplir los requisitos físicos indicados en la tabla 05.

Tabla 5

Requisitos Físicos – Cementos Adicionados (Parte-1)

REQUISITOS FÍSICOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICABLE	TIPOS DE CEMENTO ^A				
		IS(<70), IP, IL, I(PM) IT(P<S<70) IT(P≥S) IT(P>L) IT(L≥P) ICo	IS(<70)(MS) IP(MS) IT(P<S<70)(MS) IT(P≥S)(MS)	IS(<70)(HS) IT(P<S<70)(HS) IP(HS) IT(P≥S)(HS)	IS(≥70), IT(S≥70)	IP(LH), ^A IT(P≥S)(LH) ^A IL(LH) ^A IT(<S<70)(LH) IT(P>L)(LH) ^A IT(L≥S)(LH) ^A IT(L≥P)(LH) ^A
Finura	334.002/334.045	B	B	B	B	B
Expansión en autoclave, máx. %	334.004	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Contracción en autoclave, máx. % ^C	334.004	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Tiempo de fraguado, ensayo Vicat. ^D	334.006					
Fraguado, minutos, no menos de		45	45	45	45	45
Fraguado, horas, no más de		7	7	7	7	7
Contenido de aire del mortero, volumen %, máx.	334.048	12	12	12	12	12
Resistencia a compresión, mín., MPa	334.051					
3 días		13,0	11,0	11,0	...	...
7 días		20,0	18,0	18,0	5,0	11,0
28 días		25,0	25,0	25,0	11,0	21,0

Fuente: NTP 334.090 (2013) "CEMENTOS: Cemento Portland adicionados, Requisitos"



Tabla 6

Requisitos Físicos – Cementos Adicionados (Parte-2)

REQUISITOS FÍSICOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICABLE	TIPOS DE CEMENTO ^A				
		IS(<70), IP, IL, I(PM) IT(P<S<70) IT(P≥5) IT(P>L) IT(L≥P) IC ₀	IS(<70)(M5) IP(M5) IT(P<S<70)(M5) IT(P≥5)(M5)	IS(<70)(H5) IT(P<S<70)(H5) IP(H5) IT(P≥5)(H5)	IS(≥70), IT(S≥70)	IP(LH) ^A IT(P≥5)(LH) ^A IL(LH) ^A IT(<S<70)(LH) IT(P>L)(LH) ^A IT(L≥S)(LH) ^A IT(L≥P)(LH) ^A
Calef de hidratación, kJ/kg (Cal/g) ^F máx.	334.064					
7 días		290(70) ^H	290(70) ^H	290(70) ^H	...	250(60)
28 días		330(80) ^H	330(80) ^H	330(80) ^H	...	290(70)
Requerimiento de agua, % en peso del cemento, máx.	334.051/334.165	...	...	...	...	64
Contracción por secado, % máx.	334.067	...	...	...	...	0,15
Expansión del mortero: ^F						
14 días, % máx.		0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
8 semanas, % máx.		0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Resistencia a los sulfatos, máx. % ^{II} Expansión a los 180 días, % máx. Expansión a 1 año	334.094	---	0,10	0,05 0,10	---	--- ^H ---

Fuente: NTP 334.090:2013 “CEMENTOS: Cemento Portland adicionados, Requisitos”

2.1.2.1.3. Agregados

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la norma NTP 400.011; Los agregados son la fase discontinua del concreto, ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 62% y 78% de la unidad cubica del concreto. (Rivva Lopez, 2000)

FUNCIONES DEL AGREGADO

Las tres principales funciones del agregado en el concreto son: 01 Proporcionar un relleno adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de este por unidad de volumen y, por lo tanto, reduciendo el costo de la unidad cubica de concreto; 02 Proporcionar una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas, de desgaste, o de interperismo, que puedan actuar sobre el concreto; 03 Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado; o de calentamiento de la pasta. (Rivva Lopez, 2000)

CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

«El agregado empleado en la preparación del concreto se clasifica en agregado fino y



agregado grueso» (Rivva Lopez, 2000).

De acuerdo con Rivva López, (2000) los agregados POR SU ORIGEN se clasifican en:

Se considera como agregados naturales a las partículas que son el resultado de un proceso de obtención o transformación natural, los agregados obtenidos por trituración mecánica y tamizado de rocas se consideran dentro de la clasificación de agregados naturales, Entre los principales grupos de agregados naturales se encuentra la arena y canto rodado de río o cantera, las arenas naturales muy finas, la piedra pómez natural y lava volcánica porosa. (Rivva Lopez, 2000)

Se define como agregados artificiales a las partículas obtenidas como resultado de un proceso de transformación industrial de un elemento natural, como en el caso de las arcillas y esquistos expansionados, o como sub producto industrial, como sería el caso de las arcillas de alto horno. (Rivva Lopez, 2000)

Por SU TAMAÑO los agregados se clasifican en:

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz de 3/8" y queda retenido en el tamiz N°200; El más usual de los agregados finos es la arena, definida como el producto resultante de la desintegración natural de las rocas. (Rivva Lopez, 2000)

Se define como agregado grueso a aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y es proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas; El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada: La grava es el agregado grueso proveniente de la desintegración y abrasión natural de los materiales pétreos; Se le encuentra generalmente en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural; La piedra chancada o piedra triturada, es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas y gravas; Se define como hormigón o agregado integral al material conformado por una mezcla de arena y grava; Este material, mezclado en proporciones arbitrarias seda de forma natural en la corteza terrestre y se emplea tal como se extrae de la cantera. (Rivva Lopez, 2000)

Por la contribución de SUS PROPIEDADES FÍSICAS a la calidad del concreto son:

01 agregado bueno aquel que por la superior calidad de sus constituyentes contribuye a una resistencia alta, tiene buena durabilidad bajo cualquier condición externa o interna, y es resistente a los procesos de erosión y abrasión; 02 agregado satisfactorio aquel cuyos elementos contribuyen a una moderada resistencia del concreto, e



igualmente dan a esta resistencia a los procesos de erosión y abrasión, así como buena durabilidad bajo cualquier condición; 03 agregado regular aquel cuyos constituyentes contribuyen a obtener una moderada resistencia a la compresión y abrasión del concreto, pero bajo condiciones de clima pueden contribuir a su destrucción; y 04 agregado pobre aquel cuyos constituyentes son de baja calidad y contribuyen a obtener bajas resistencias mecánicas y de abrasión del concreto, e igualmente causan destrucción del concreto bajo condiciones climáticas pobres. (Rivva Lopez, 2000)

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Seguidamente, se detallan algunas propiedades físicas de los agregados:

TAMAÑO MÁXIMO: "El tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de un agregado grueso" (NTP 400.037, 2018).

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: «Se define como tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5 y 10%» (NTP 400.037, 2018).

La norma E.060 CONCRETO ARMADO indica que : "el tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:" (MVCS, 2009).

- * 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- * 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- * 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos. (MVCS, 2009)

MODULO DE FINEZA: Abanto (2009) lo define como:

Un índice aproximado del tamaño medio de los agregados, cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario, el módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos; El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50 y N°100, y dividiendo entre 100. (Abanto Castillo, 2009)



REQUISITOS DE GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

La NTP 400.037 (2018): "AGREGADOS: Agregados para Concreto, Requisitos. Establece los requisitos de granulometría y calidad de los agregados finos y gruesos para su uso en concreto".

EI AGREGADO FINO

Debe tener la granulometría mostrada en la Tabla 7.

Tabla 7

Requerimiento Granulométrico – Agregado Fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μm (No. 30)	25 a 60
300 μm (No. 50)	5 a 30
150 μm (No. 100)	0 a 10
75 μm (No. 200)	0 a 3,0 ^{A,B}

^A Para concreto no sujeto a la abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz 75 μm (No. 200) debe ser máximo 5 %.

^B Para agregado fino artificial u otros reciclados, si el material más fino que el tamiz 75 μm (No. 200) consiste en polvo de trituración, esencialmente libre de arcilla o esquistos, este límite debe ser 5 % para concreto sujeto a abrasión y máximo 7 % para concreto no sujeto a abrasión.

Fuente: NTP 400.037:2018 "AGREGADOS:
Agregados para Concreto, Requisitos"

«También, el agregado fino no debe tener más del 45 % que pasa en alguna malla y retenida en la siguiente malla consecutiva, y su módulo de fineza no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1.» (INDECOPI, 2018).

La cantidad de sustancias nocivas del agregado fino no deberá exceder de los límites establecidos en la Tabla 8.



Tabla 8

Límites de Sustancias Nocivas – Agregado Fino

Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	3,0
Material más fino que la malla normalizada 75 μ m (No. 200):	
• Concreto sujeto a abrasión	3,0 ^A
• Otros concretos	5,0 ^A
Carbón y lignito:	
• Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante.	0,5
• Otros concretos	1,0
Características químicas ^B :	
• Contenido de sulfatos, expresados como SO ₄ % max.	1,2
• Contenido de cloruros, expresados como Cl % max.	0,1

Fuente: NTP 400.037 (2018): "AGREGADOS: Agregados para Concreto, Requisitos"

Así mismo deberá tenerse en cuenta que lo siguiente:

El agregado fino a usarse en el concreto que va a estar sometido a problemas de congelación y deshielo, deberá cumplir además de los requisitos generales, el requisito de resistencia a la desintegración por medio de ataque de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, la pérdida promedio de masa, Después de cinco ciclos no deberá exceder los valores de la Tabla 9. (INDECOPI, 2018).

Tabla 9

Límites Permitidos en Perdida por Ataque de Sulfatos

AGREGADO FINO	
Si utiliza solución de sulfato de sodio	Si utiliza solución de sulfato de magnesio
10 %	15 %

Fuente: NTP 400.037 (2018): «AGREGADOS: Agregados para Concreto, Requisitos»



EL AGREGADO GRUESO

El agregado grueso debe tener la granulometría según los límites de la Tabla 10.

Tabla 10

Requerimiento Granulométrico – Agregado Grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 1/2 pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	—
2	63 mm a 37,5 mm (2 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	—
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—	—	—
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	—	0 a 5	—	—	—	—
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg a No. 4)	—	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—	—
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg a 1/2 pulg)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—	—
36	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—	—
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg a No. 4)	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—	—
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—	—
67	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg a No. 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—	—
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	—
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037:2018 "AGREGADOS: Agregados para Concreto, Requisitos"



"La cantidad de sustancias nocivas del agregado grueso no deberá exceder de los límites establecidos en la Tabla 11" (INDECOPI, 2018).

Tabla 11

Limites de Sustancias Nocivas – Agregado Grueso

Requisito	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	5,0
Material más fino que la malla normalizada 75 μm (No. 200):	1,0 ^A
Horsteno (menos de 2,40 de densidad)	5,0 ^B
Carbón y lignito: <ul style="list-style-type: none">• Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante.• Otros concretos	0,5 1,0
Características químicas ^C : <ul style="list-style-type: none">• Contenido de sulfatos, expresados como SO₄ % max.• Contenido de cloruros, expresados como Cl % max.	1,0 0,1

^A Este porcentaje podrá ser aumentado a 1,5 % si el material está esencialmente libre de limos y arcillas.

^B Sólo en casos de intemperización moderada (concreto en servicio a la intemperie continuamente expuesto a congelación y deshielo en presencia de humedad).

Fuente: NTP 400.037:2018 "AGREGADOS: Agregados para Concreto, Requisitos"

Así mismo deberá tenerse en cuenta también lo siguiente:

El agregado grueso a usarse en el concreto, que va a estar sometido a problemas de congelación y deshielo, deberá cumplir además de los requisitos generales, el requisito de resistencia a la desintegración por medio de ataque de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, la pérdida promedio de masa. (INDECOPI, 2018). después de cinco ciclos no deberá exceder los valores de la Tabla 12.



Tabla 12

Límites Permitidos en Perdida por Ataques de Sulfatos

Agregado grueso	
Si utiliza solución de sulfato de sodio	Si utiliza solución de sulfato de magnesio
12 %	18 %

Fuente: NTP 400.037:2018 "AGREGADOS: Agregados para Concreto, Requisitos"

El agregado grueso deberá tener o poseer la resistencia mecánica establecida en la Tabla 13.

Tabla 13

Resistencia Mecánica de los Agregados Gruesos

Métodos alternativos	No mayor que
Abrasión (Método los Angeles)	50 %
Valor de impacto del agregado (VIA)	30 %

Fuente: NTP 400.037:2018 "AGREGADOS: Agregados para Concreto, Requisitos"

2.1.2.1.4. Agua

Abanto (2009) indica que:

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido; El agua a emplearse en la elaboración del concreto, deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero; Si se tuvieron dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de ésta, para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación del concreto que se muestra en la Tabla 14.



Tabla 14

Valores Máximos Admisibles de Sustancias Existentes en el Agua

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto. San Marcos.

También Abanto (2009) indica que:

deberá también hacerse un ensayo de resistencia a la compresión a los 07 y 28 días, preparando los testigos con agua destilada y/o potable y con el agua cuya calidad se quiere evaluar, considerándose como satisfactorias aquellas que arrojen una resistencia mayor o igual a 90% que la del concreto preparado con agua potable.

2.1.2.2. Tipos de concreto

Según Abanto (2009):

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado, Y la pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua.

Los tipos de concreto más comunes se detalla a continuación:

2.1.2.2.1. Concreto simple

Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua, En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta. (Abanto Castillo, 2009)



2.1.2.2.2. Concreto armado

"Se denomina así al concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción" (Abanto Castillo, 2009).

2.1.2.2.3. Concreto estructural

«Se denomina así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima preestablecida en el diseño y una durabilidad adecuada» (Abanto Castillo, 2009).

2.1.2.2.4. Concreto ciclópeo

«Se denomina así al concreto simple que esta complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10", cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total, Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado.» (Abanto Castillo, 2009).

2.1.2.2.5. Concretos livianos

Abanto (2009): "Son preparados con agregados livianos y su peso unitario varía desde 400 a 1700 kg/m³".

2.1.2.2.6. Concreto normales

Abanto (2009): "Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía de 2300 a 2500 Kg/m³. Según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de 2400 g/m³".

2.1.2.2.7. Concretos pesados

Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando el peso unitario valores entre 2800 a 6000 kg/m³. Generalmente se usan agregados como las baritas, minerales de fierro como la magnetita, limonita y hematita, También, agregados artificiales como el fósforo de hierro y partículas de acero, La aplicación principal de los concretos pesados la constituye la protección biológica contra los efectos de las radiaciones nucleares, También se utiliza en paredes de bóveda y cajas fuertes, en



pisos industriales y en la fabricación de contenedores para desechos radiactivos.
(Abanto Castillo, 2009)

2.1.2.3. Propiedades del concreto

2.1.2.3.1. Trabajabilidad

Rivva (2000) define que:

La trabajabilidad es como la facilidad con la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclada para formar el concreto, y luego éste puede ser, para condiciones dadas de obra, manipulado, transportado y colocado con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad, El concreto deberá ser lo suficientemente trabajable para que con los encofrados, cantidad y espaciamiento del refuerzo, procedimiento de colocación, y técnicas de consolidación utilizados, se pueda llenar completamente todos los espacios alrededor del refuerzo y permitir que la masa fluya en las esquinas y contra la superficie de los encofradas a fin de lograr una masa homogénea sin una inconveniente separación de los ingredientes, o presencia de aire entrampado, burbujas macroscópicas, o bolsas de agua en el concreto. La trabajabilidad del concreto está determinada, entre otros factores, por las características, granulometría, y proporción de los agregados fino y grueso, por cuanto dichos factores regulan la cantidad de agua necesaria para producir un concreto trabajable.

En relación con lo anterior es conveniente recordar que el procedimiento para la selección de las proporciones de la mezcla Indicado en la recomendación ACI 211 señala que el volumen suelto de agregado grueso estimado para un metro cúbico de concreto depende del peso unitario seco varillado el cual, a su vez, depende de la granulometría y perfil de las partículas de agregado que influyen en el porcentaje de vacíos, y de la gravedad específica de las partículas; Adicionalmente, el factor agregado grueso es dependiente del tamaño máximo de éste y del módulo de fineza del agregado fino, Así, Cuanto más fina es la arena menos cantidad de ella es requerida y más agregado grueso puede ser empleado para una trabajabilidad comparable. (Rivva Lopez, 2000)

ACCIÓN DEL AGREGADO FINO

Para que el concreto tenga trabajabilidad adecuada las partículas de agregado grueso deben estar espaciadas de manera tal que puedan moverse con relativa facilidad durante los procesos de mezcla y colocación Igualmente se conoce que el agregado



fino actúa como un lubricante del agregado grueso, ayudando a colocar el material de tamaño mayor uniformemente distribuido en la masa del concreto. (Rivva Lopez, 2000)

ACCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

En relación con el perfil del agregado grueso, está demostrado que la piedra partida, cuando se la compara con agregado de perfil redondeado, requiere mayor cantidad de agregado fino para compensar el perfil angular de las partículas, en orden a obtener una mezcla comparable en trabajabilidad a aquellas en las que se emplea grava. (Rivva Lopez, 2000)

2.1.2.3.2. Consistencia

La consistencia como una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma. entendiéndose por ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación; La consistencia está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad; Una mezcla trabajable para pavimentos puede tener una alta consistencia que la hace difícil de trabajar en columnas o placas; Inversamente, una mezcla cuya consistencia la hace adecuada para Vigas o columnas puede ser excesivamente trabajable para estructuras masivas; La consistencia de una mezcla es función de su contenido de agua y de la granulometría y características físicas del agregado, las que determinan la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia determinada usualmente la consistencia de una mezcla se define por el grado de asentamiento de la misma, Corresponden los menores asentamientos a las mezclas más secas los mayores a las consistencias fluidas.(Rivva Lopez, 2000)

ENSAYO PARA DETERMINAR LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO

Abanto (2009) indica que:

El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o "Slump test", es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco, Esta prueba, desarrollada por Duft Abrams; fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978; El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento de la mezcla luego de desmoldeado; Ahora, el comportamiento del concreto en la prueba indica su "consistencia" o sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose



homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido de agua en la mezcla. (Abanto Castillo, 2009)

EQUIPOS PARA ENSAYO DE CONSISTENCIA

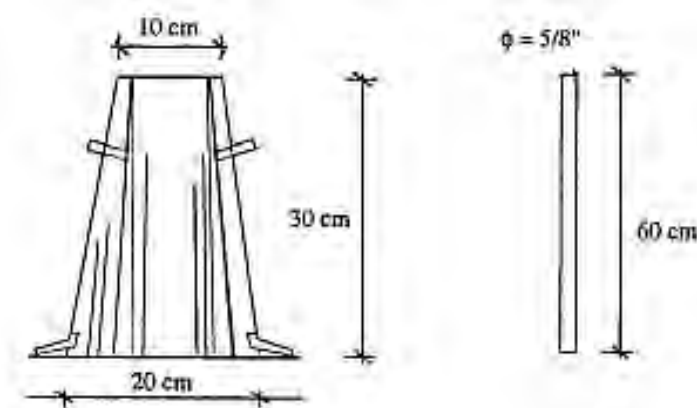
Abanto (2009) indica que:

El equipo necesario consiste en un tronco de cono; Los dos círculos de las bases son paralelos entre sí midiendo 20 cm y 10 cm los diámetros respectivos la altura del molde es de 30 cms; El molde se construye con plancha de acero galvanizado, de espesor mínimo de 1.5mm; Se sueldan al molde asas y aletas de pie para facilitar la operación; Ahora para compactar el concreto se utiliza una barra de acero liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica. (Abanto Castillo, 2009)

A continuación, en el Figura 5 se muestran el equipo para el ensayo de consistencia.

Figura 5

Equipos para Ensayo de Consistencia o Slump



Fuente: Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto.

TÉCNICA DE ENSAYO DE CONSISTENCIA

El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen; Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente. En seguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior; La tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar, seguidamente se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical. (Abanto Castillo, 2009)



Seguidamente, El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina slump; Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos de los cuales el proceso de desmolde no tomará más de cinco. (Abanto Castillo, 2009)

CLASES DE MEZCLA SEGÚN SU ASENTAMIENTO

Las clases de mezcla de concreto según su consistencia son.

Tabla 15

Clases de Concreto Según Asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
SECA	0" – 2"	Poco trabajable	Vibración normal
PLÁSTICO	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
FLUIDA	> 5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto. San Marcos.

2.1.2.3.3. Segregación

Abanto (2009):

En una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso del Mortero, Por lo que es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, Etc; La segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es esta y menor cuanto más seca lo es; En el proceso de diseño de mezclas, es necesario tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir este, mediante el aumento de finos (cemento o A. fino) y de la consistencia de la mezcla.

Abanto (2009):

Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas. La segregación ocurre cuando parte del



concreto se mueve más rápido que el concreto adyacente, por ejemplo, el traqueteo de las carretillas con ruedas metálicas tiende a producir que el agregado grueso se precipite al fondo mientras que la "lechada" asciende a la superficie; También ocurre cuando se suelta el concreto de alturas mayores de 1/2 metro el efecto es semejante; También se produce segregación cuando se permite que el concreto corra por canaletas, máxime si estas presentan cambios de dirección; Así mismo el excesivo vibrado de la mezcla produce segregación. (Abanto Castillo, 2009)

2.1.2.3.4. Resistencia

Según Abanto (2009):

La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el proceso de mezclado, las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión; Y, la resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura); Así mismo la resistencia a la compresión de un concreto ($f'c$) debe ser alcanzado a los 28 días, después de vaciado y realizado el curado respectivo.

En obra es necesario contar con ciertos equipos para la obtención de la muestra.

EQUIPO NECESARIOS EN OBRA

El equipo necesario en obra para la obtención y elaboración de los especímenes de la muestra son los siguientes:

- a) moldes cilíndricos, cuya longitud es el doble de su diámetro (6" x 12");
- b) Barra compactadora de acero liso de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud, La barra será terminada en forma de semiesfera;
- c) Cuchara para el muestreo y plancha de albañilería;
- d) Aceites derivados de petróleo, como grasa mineral blanda; Respecto a los moldes estos deben ser de material impermeable, no absorbente y no reactivo con el cemento, Los moldes normalizados se construyen de acero, Eventualmente se utilizan de material plástico duro, de hojalata y de cartón parafinado. (Abanto Castillo, 2009)

FACTORES DE AFECTAN LA RESISTENCIA

Por otro lado, es importante también conocer que existen factores que afectan la resistencia, los cuales son:



01 la relación agua - cemento (a/c): Es el factor principal que influye en la resistencia del concreto. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido, La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c; 02 El contenido de cemento: La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento; 03 El tipo de cemento: La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento; 04 Las condiciones de curado: Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo. (Abanto Castillo, 2009).

2.1.2.3.5. Exudación

La exudación es definida como la elevación de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie, generalmente debido a la sedimentación de los sólidos; El proceso se inicia momentos después que el concreto ha sido colocado y consolidado en los encofrados y continua hasta que se inicia el fraguado de la mezcla, se obtiene máxima consolidación de sólidos, o se produce la ligazón de las partículas; Cuando la exudación es excesiva, debe darse atención a la granulometría y angularidad del agregado fino, El empleo de arenas muy finas, las mezclas de arenas, y un control más cuidadoso son factores que pueden contribuir a la reducción de la exudación. (Rivva Lopez, 2000)

Una forma de controlar la exudación es el empleo de agregado fino adecuadamente graduado, Con presencia de los tamaños menores en proporciones adecuadas; Otra forma de contribuir a controlar la exudación es el empleo de una combinación adecuada de arenas gruesas y finas, afín de incrementar la superficie específica y disminuir el volumen de exudación. (Rivva Lopez, 2000)

2.1.2.3.6. Cohesividad

Rivva (2000) define:

A la cohesividad como aquella propiedad del concreto fresco gracias a la cual es posible controlar el peligro de segregación durante la etapa de colocación de la mezcla, al mismo tiempo que contribuye a prevenir la aspereza de la misma y facilitar su manejo durante el proceso de compactación del concreto.



2.1.2.3.7. Durabilidad

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación, la resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 a 6% de aire con un agente incluso de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie; Los agentes químicos, como ácidos inorgánicos, ácidos acético y carbónico y los sulfatos de calcio, sodio, magnesio, potasio, aluminio y hierro desintegran o dañan el concreto; Cuando puede ocurrir contacto entre estos agentes y el concreto, se debe proteger el concreto con un revestimiento resistente; para lograr resistencia a los sulfatos, se debe usar cemento Portland tipo V; La resistencia al desgaste, por lo general, se logra con un concreto denso, de alta resistencia, hecho con agregados duros. (Abanto Castillo, 2009)

2.1.2.4. Curado del concreto

Abanto (2009) manifiesta que:

El curado es un proceso que consiste en mantener húmedo al concreto por varios días después de su colocación, con el fin de permitir la reacción química entre el cemento y el agua (hidratación del cemento); Si el concreto se seca muy rápidamente se producen rajaduras superficiales y además se le impide alcanzar la resistencia especificada; Los agentes más perjudiciales son el sol y el viento, debe evitarse que estos lleguen al concreto fresco .

MÉTODOS DE CURADO

Abanto (2009) afirma que:

Existen diversos materiales, métodos y procedimientos para el curado del concreto, pero el objetivo es el mismo: garantizar el mantenimiento de un contenido satisfactorio de humedad y temperatura para que desarrolle las propiedades deseadas; Los sistemas para mantener un contenido satisfactorio de humedad son los siguientes:

a) La continua o frecuente aplicación de agua por anegamiento, aspersion, vapor o materiales de cubrimiento saturados, como carpetas de yute o algodón, alfombras, tierra, arena, aserrín, paja o heno; b) Evitar la pérdida excesiva de agua en la superficie el concreto, mediante el empleo de materiales tales como hojas de plástico o de papel impermeable, o bien mediante la aplicación de compuestos de curado



formadores de membrana sobre el concreto recién colado. (Abanto Castillo, 2009)

MOMENTO DE INICIO DEL CURADO

"El proceso debe iniciarse tan pronto como sea posible sin causar maltrato a la superficie del concreto" (Abanto Castillo, 2009). Se puede utilizar la Tabla 16 como referencia:

Tabla 16

Momento de Inicio del Curado, de Acuerdo al Clima.

CLIMAS	TIEMPOS DESPUÉS DEL VACIADO
CALUROSOS Y SECOS	1 a 3 horas
TEMPLADOS	2 ½ a 5 horas
FRÍOS	4 ½ a 7 horas

Fuente: Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto. San Marcos.

2.1.2.5. Juntas frías

La definición o concepción que manejan los autores respecto a la junta fría se detalla o describe a continuación:

La estabilidad de una estructura está condicionada, además de la calidad del hormigón (resistencia, impermeabilidad, etc;) al monolitismo o continuidad permanente que debe tener todo elemento en sí y su unión con los otros elementos que conforman la estructura. (Castillo Fernandez, 2008)

La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo; El proceso de colocación deberá efectuarse en una operación continua o en capas de espesor tal que el concreto no sea depositado sobre otro que ya haya endurecido lo suficiente para originar la formación de juntas o planos de vaciado dentro de la sección. (Salinas Seminario, 2015)

Cuando se están fundiendo elementos que requieren la colocación de varios lotes de concreto, la interrupción del concreto entre una mezcla y otra puede generar un plano de debilidad en la interfaz de las dos mezclas; Este plano de debilidad también es conocido como junta fría que es definida por el comité 116 de la ACI como: "una articulación o vacío resultante de un retraso en la colocación de concreto, de una



duración suficiente para que no permita la adherencia del material en dos vertimientos sucesivos de concreto, mortero, o similares”; Al tiempo que transcurre entre la colocación del concreto sobre el que se ha fundido inicialmente se le llama tiempo de formación de junta fría, si es que esta se ha presentado en el elemento. (Torres Palacio, 2014)

Otras circunstancias pueden generar ocasionalmente una junta fría o agravarla, tales como la consolidación inadecuada de una mezcla que se ha colocado sobre otra, las condiciones ambientales y las condiciones en que se encuentre la superficie de concreto que se ha colocado primero antes de fundirla segunda capa de mezcla, por lo que se recomienda hacer el suministro continuo de concreto para la construcción de los elementos, realizar un correcto vibrado de las dos capas y preparar la superficie de concreto antes de colocar una segunda mezcla sobre ella. (Suprenant & Basham, 1993)

Cuando se forma una junta fría a pesar de hacer los tratamientos recomendados, se tendrán consecuencias en el comportamiento y características del elemento; Habrá disminuciones de resistencias de los elementos de acuerdo con el tiempo de formación de la junta fría, la edad del concreto y la orientación del plano de debilidad con respecto a las cargas impuestas; La durabilidad se verá afectada por la penetración de sustancias indeseables que atacan al concreto y aceros de refuerzo, ocasionando también un impacto en la estética del elemento cuando las consecuencias del ataque de estas sustancias se perciban en la superficie del elemento. (Torres & Botia, 2010)



CAPITULO III: HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Limitaciones de la investigación

El tema de investigación titulado "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F_c=210 KG/CM², CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2022", tiene en consideración las limitaciones siguientes:

3.1.1. Cemento

En el caso del cemento, este se restringe o limita al tipo de cemento "CEMENTO MULTIPROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP" de la marca "YURA". Las descripciones, propiedades y/o características de dicho cemento se detallan a continuación.

DESCRIPCIÓN

Yura S.A. (2022) define:

Al cemento multipropósito de alta durabilidad YURA IP, como cemento elaborado en base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso, Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura, La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad; Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el cemento multipropósito YURA tipo IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del interperismo, ataques químicos, abrasión, u otros tipos de deterioro. (Yura S.A., 2022)

PROPIEDADES

Las propiedades físicas y químicas del cemento multipropósito YURA tipo IP, se muestran a continuación en las Tabla 17 y Tabla 18.

Tabla 17

Propiedades Químicas del Cemento Tipo IP Yura



REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO MULTIPROPÓSITO YURA TIPO IP	REQUISITOS NTP 334.090, ASTM C-595
MgO (%)		6.00 Max.
SO ₃ (%)	1.5 a 3.0	4.00 Max.
Perdida por Ignición (%)	1.5 a 4.0	5.00 Max.

Fuente: Ficha técnica Cemento tipo IP YURA 2022/V1

Tabla 18

Propiedades Físicas del Cemento Tipo IP Yura

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO MULTIPROPÓSITO YURA TIPO IP	REQUISITOS NTP 334.090, ASTM C-595
Peso Específico (gr/cm ³)	2.75 a 2.85	-
Expansión Autoclave (%)	0.07 a 0.03	-0.20 a 0.80
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270	45 a 420
Contenido de Aire	2.5 a 8.0	12 Max.
Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	Kg/cm ²
03 días	175 a 200	133 min.
07 días	225 a 255	204 min.
28 días	306 a 340	255 min.
Resistencia a los sulfatos	%	
% Expansión a los 6 meses	< 0.04	0.05 Max.
% Expansión a 1 año	< 0.05	0.10 Max.

Fuente: Ficha técnica Cemento tipo IP YURA 2022/V1

PROPIEDADES QUE MEJORAN A CAUSA DE LA ADICIÓN DE PUZOLANA

Las propiedades del cemento multipropósito YURA tipo IP que mejoran, son:

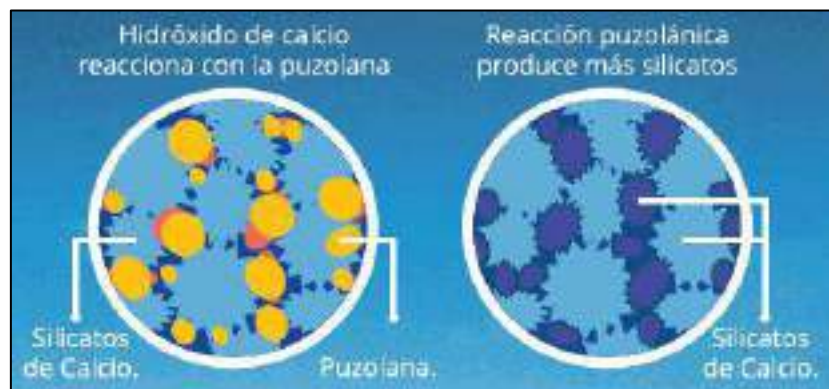
- a) La resistencia a la compresión: Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de

cemento; Los silicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a Otros tipos de cemento que no contienen puzolana. (Yura S.A., 2022)

Lo descrito anteriormente se resume en la figura 6 mostrado a continuación.

Figura 6

Reacción Química del Cemento Multi-Propósito de Alta Durabilidad YURA IP



Fuente: Ficha técnica Cemento tipo IP YURA 2022/V1

b) Resistencia al ataque de cloruros y sulfatos. El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio deshidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto; Debido a la capacidad de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP es resistente a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de Otros iones agresivos; Resultados de laboratorio demuestran que el cemento multipropósito YURA IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V. (Yura S.A., 2022)

c) Impermeabilidad. el cemento multipropósito YURA IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los silicatos de la puzolana con los hidróxidos de calcio producidos en la hidratación del cemento disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace más impermeable y protege a la estructura metálica de la corrosión. (Yura S.A., 2022)



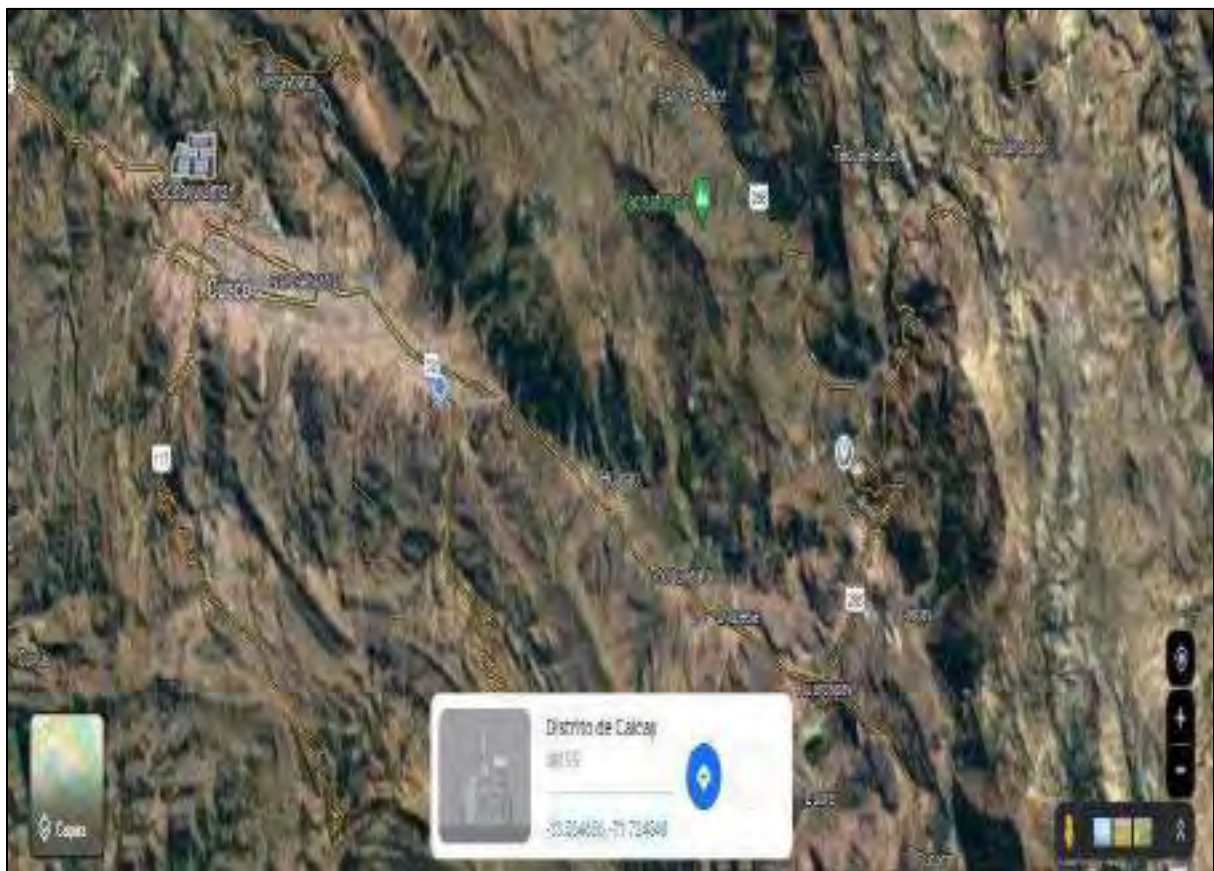
3.1.2. Agregados

En el caso de los agregados, este se restringe o limita a los agregados de la cantera vicho. Algunas descripciones de esta cantera y del material que se produce en esta se detallan a continuación.

Los materiales que pueden encontrarse en esta cantera tienen una durabilidad buena y un volumen regular a muy bueno. Su ubicación geográfica se encuentra al noroeste del distrito de Caicay, provincia de Paucartambo, región del Cusco, tal como se observa en la Figura 7.

Figura 7

Ubicación Geográfica de la Cantera Vicho



Fuente: Google Earth.

La accesibilidad vía terrestre desde la ciudad de cusco, es por la ruta Cusco, Huaso, Choquetapata, Oropesa, Huacarpay, San Salvador, Esto puede observarse en Figura 8.



Figura 8

Accesibilidad a la Cantera Vicho (Rta: Cusco – San Salvador)



Fuente: Google Earth.

3.1.3. Juntas frías

En el caso de las juntas frías (JF), este se restringe o limita a los tipos de juntas con planos de inclinación y acabado de superficie siguientes:

Planos de inclinación: Los planos de inclinación considerados son:

- Vertical (Angulo: 90°)
- Horizontal (Angulo: 0°)
- Diagonal (Angulo: 45°)

Superficie de la junta: Semi rugosa (proporcionada por un molde similar al encofrado de madera.

3.1.4. Tiempo de formación de la junta fría



En el caso de los tiempos de formación de las juntas frías, estos se restringen o limitan a los tiempos de 02, 04, 06 y 08 horas, debido a que se considera estos tiempos como los más frecuentes en la interrupción de vaciados.

3.1.5. Resistencia de diseño a los 28 días

En el caso de la resistencia de diseño esta se restringe o limita, a la resistencia específica de 210 kg/cm², debido a que esta resistencia es la más considerada en la mayoría de proyectos de infraestructura civil.

3.2. Hipótesis de investigación

3.2.1. Hipótesis general

Disminuye en 20% la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², producto de la junta fría rugosa, con cemento tipo IP en la ciudad del cusco. 2022.

3.2.2. Hipótesis específicas

"HIPÓTESIS ESPECÍFICA 01"

Disminuye en 5% la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², debido a la junta fría horizontal rugoso, con cemento tipo IP en la ciudad del cusco. 2022

"HIPÓTESIS ESPECÍFICA 02"

Disminuye en 20% la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², a causa de la junta fría diagonal rugoso, con cemento tipo IP en la ciudad del cusco. 2022.

"HIPÓTESIS ESPECÍFICA 03"

Disminuye en 10% la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², a causa de la junta fría perpendicular rugoso, con cemento tipo IP en la ciudad del cusco. 2022.

3.3. Metodología de investigación

3.3.1. Tipo de investigación

El trabajo de INVESTIGACIÓN es del tipo APLICATIVO, porque permite desarrollar el diseño de mezclas del concreto y la resistencia del concreto, teniendo en cuenta las juntas frías rugosas. También es del tipo TRANSVERSAL, porque se va a recolectar datos en un determinado momento.



3.3.2. Nivel de investigación

El trabajo de INVESTIGACIÓN es del tipo CORRELACIONAL, porque se va a interrelacionar las muestras patrón con las muestras que tienen juntas frías, esto comparando sus resistencias a compresión a los veinte y ocho (28) días.

3.3.3. Diseño de investigación

El trabajo de investigación es del tipo EXPERIMENTAL, porque se manipulará o alterará una determinada variable (junta fría rugosa) para evaluar su efecto sobre obra variable (resistencia final a la compresión).

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis será la ciudad del Cusco, específicamente el laboratorio de "Mecánica de suelos de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco".

3.3.5. Población

La población se limitará a las briquetas realizadas a nivel patrón y también a las realizadas con juntas frías rugosa horizontal, diagonal y perpendicular.

3.3.6. Muestra

La muestra será del tipo probabilística porque cualquiera de las briquetas tiene la misma probabilidad de ser elegida.

3.3.7. Tamaño muestral

El tamaño muestral a emplearse en la presente investigación, se ha determinado considerando tres (03) planos de inclinación de juntas frías (horizontal, diagonal y perpendicular) y cuatro (04) tiempos de conformación de las juntas frías (2h, 4h, 6h y 8h). y asimismo también las muestras patrón (sin junta fría). En la Tabla 19 se presenta el total de muestras, producto de los resultados de las Tablas 20, 21, 22 y 23.

Tabla 19

Total de Muestras de la Investigación



Casos	Cantidad de Briquetas
Muestras patrón	12 und.
Muestras c/ junta fría horizontal	32 und.
Muestras c/ junta fría diagonal	32 und.
Muestras c/ junta fría perpendicular	32 und.
Total, de muestras	108 Und.

Tabla 20

Total, de Muestras con Junta Fría Horizontal

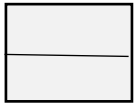
CASO 01: HORIZONTAL	Tiempo de conformación de la junta fría				Imagen Ref.
	2H	4H	6H	8H	
28 d	8 u.	8 u.	8 u.	8 u.	
Total, de Muestras (Caso 01)					32 Und.

Tabla 21

Total, de Muestras con Junta Fría Diagonal

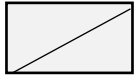
CASO 02: DIAGONAL	Tiempo de conformación de la junta fría				Imagen Ref.
	2H	4H	6H	8H	
28 d	8 u.	8 u.	8 u.	8 u.	
Total, de Muestras (Caso 02)					32 Und.

Tabla 22

Total, de Muestras con Junta Fría Perpendicular (vertical)

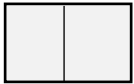
CASO 03: PERPENDICULAR	Tiempo de conformación de la junta fría				Imagen Ref.
	2H	4H	6H	8H	
28 d	8 u.	8 u.	8 u.	8 u.	
Total, de Muestras (Caso 03)					32 Und.



Tabla 23

Total, de Muestras de Concreto Patrón

CASO 0: PATRÓN	Sin junta fría	Imagen Ref.
07 días	2 u.	
14 días	2 u.	
28 días	8 u.	
Total de Muestras		12 Und.

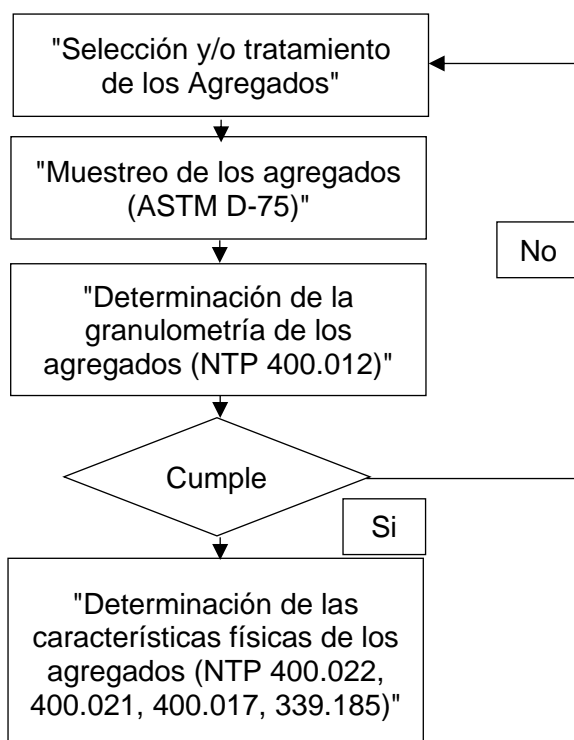
3.3.8. *Recolección de información*

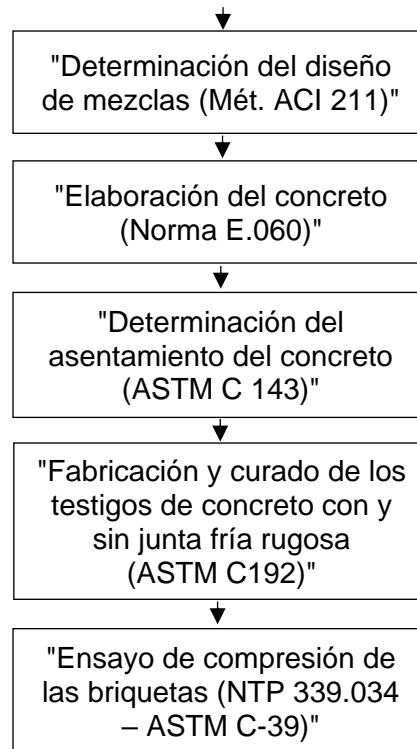
El presente trabajo de investigación, empleara el proceso de recojo de información siguiente:

Primeramente, se seleccionará y verificará que los agregados cumplan con lo requerido en la N.T.P., luego se determinará las propiedades físicas de los mismos para así proceder con la determinación del diseño de mezclas. Seguidamente, se elaborará el concreto necesario para la fabricación de los especímenes con y sin junta fría rugosa, para luego finalmente ser ensayadas a los mismos a los 28 días. La Figura 9 muestra a continuación lo descrito en el párrafo anterior el proceso de recolección de información.

Figura 9

Esquema de Trabajo de Investigación





3.3.9. *Análisis e interpretación de los datos*

El análisis e interpretación de los datos, se realizará de la manera siguiente:

- Se obtendrán las briquetas patrones y se realizara su compresión
- Se obtendrán las briquetas con juntas frías rugosas con planos horizontal, diagonal y perpendicular, y posteriormente se realizará su compresión a los 28 días.
- Se comparará los resultados del segundo punto con el patrón del primer punto.



CAPITULO IV: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

4.1. Agregado fino

4.1.1. Muestreo para materiales de construcción

4.1.1.1. Objetivo

Obtener muestra representativa del agregado fino, para así realizar los diversos ensayos requeridos para el diseño de mezclas.

4.1.1.2. Equipos y materiales

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado fino
- Pala
- Balanza de precisión
- Bolsa o Saco
- Plástico doble.
- Cuchara

4.1.1.3. Resumen del método

El IMCYC (2010) afirma que “Para la adquisición u obtención de la muestra representativa del agregado fino, se toma en cuenta los requerimientos de las normas NTP 400.010 y NTP 400.043”. Por ello se tomó tres (03) muestras de material seleccionados al azar y fueron mezclados, y luego reducidos mediante cuarteo hasta la cantidad de material requerido para los diversos ensayos. (IMCYC, 2010)

4.1.1.4. Procedimiento

El IMCYC (2010) afirma que:

La muestra obtenida en campo se coloca sobre una membrana impermeable, para que no hubiera pérdida de material ni contaminación con materiales extraños. Seguidamente se mezcla el material de manera completa traspaleando toda la muestra en una pila cónica, depositando cada paleada sobre la anterior.

Luego, por medio de una pala se ejerció presión sobre el vértice, para aplanar con cuidado la pila hasta que se obtuvo un espesor y un diámetro adecuado, verificando

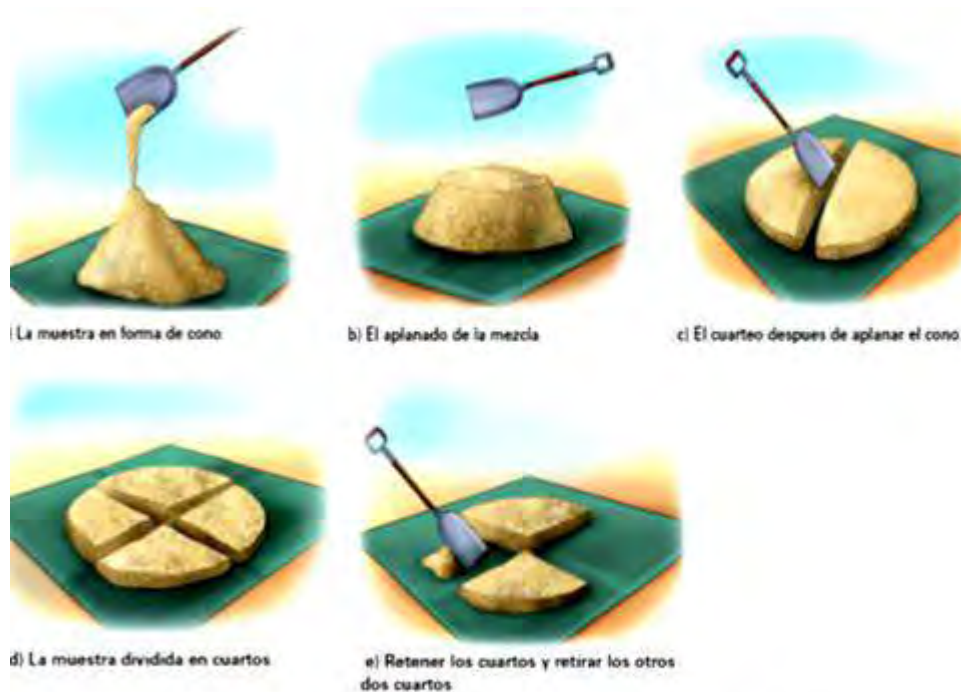


de que el diámetro sea en lo posible de cuatro (04) a ocho (08) veces el espesor del tronco de cono formado; A continuación, se dividió la pila aplanada en cuatro fragmentos circulares iguales con la pala o la cuchara de albañil y luego fueron eliminadas dos de los fragmentos circulares diagonalmente opuestas, esto considerando todo el material fino mediante un cepillado de los espacios vacíos para limpiarlos; Después se mezcló el material restante y se cuarteó sucesivamente hasta disminuir la muestra al tamaño requerido para las pruebas. (IMCYC, 2010)

El resumen de dicho procedimiento se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Proceso de Cuarteo de Muestra



Fuente: Instituto Mexicano del cemento y concreto, (2010). El concreto en la obra, problemas, causas y soluciones.

4.1.2. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N°200

4.1.2.1. Objetivo

"Obtener la cantidad de material más fino que pasa por el tamiz normalizado N°200 del agregado fino, para la verificación del cumplimiento de los requerimientos establecidos en la NTP 400.037 AGREGADOS, Agregados para concreto. Requisitos" (INDECOPI NTP 400.018, 2013).



4.1.2.2. Equipos y materiales

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado grueso
- Serie de tamices
- Recipiente
- Horno
- Balanza de precisión
- Agua

4.1.2.3. Resumen del método

Una muestra de agregado fino se lava utilizando agua pura pudiendo ser agua potable de la red domiciliaria, luego el agua de lavado que contiene el material muy fino suspendido y disuelto se cuela a través del tamiz N° 200; La pérdida de muestra resultante del lavado, se determina como porcentaje en masa de la muestra original y se registra como el porcentaje de material más fino que el tamiz N° 200 por lavado. (INDECOPI NTP 400.018, 2013)

4.1.2.4. Procedimiento

El procedimiento inicia de la siguiente manera:

Se procede con el secado de la muestra de ensayo esto a una temperatura de 110 °C \pm 5 °C, luego se determina la cantidad de esta muestra con una aproximación al 0,1 % de su masa; Después de haber secado y determinado la masa, se coloca la muestra de ensayo en un recipiente y se adiciona agua suficiente para cubrirla por completo; Luego se agita vigorosamente la muestra con el fin de desprender completamente todo el material más fino que el tamiz normalizado de N° 200 del material grueso, y así también obtener la suspensión del material fino; Inmediatamente después verter el agua de lavado conteniendo las partículas suspendidas y disueltas sobre los tamices, colocando siempre el tamiz más grueso en la parte superior, se debe tener cuidado para evitar tanto como sea posible, la decantación del material grueso de la muestra. (INDECOPI NTP 400.018, 2013)

Seguidamente, se cubre por completo la muestra con agua nuevamente, revolver y verter el agua de lavado como antes; Repetir esta acción hasta que el agua de lavado esté lo más clara posible; Seguidamente retornar todo el material retenido sobre los



tamices mediante un chorro de agua, Luego secar el agregado lavado a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y determinar la masa con aproximación al 0,1 % de la masa original de la muestra. (INDECOPI NTP 400.018, 2013)

4.1.2.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24

Cantidad de Material más Fino que Pasa por el Tamiz Normalizado N°200, en el Agregado Fino

TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'_{c}=210$ KG/CM ² , CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022"			
CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200			
(INDECOPI NTP 400.018: 2013)			
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
MUESTRA: AGREGADO FINO DE CANTERA VICHO			
			FECHA: DICIEMBRE 2022
	Cálculos	Muestras M1	Unidad
B=	Peso original de la muestra seca	667.02	g
C=	Peso de la muestra seca después del ensayo	634.23	g
A=	Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N°200= $100 \times (B-C) / B$	4.92	%

4.1.3. Peso unitario suelto y compactado

4.1.3.1. Objetivo

"Obtener el peso unitario suelto y compactado del agregado fino, para ser empleado en el cálculo de la dosificación del concreto requerido" (INDECOPI NTP 400.017, 2011).

4.1.3.2. Equipos y materiales

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado fino
- Balanza de precisión
- Recipiente cilíndrico con volumen conocido
- Varilla de apisonado de 5/8" x 60 cm de longitud.



- Horno
- Cucharón metálico
- Bandeja metálica

4.1.3.3. Resumen del método

El método se resume a lo siguiente:

Para el peso unitario suelto: Una muestra del agregado fino seco es vertida dentro de un recipiente de volumen conocido, luego es pesado de la siguiente manera, primero el recipiente de volumen conocido más la muestra contenida, y segundo el recipiente de volumen conocido solo. (INDECOPI NTP 400.017, 2011)

Y para el peso unitario compactado se resume a:

Para el peso unitario compactado: Una muestra de agregado fino seco es vertida en 03 capas compactadas dentro de un recipiente de volumen conocido, luego es pesado de la siguiente manera, primero el recipiente de volumen conocido más la muestra contenida, y segundo el recipiente de volumen conocido solo. (INDECOPI NTP 400.017, 2011)

4.1.3.4. Procedimiento

El procedimiento será el siguiente:

La muestra deberá ser aproximadamente de 1;25 a 2;00 veces la cantidad requerida para llenar el recipiente, y será manipulada de tal manera que se evite la segregación; la muestra de agregado es secada a masa constante, preferiblemente en un horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. (INDECOPI NTP 400.017, 2011)

Para el peso unitario suelto y compactado se usará el proceso siguiente:

Para determinar peso unitario (densidad) suelto del agregado fino se usará el proceso de paleo, y para determinar el peso unitario (densidad) compactado será usara el proceso de compactación por apisonado, ya que el agregado que tiene un tamaño nominal máximo menor de 37,5 mm; Procedimiento para peso unitario suelto: primero, llenar el recipiente hasta el reboce con una pala o cucharón, teniendo cuidado de descargar el agregado de una altura que no exceda 0;5 cm encima del borde superior del molde, a fin de prevenir, como sea posible, la segregación del tamaño de partículas que conforman la muestra; Segundo, nivelar la superficie del agregado con una



espátula o varilla recta al nivel del borde del molde o recipiente de volumen conocido; Por último, determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar estos valores con exactitud de 0,05 kg; b-2) Procedimiento para peso unitario compactado: Primero, llenar el recipiente hasta un tercio del total y luego nivelar la superficie con los dedos; A continuación, apisonar la capa de agregado con veinte y cinco (25) golpes con la varilla de apisonado (5/8") uniformemente distribuido sobre la superficie. Segundo, llenar el recipiente hasta los 2 tercios del total del recipiente y nuevamente nivelar y apisonar con la varilla como anteriormente; Tercero, llenar el recipiente tratando de exceder el nivel superior y apisonar nuevamente con la varilla de la forma indicada líneas arriba y luego nivelar la superficie del agregado fino con una espátula o con la misma varilla al nivel superior del borde del recipiente. (INDECOPI NTP 400.017, 2011)

“Finalmente, Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar estos valores con exactitud de 0,05 kg.” (INDECOPI NTP 400.017, 2011)

4.1.3.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se detalla en la Tabla 25 y Tabla 26.

Tabla 25

Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

PESO UNITARIO SUELTO DE LOS AGREGADOS					
(INDECOPI NTP 400.017:2011)					
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
MUESTRA: AGREGADO FINO DE CANTERA VICHO				FECHA: DICIEMBRE 2022	
	Cálculos	Muestras M1	Muestras M2	Muestras M3	Unidad
$P_a=$	Diferencia del peso de la muestra más el Proctor menos el peso del Proctor	1.39	1.39	1.41	kg
$V_p=$	Volumen del Proctor utilizado	9.40E-04	9.40E-04	9.40E-04	m ³
$P_u=$	Peso Unitario = P_a/V_p	1,482.63	1,477.82	1,499.53	kg/m ³
$P_u=$	Peso Unitario Promedio		1,486.66		kg/m ³



Tabla 26

Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

PESO UNITARIO COMPACTADO DE LOS AGREGADOS					
(INDECOPI NTP 400.017:2011)					
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
MUESTRA: AGREGADO FINO DE CANTERA VICHO				FECHA: DICIEMBRE 2022	
	Cálculos	Muestras M1	Muestras M2	Muestras M3	Unidad
$P_a=$	Diferencia del peso de la muestra más el Proctor menos el peso del Proctor	1.58	1.59	1.59	kg
$V_p=$	Volumen del Proctor utilizado	9.40E-04	9.40E-04	9.40E-04	m ³
$P_u=$	Peso Unitario = P_a/V_p	1,677.95	1,690.20	1,687.20	kg/m ³
$P_u=$	Peso Unitario Promedio	1,685.12			kg/m ³

4.1.4. Análisis granulométrico

4.1.4.1. Objetivo

"Determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado fino" (INDECOPI, 2018).

4.1.4.2. Equipos y materiales

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado fino
- Balanza de precisión
- Brocha
- Tamices para A.F. (3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200)
- Homo
- Agitador mecánico de tamices
- Recipiente metálico

4.1.4.3. Resumen del método

El ensayo consiste en que una muestra de agregado fino seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura grande a una pequeña, esto permite determinar la distribución del tamaño de las partículas. (INDECOPI, 2018)

4.1.4.4. Procedimiento

Primero, la muestra se mezcla completamente y se reduce a la cantidad necesaria



para el ensayo teniendo en cuenta los procedimientos establecidos en la práctica normalizada NTP 400;043 y NTP 400;010; La muestra de agregado fino para el ensayo será de la cantidad deseada cuando esté seca y deberá ser el resultado final de la reducción; Segundo, la muestra de agregado fino deberá secarse a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y luego deberá seleccionarse los tamaños adecuados de tamices; El uso de tamices adicionales puede ser necesario para obtener otra información, tal como módulo de fineza del agregado fino; Seguidamente los tamices se encajarán en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta la cazuela y luego se colocará la muestra sobre el tamiz superior para luego Agitar los tamices de forma manual o por medio de un aparato mecánico (agitador) por un período de tiempo suficiente, establecido por tanda o verificado por la medida de la muestra ensayada, Por último, se registra los pesos retenidos en cada uno de los tamices empleados. (INDECOPI, 2018)

4.1.4.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se detallan en la Tabla 27, Tabla 28 y Figura 11 y Figura 12.

Tabla 27

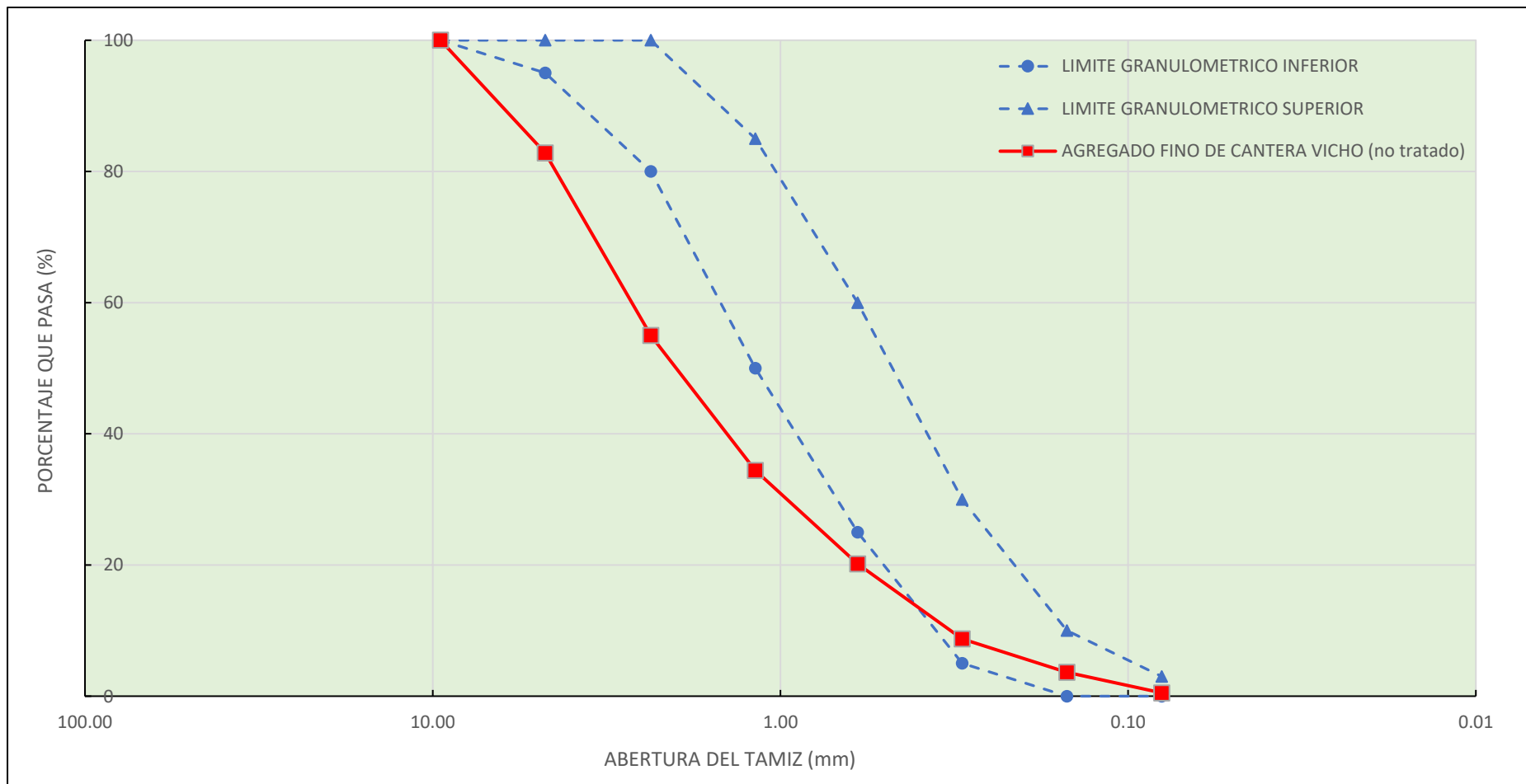
Análisis Granulométrico del Agregado Fino

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS							
(INDECOPI NTP 400.012:2018)							
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
MUESTRA: AGREGADO FINO DE CANTERA VICHU (no tratado)							
FECHA: DICIEMBRE 2022							
Tamiz	Peso	Porcentaje	% Retenido	% Que	Limites		
Pulg.	retenido	retenido	acumulado	Pasa	Granulométricos		
mm							
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	.....
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
N°04	4.75	324.56	17.17	17.17	82.83	95	- 100
N°08	2.36	526.33	27.84	45.01	54.99	80	- 100
N°16	1.18	389.12	20.59	65.60	34.40	50	- 85
N°30	0.60	268.83	14.22	79.82	20.18	25	- 60
N°50	0.30	215.94	11.42	91.25	8.75	5	- 30
N°100	0.15	96.65	5.11	96.36	3.64	0	- 10
N°200	0.08	59.32	3.14	99.50	0.50	0	- 3
Fondo		9.52	0.50	100.00	0.00		
Peso Muestra							
Seca =		1890.27	100.00				
Condición Granulométrico				No Cumple			
Módulo de Fineza del							
Agregado				3.90			



Figura 11

Análisis Granulométrico del Agregado Fino (No Tratado)





La muestra de agregado fino no tratado de la "cantera Vicho", no llega a cumplir con los requisitos granulométricos requeridos en la norma, por lo que se ha optado por tratarlo mediante un proceso de tamizado. Los resultados granulométricos de este material tratado son adecuados para su empleo en la elaboración de concreto.

Tabla 28

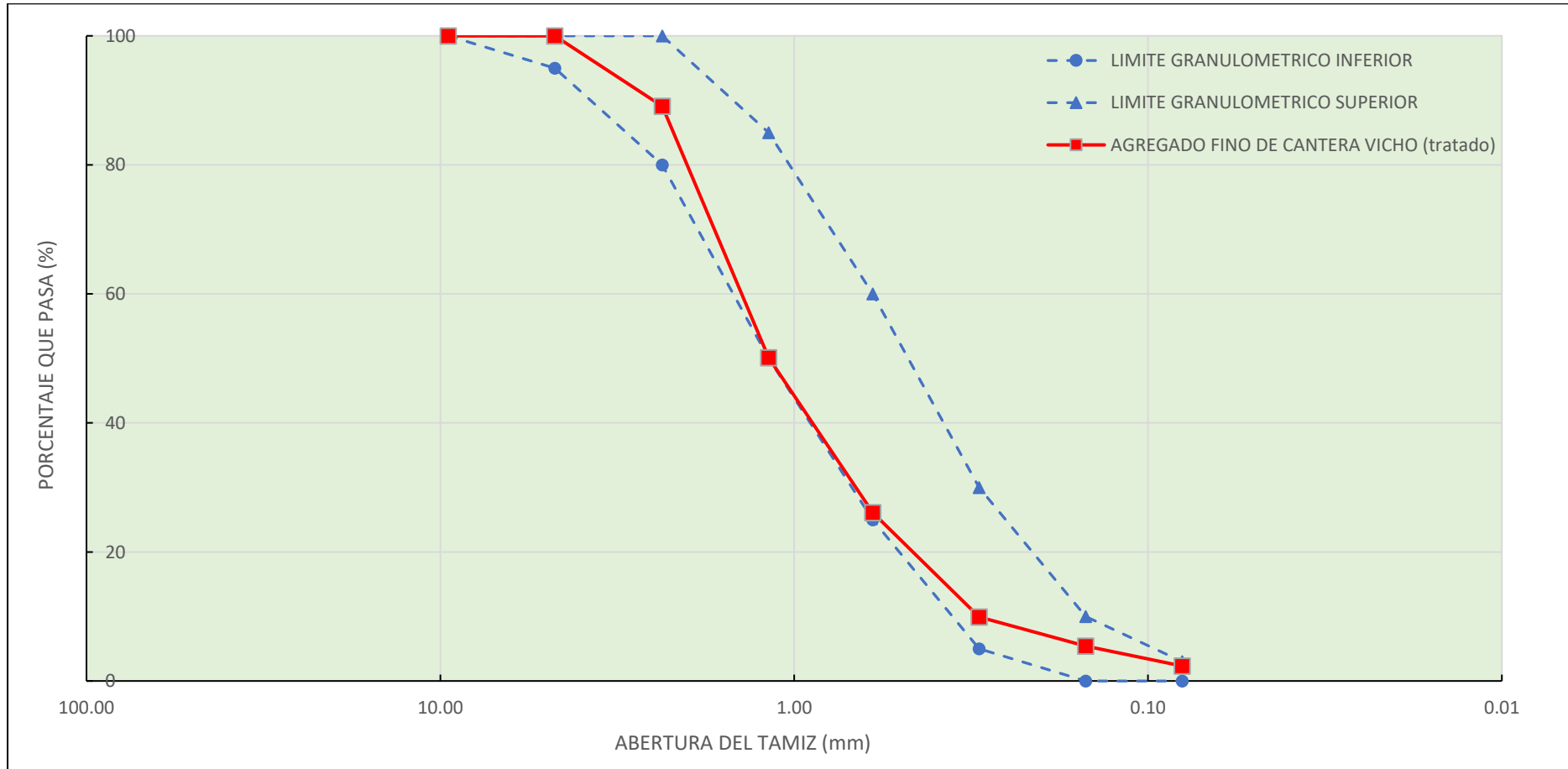
Análisis Granulométrico Del Agregado Fino Tratado

TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F_c=210 \text{ KG/CM}^2$, CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022"						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (INDECOPI NTP 400.012:2018)						
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL MUESTRA: AGREGADO FINO DE CANTERA VICHO (tratado)						
						FECHA: DICIEMBRE 2022
Tamiz	Peso retenido	Porcentaje retenido	% Retenido acumulado	% Que Pasa	Limites Granulométricos	
Pulg.	mm					
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00	.....
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00	100	
N°04	4.75	0.00	0.00	100.00	95	- 100
N°08	2.36	223.11	10.90	89.10	80	- 100
N°16	1.18	797.38	38.97	50.12	50	- 85
N°30	0.60	491.64	24.03	73.91	25	- 60
N°50	0.30	330.87	16.17	90.08	5	- 30
N°100	0.15	91.98	4.50	94.58	0	- 10
N°200	0.08	63.49	3.10	97.68	0	- 3
Fondo		47.49	2.32	100.00	0.00	
Peso Muestra Seca =		2045.96	100.00			
Condición Granulométrico			Si Cumple			
Módulo de Fineza del Agregado			3.10			



Figura 12

Análisis Granulométrico del Agregado Fino (Tratado)





4.1.5. Gravedad específica

4.1.5.1. Objetivo

Obtener el peso específico del agregado fino, para ser empleado en el cálculo de la dosificación del concreto requerido.

4.1.5.2. Equipos y materiales

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado fino
- Recipiente metálico
- Cucharón
- Molde y barra compactadora
- Picnómetro
- Pipeta
- Embudo
- Termómetro
- Balanza
- Bomba de vacío
- Recipiente auxiliar
- Horno

4.1.5.3. Resumen del método

NTP 400.022, INDECOPI (2013):

Una muestra de agregado fino es completamente sumergida en agua por $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ para esencialmente saturar los poros; seguidamente es retirada del agua, y el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa; Posteriormente, la muestra se coloca en un recipiente graduado (picnómetro) y el volumen de la muestra se determina por el método gravimétrico o volumétrico. Por último, la muestra es secada en horno o estufa y la masa se determina de nuevo, Usando los valores de la masa obtenidos y mediante las fórmulas que contempla la NTP 400.022, es posible calcular el peso específico y pesos específico relativa del agregado.

4.1.5.4. Procedimiento

NTP 400.022, INDECOPI (2013):

Una muestra de ensayo, seca, es cubierta con agua durante $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$, seguidamente se echa con cuidado el agua excedente y luego se extiende la muestra sobre una



superficie no absorbente, seguidamente se expone la muestra saturada a una corriente suave de aire caliente y agitarla con frecuencia para garantizar el secado homogéneo y uniforme, luego se sigue el procedimiento para determinar la condición de humedad superficial.

Y finalmente, se llena el picnómetro con agua y se introduce en el picnómetro $500 \text{ g} \pm 10 \text{ g}$ de agregado fino de condición saturada seca superficialmente, y llenar de agua adicional hasta aproximadamente el 90 % de su capacidad. Luego se debe rodar, invertir o agitar manualmente el picnómetro para eliminar las burbujas de aire visibles, Después de la eliminación de todas las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a $23,0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$, seguidamente determinar la masa total del picnómetro, el espécimen, y el agua. Por último, retirar el agregado fino del picnómetro, secar en el horno a una masa constante, a temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, enfriar en aire a temperatura ambiente durante $1 \text{ h} \pm 1/2 \text{ h}$, y determinar la masa; También determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a $23,0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$. (INDECOPI, 2013)

4.1.5.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29

Gravedad Especifica del Agregado Fino

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS FINOS			
(INDECOPI NTP 400.022, 2013)			
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
MUESTRA: AGREGADO FINO DE CANTERA VICHO			
			FECHA: DICIEMBRE 2022
	Cálculos	Muestras M1	Unidad
A=	Peso al aire de la muestra desecada	291.60	g
B=	Peso del picnómetro aforado lleno de agua	676.25	g
C=	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	862.64	g
S=	Peso de la muestra saturada con superficie seca	300.54	g
Pe=	Peso específico aparente= $A/(B+S-C)$	2.55	
Pe=	Peso específico aparente (S.S.S) $=A/(B+S-C)$	2.55	



4.1.6. Porcentaje de absorción

4.1.6.1. Objetivo

Obtener el porcentaje de absorción del agregado fino, para ser empleado en el cálculo de la dosificación del concreto requerido.

4.1.6.2. Equipos y materiales

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado fino
- Recipiente metálico
- Cucharón
- Molde y barra compactadora
- Balanza de precisión
- Horno

4.1.6.3. Resumen del método

Una muestra de agregado fino es completamente sumergida en agua por $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ para esencialmente saturar los poros; seguidamente es retirada del agua, y el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa; Por último, la muestra es secada en horno o estufa y la masa se determina de nuevo; Usando los valores de la masa obtenidos y mediante las fórmulas que contempla la NTP 400;022, es posible calcular la absorción del agregado fino expresado en porcentaje. (INDECOPI, 2013)

4.1.6.4. Procedimiento

NTP 400.022, INDECOPI (2013):

Primero, colocar la muestra de ensayo en un recipiente y secar en el horno hasta una masa constante a una temperatura $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, luego dejar que esta se enfríe hasta una temperatura apropiada de manipulación, seguidamente, cubrir con agua, ya sea por inmersión o por adición hasta alcanzar al menos 6 % de humedad del agregado fino y se deja reposar durante un periodo aproximado de $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$; Segundo, verter el exceso de agua con mucho cuidado para evitar la pérdida de finos y luego extender la muestra sobre una superficie llana no absorbente, seguidamente exponer la muestra saturada a una corriente suave de aire caliente y agitarla con frecuencia para



garantizar el secado homogéneo y uniforme, luego se sigue la prueba de humedad superficial para obtener una muestra de agregado en condición de saturado con superficie seca. (INDECOPI, 2013)

Por último, secar la muestra en el horno a una masa constante, a temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, enfriar en aire a temperatura ambiente durante $1 \text{ h} \pm 1/2 \text{ h}$, y determinar la masa. (INDECOPI, 2013)

4.1.6.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30

Absorción del Agregado Fino

TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c=210$ KG/CM ² , CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022"			
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS (INDECOPI NTP 400.022: 2013)			
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
MUESTRA: AGREGADO FINO DE CANTERA VICHO		FECHA: DICIEMBRE 2022	
	Cálculos	Muestras M1	Unidad
A=	Peso al aire de la muestra desecada	291.60	g
S=	Peso de la muestra saturada con superficie seca	300.54	g
Abs=	Absorción= $100 \times (S-A) / A$	3.07	%

4.1.7. Contenido de humedad

4.1.7.1. Objetivo

Determinar el contenido de humedad del agregado fino, para realizar la corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.

4.1.7.2. Materiales y equipos

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado fino
- Capsulas metálicas



- Balanza de precisión
- Horno

4.1.7.3. Resumen del método

Una muestra de agregado fino en condiciones húmedas es pesada, luego es secada durante 24 h +/- 4h y vuelta a pesar.

4.1.7.4. Procedimiento

La muestra de agregado fino es pesada con una aproximación del 0,1 %; Después, dicha muestra es secada completamente en un horno, estufa u otro medio, siempre teniendo mucho cuidado de evitar la pérdida de las partículas, debido a que un secado muy brusco puede ocasionar que algunas de las partículas exploten resultando esto en pérdidas de partículas; Por último, determinar la masa de la muestra de agregado fino seco con una precisión de 0,1 % después que se haya secado y enfriado lo suficiente. (INDECOPI NTP 339.185, 2013)

4.1.7.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31

Contenido de Humedad del Agregado Fino

TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'_{c}=210$ KG/CM ² , CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022" MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD (INDECOPI NTP 339.185: 2013)				
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL MUESTRA: AGREGADO FINO DE CANTERA VICHO				
			FECHA: DICIEMBRE 2022	
Cálculos	Muestras		Unidad	
	M1	M2		
$P_1 =$ Peso agregado húmedo	57.28	50.82	g	
$P_2 =$ Peso agregado seco	53.17	47.31	g	
$W\% =$ Contenido de humedad $(P_1 - P_2) / P_2$	7.73	7.42	%	
$W\% =$ Contenido de humedad promedio	7.58		%	



4.2. Agregado grueso

4.2.1. Muestreo para materiales de construcción

4.2.1.1. Objetivo

Obtener muestras representativas del agregado grueso para así realizar los diversos ensayos requeridos para el diseño de mezclas.

4.2.1.2. Materiales y equipos

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado grueso
- Pala plana
- Cuchara
- Balanza de precisión
- Bolsa o Saco
- Plástico doble
- Brocha

4.2.1.3. Resumen del método

Para la adquisición u obtención de la muestra representativa del agregado grueso, se tomó en cuenta los requerimientos de las normas NTP 400.010 y NTP 400.043; Por ello se tomó tres (03) muestras de material seleccionados al azar y fueron mezclados, y luego reducidos mediante cuarteo hasta la cantidad de material requerido para los diversos ensayos (Instituto Mexicano del cemento y concreto, 2010).

4.2.1.4. Procedimiento

Se empleo el método de cuarteo descrito a continuación; Primero, se coloca la muestra original sobre una superficie dura, limpia y nivelada, no poder cumplirse esta condición se coloca la muestra sobre una membrana impermeable (plástico doble) que no permita la pérdida de material, ni adición accidental de materiales extraños; Luego se mezcla completamente el material 3 veces por volteo; Con la última vuelta se coloca la muestra entera en un apilamiento cónico por depósito del material sobre la parte superior del cono en formación, seguidamente se Presiona cuidadosamente con la pala el apilamiento cónico hasta lograr un diámetro y espesor adecuado para dividir la muestra en 4 sectores circulares, cuyo contenido de cada uno de ellos será del mismo material que el original antes del cuarteo; El diámetro será de cuatro (4) a ocho (8) veces el espesor; Luego con la pala o espátula retirar los cuartos opuestos



diagonalmente, incluyendo todo el material fino, esto pasando la brocha por los espacios hasta dejarlo limpio; Seguidamente combinar y cuartear el material sobrante hasta que la muestra es reducida al tamaño deseado. (INDECOPI NTP 400.043;, 2015)

4.2.2. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N°200

4.2.2.1. Objetivo

"Obtener la cantidad de material más fino que pasa por el tamiz normalizado N°200 del agregado grueso, para la verificación del cumplimiento de los requerimientos establecidos en la NTP 400.037 AGREGADOS, Agregados para concreto. Requisitos" (INDECOPI, 2018).

4.2.2.2. Materiales y equipos

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado grueso
- Serie de tamices
- Recipiente
- Horno
- Balanza de precisión
- Agua

4.2.2.3. Resumen del método

Una muestra de agregado grueso se lava utilizando agua pura pudiendo ser agua potable de la red domiciliaria, luego el agua de lavado que contiene el material muy fino suspendido y disuelto, se cuela a través del tamiz N° 200, La pérdida de muestra resultante del lavado, se determina como porcentaje en masa de la muestra original y se registra como el porcentaje de material más fino que el tamiz N° 200 por lavado. (INDECOPI NTP 400.018, 2013)

4.2.2.4. Procedimiento

El procedimiento inicia de la siguiente manera:

Se procede con el secado de la muestra de ensayo esto a una temperatura de 110 °C \pm 5 °C, luego se determina la cantidad de esta muestra con una aproximación al 0,1 % de su masa; Después de haber secado y determinado la masa, se coloca la muestra



de ensayo en un recipiente y se adiciona agua suficiente para cubrirla por completo; Luego se agita vigorosamente la muestra con el fin de desprender completamente todo el material más fino que el tamiz normalizado de N° 200 del material grueso, y así también obtener la suspensión del material fino; Inmediatamente después verter el agua de lavado conteniendo las partículas suspendidas y disueltas sobre los tamices, colocando siempre el tamiz más grueso en la parte superior, se debe tener cuidado para evitar tanto como sea posible, la decantación del material grueso de la muestra. (INDECOPI NTP 400.018, 2013)

Seguidamente, se cubre por completo la muestra con agua nuevamente, revolver y verter el agua de lavado como antes; Repetir esta acción hasta que el agua de lavado esté lo más clara posible; Seguidamente retornar todo el material retenido sobre los tamices mediante un chorro de agua, Luego secar el agregado lavado a peso constante a una temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ y determinar la masa con aproximación al 0,1 % de la masa original de la muestra. (INDECOPI NTP 400.018, 2013)

4.2.2.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se detalla en la Tabla 32.

Tabla 32

Cantidad de Material más Fino que Pasa por el Tamiz Normalizado N°200, en el Agregado Grueso.

TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F_c=210$ KG/CM ² , CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022"			
CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200 (INDECOPI NTP 400.018: 2013)			
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL MUESTRA: AGREGADO GRUESO DE CANTERA VICHO			
			FECHA: DICIEMBRE 2022
	Cálculos	Muestras M1	Unidad
B=	Peso original de la muestra seca	1397.91	g
C=	Peso de la muestra seca después del ensayo	1389.12	g
A=	Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N°200= $100 \times (B-C) / B$	0.63	%



4.2.3. Peso unitario suelto y compactado

4.2.3.1. Objetivo

Determinar el peso unitario suelto y compactado del material grueso, para ser utilizado en determinación de la dosificación del concreto requerido.

4.2.3.2. Materiales y equipos

Los equipos y/o materiales necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado grueso
- Balanza
- Rec. cilíndrico con volumen conocido
- Varilla de apisonado de 5/8" x 0.60 m de longitud.
- Horno
- Cucharon metálico
- Bandeja metálica

4.2.3.3. Resumen del método

Para el peso unitario suelto: Una muestra del agregado grueso seco es vertida dentro de un recipiente de volumen conocido, luego es pesado de la siguiente manera, primero el recipiente de volumen conocido más la muestra contenida, y segundo el recipiente de volumen conocido solo. (INDECOPI NTP 400.017, 2011)

Para el peso unitario compactado: Una muestra de agregado grueso seco es vertida en 03 capas compactadas dentro de un recipiente de volumen conocido, luego es pesado de la siguiente manera, primero el recipiente de volumen conocido más la muestra contenida, y segundo el recipiente de volumen conocido solo. (INDECOPI NTP 400.017, 2011)

4.2.3.4. Procedimiento

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- a) La muestra de agregado grueso deberá ser aproximadamente de 1;25 a 2;00 veces la cantidad requerida para llenar el recipiente, y será manipulada de tal manera que se evite la segregación; la muestra de agregado es secada a masa constante, preferiblemente en un horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$; Para determinar peso unitario (densidad) suelto del agregado grueso se usará el proceso de paleo, y



para determinar el peso unitario (densidad) compactado será usara el proceso de compactación por apisonado, ya que el agregado que tiene un tamaño nominal máximo menor de 37,5 mm; b-1) Procedimiento para peso unitario suelto: primero, llenar el recipiente hasta el reboce con una pala o cucharón, teniendo cuidado de descargar el agregado de una altura que no exceda 0,5 cm encima del borde superior del molde, a fin de prevenir, como sea posible, la segregación del tamaño de partículas que conforman la muestra; Segundo, nivelar la superficie del agregado con una espátula o varilla recta al nivel del borde del molde o recipiente de volumen conocido; Por último, determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar estos valores con exactitud de 0,05 kg; b-2) Procedimiento para peso unitario compactado: Primero, llenar el recipiente hasta un tercio del total y luego nivelar la superficie con los dedos; A continuación, apisonar la capa de agregado con veinte y cinco (25) golpes con la varilla de apisonado (5/8") uniformemente distribuido sobre la superficie; Segundo, llenar el recipiente hasta los 2 tercios del total del recipiente y nuevamente nivelar y apisonar con la varilla como anteriormente; Tercero, llenar el recipiente tratando de exceder el nivel superior y apisonar nuevamente con la varilla de la forma indicada líneas arriba y luego nivelar la superficie del agregado fino con una espátula o con la misma varilla al nivel superior del borde del recipiente; En el apisonado de la primera capa, se deberá tener cuidado de no golpear el fondo del recipiente con fuerza con la varilla; Y en el apisonado de la 2da; y 3ra; capas, emplear un esfuerzo vigoroso, pero no mayor de la que pueda causar la penetración de la varilla a la capa previa del agregado, c) Finalmente, Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar estos valores con exactitud de 0,05 kg. (INDECOPI NTP 400.017, 2011)

4.2.3.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se detalla en la Tabla 33 y Tabla 34.

Tabla33

Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.



PESO UNITARIO SUELTO DE LOS AGREGADOS

(INDECOPI NTP 400.017: 2011)

UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL

MUESTRA: **AGREGADO GRUESO DE CANTERA** FECHA: DICIEMBRE
VICHO 2022

	Cálculos	Muestras	Muestras	Muestras	Unidad
		M1	M2	M3	
$P_a=$	Diferencia del peso de la muestra más el Proctor menos el peso del Proctor	3.10	3.10	3.00	kg
$V_p=$	Volumen del Proctor utilizado	2.12E-03	2.12E-03	2.12E-03	m ³
$P_u=$	Peso Unitario = P_a/V_p	1,459.51	1,459.51	1,412.43	kg/m ³
$P_u=$	Peso Unitario Promedio		1,443.82		kg/m ³

Tabla 34

Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO DE LOS AGREGADOS

(INDECOPI NTP 400.017: 2011)

UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL

MUESTRA: **AGREGADO GRUESO DE CANTERA** FECHA:
VICHO DICIEMBRE 2022

	Cálculos	Muestras	Muestras	Muestras	Unidad
		M1	M2	M3	
$P_a=$	Diferencia del peso de la muestra más el Proctor menos el peso del Proctor	3.30	3.40	3.30	kg
$V_p=$	Volumen del Proctor utilizado	2.12E-03	2.12E-03	2.12E-03	m ³
$P_u=$	Peso Unitario = P_a/V_p	1,553.67	1,600.75	1,553.67	kg/m ³
$P_u=$	Peso Unitario Promedio		1,569.36		kg/m ³



4.2.4. Análisis granulométrico

4.2.4.1. Objetivo

"Determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado grueso" (INDECOPI, 2018).

4.2.4.2. Materiales y equipos

Los equipos y/o materiales necesarios para para dicho ensayo son:

- o Agregado grueso
- o Balanza de precisión
- o Brocha
- o Tamices para agregado grueso (4", 3 ½", 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ½", ¾", 3/8", N°4, N°8, N°16 y N°50)
- o Horno
- o Agitador de tamices
- o Recipiente metálico

4.2.4.3. Resumen del método

"Una muestra de agregado grueso seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura grande a una pequeña, esto permite determinar la distribución del tamaño de las partículas" (INDECOPI, 2018).

4.2.4.4. Procedimiento

Primero, la muestra de A.G. se mezcla completamente y se reduce a la cantidad necesaria para el ensayo teniendo en cuenta los procedimientos establecidos en la práctica normalizada NTP 400;043 y NTP 400;010, Dicha muestra será de la cantidad necesaria cuando esté seca y deberá ser el resultado final de la reducción. (INDECOPI, 2018)

Segundo, la muestra de A.G. deberá secarse a una temperatura de 110 °C ± 5 °C y luego deberá seleccionarse los tamaños adecuados de tamices, tal como módulo de fineza del agregado grueso, seguidamente los tamices se encajarán en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta la cazuela y luego se colocará la muestra



sobre el tamiz superior para luego agitar los tamices de forma manual o por medio de un aparato mecánico (agitador) por un período de tiempo suficiente, establecido por tanda o verificado por la medida de la muestra ensayada, por último, se registra los pesos retenidos en cada uno de los tamices empleados. (INDECOPI, 2018)

4.2.4.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se detalla en la Tabla 35 Tabla 36 y Figura 13.

Tabla 35

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F_c=210 \text{ KG/CM}^2$, CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022"						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS						
(INDECOPI 400.012: 2018)						
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
MUESTRA: AGREGADO GRUESO DE CANTERA						
VICHO				FECHA: DICIEMBRE 2022		
Tamiz						Limites
Pulg.	mm	Peso retenido	Porcentaje retenido	% Retenido acumulado	% Que Pasa	Granulométricos HUSO 67
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.00	437.57	9.95	9.95	90.05	90 - 100
1/2"	12.50	2313.58	52.63	62.59	37.41	.....
3/8"	9.50	732.5	16.66	79.25	20.75	20 - 55
N°04	4.75	897	20.41	99.66	0.34	0 - 10
N°08	2.36	4.93	0.11	99.77	0.23	0 - 5
N°16	1.18	0.35	0.01	99.78	0.22	.....
N°30	0.60	0.34	0.01	99.79	0.21	.....
N°50	0.30	0.44	0.01	99.80	0.20	.....
N°100	0.15	1.05	0.02	99.82	0.18	.....
N°200	0.08	2.39	0.05	99.88	0.12	.....
Fondo		5.38	0.12	100.00	0.00	.....
Peso Muestra Seca =		4395.53	100.00			
Huso Granulométrico				67		
Tamaño Máximo del Agregado				1"		
Tamaño Máximo Nominal del Agregado				3/4"		



Tabla 36

Módulo de Fineza del Agregado Grueso.

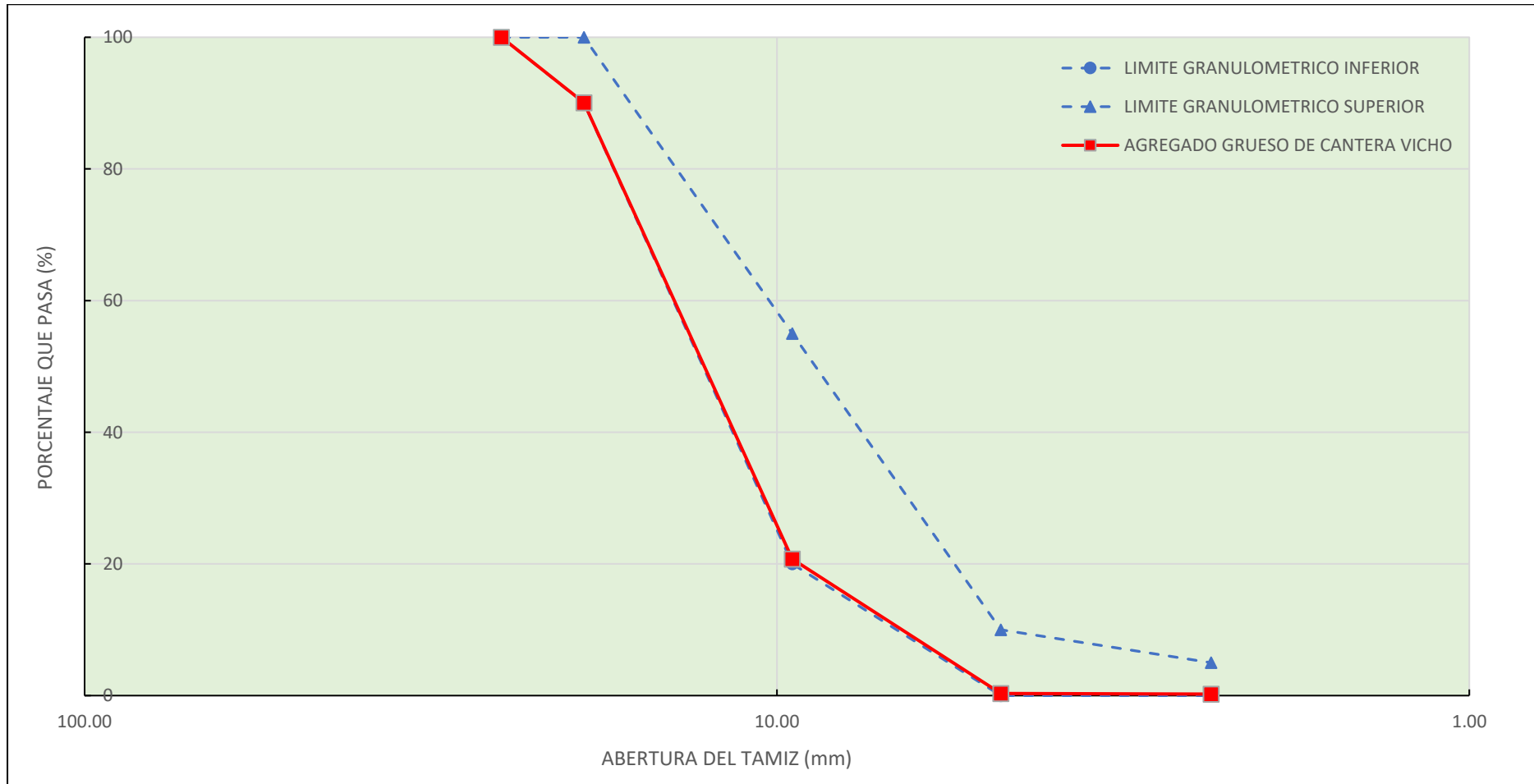
TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F_c=210 \text{ KG/CM}^2$, CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022"						
MODULO DE FINEZA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (INDECOPI 400.012: 2018)						
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL MUESTRA: AGREGADO GRUESO DE CANTERA VICHO						
						FECHA: DICIEMBRE 2022
Tamiz				%		Módulo de Fineza
Pulg.	mm	Peso retenido	Porcentaje retenido	Retenido acumulado	% Que Pasa	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.00	437.57	9.95	9.95	90.05	
1/2"	12.50	2313.58	52.63	62.59	37.41	
3/8"	9.50	732.5	16.66	79.25	20.75	
N°04	4.75	897	20.41	99.66	0.34	$MF = \sum \%$ retenido acumulados de los tamices (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50 y N°100) / 100
N°08	2.36	4.93	0.11	99.77	0.23	
N°16	1.18	0.35	0.01	99.78	0.22	
N°30	0.60	0.34	0.01	99.79	0.21	
N°50	0.30	0.44	0.01	99.80	0.20	
N°100	0.15	1.05	0.02	99.82	0.18	
N°200	0.08	2.39	0.05	99.88	0.12	
Fondo		5.38	0.12	100.00	0.00	
Peso Muestra Seca =		4395.53	100.00			
Módulo de Fineza				6.88		

En la Figura 13, se aprecia la granulometría del A.G. de la cantera vicho es adecuada ya que se encuentra dentro de los márgenes granulométricos del HUSO 67.



Figura 13

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso





4.2.5. Gravedad específica

4.2.5.1. Objetivo

Determinar el peso específico del A.G., para ser empleado en el cálculo de la dosificación del concreto requerido.

4.2.5.2. Materiales y equipos

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado grueso
- Franela
- Balanza
- Bandeja metálica
- Balde
- Cesto con malla
- Deposito con agua
- Horno

4.2.5.3. Resumen del método

INDECOPI (2013) "Una muestra de agregado grueso es completamente sumergida en agua por 24 h aproximadamente para saturar los poros; Seguidamente es retirada del agua, y el agua superficial de las partículas es secada, y se determina la masa".

Posteriormente INDECOPI indica: La muestra de agregado en condición de superficie saturada seca se pesa mientras es sumergida en agua; Finalmente, la muestra es secada al horno o estufa a una temperatura de 110 °C y se pesa una tercera vez; Usando estos pesos así obtenidos y fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular tres tipos de peso específico . (INDECOPI, 2013)

4.2.5.4. Procedimiento

Primero se seca la muestra de agregado grueso a peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C, luego ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente de 1 h a 3 h hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto, Inmediatamente sumergir completamente el agregado en agua a una temperatura ambiente por un tiempo de 24 h ± 4 h. (INDECOPI, 2013)

Segundo, retirar la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño absorbente hasta



desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún parezca húmeda; Secar separadamente en fragmentos más grandes; Se debe tener mucho cuidado con evitar la evaporación durante la acción del secado de la superficie; Luego se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca; Y se determina éste y todos los demás pesos con aproximación de 0,5 g o al 0,05 % del peso de la muestra, la que sea mayor; Después de pesar la muestra en condición de superficie saturada seca, se coloca de inmediato la muestra en la cesta de alambre y se determina su peso en agua, en esta parte deberá tenerse cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado esto sacudiendo el recipiente mientras se sumerge. (INDECOPI, 2013)

Por último, INDECOPI manifiesta que, la muestra se seca hasta peso constante, a una temperatura entre $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se deja enfriar hasta la temperatura de ambiente, durante 1 h a 3 h o hasta que el agregado grueso haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto y se pesa por última vez. (INDECOPI, 2013)

4.2.5.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se detalla en la Tabla 37.

Tabla 37

Gravedad Especifica del Agregado Grueso.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADOS GRUESOS (INDECOPI 400.022: 2013)			
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
MUESTRA: AGREGADO GRUESO DE CANTERA VICHO		FECHA: DICIEMBRE 2022	
	Cálculos	Muestras M1	Unidad
A=	Peso al aire de la muestra seca	2676.67	g
B=	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	2733.97	g
C=	Peso sumergido en agua de la muestra saturada	1702.90	g
Pe=	Peso específico aparente= $A/(B-C)$	2.60	
Pe=	Peso específico aparente (S.S.S) = $B/(B-C)$	2.65	



4.2.6. Porcentaje de absorción

4.2.6.1. Objetivo

Obtener el % de absorción del A.G., para ser empleado en el cálculo de la dosificación del concreto requerido.

4.2.6.2. Materiales y equipos.

Los equipos y/o materiales necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado grueso
- Franela
- Balanza
- Bandeja metálica
- Balde
- Horno

4.2.6.3. Resumen del método

NTP 400.021 INDECOPI (2002):

Una muestra de agregado grueso es completamente sumergida en agua por 24 h aproximadamente para saturar los poros; seguidamente se retira del agua, y el agua de la superficie de las partículas es secada, y se pesa; Después la muestra es secada al horno y se pesa por una segunda vez; Usando estos pesos así obtenidos y fórmulas en este método de ensayo, es posible determinar la absorción.

4.2.6.4. Procedimiento

INDECOPI (2002) indica que:

Debe secarse la muestra a peso constante, a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, luego ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente de 1 h a 3 h para muestras de ensayo de tamaños máximos nominales de 37,5 mm (1 ½ Pulg) o mayores para tamaños más grandes hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto; Inmediatamente sumergir por completo el agregado en agua a una temperatura ambiente por un periodo de $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.

Luego INDECOPI (2002) indica:

remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño absorbente, hasta eliminar toda la película de agua visible; Se debe tener cuidado en evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie; Luego se obtiene el peso de la



muestra bajo la condición de saturación con superficie seca; Y se determina éste y todos los demás pesos con aproximación de 0,5 g o al 0,05 % del peso de la muestra, la que sea mayor. Por último, se seca la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se deja enfriar hasta la temperatura de ambiente, durante 1 h a 3 h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto (aproximadamente $50\text{ }^{\circ}\text{C}$) y se pesa por última vez. (INDECOPI, 2002)

4.2.6.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38

Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.

TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F_c=210$ KG/CM ² , CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022"			
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS			
(INDECOPI NTP 400.021: 2002)			
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
MUESTRA: AGREGADO GRUESO DE CANTERA VICHO		FECHA: DICIEMBRE 2022	
	Cálculos	Muestras M1	Unidad
A=	Peso al aire de la muestra seca	2676.67	g
B=	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	2733.97	g
Abs=	Absorción= $100 \times (B-A) / A$	2.14	%

4.2.7. Contenido de humedad

4.2.7.1. Objetivo

Determinar el contenido de humedad del agregado grueso, para ejecutar la corrección de los valores de diseño de mezcla por humedad del agregado.

4.2.7.2. Materiales y equipos

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado grueso



- Capsulas metálicas
- Balanza de precisión
- Horno

4.2.7.3. Resumen del método

Una muestra de agregado grueso en condiciones húmedas es pesada, luego es secada durante 24 h +/- 4h y vuelta a pesar.

4.2.7.4. Procedimiento

La muestra de agregado fino es pesada con una aproximación del 0,1 %; Después, dicha muestra es secada completamente en un horno, estufa u otro medio, siempre teniendo mucho cuidado de evitar la pérdida de las partículas, debido a que un secado muy brusco puede ocasionar que algunas de las partículas exploten resultando esto en pérdidas de partículas; Por último, determinar la masa de la muestra de agregado fino seco con una precisión de 0,1 % después que se haya secado y enfriado lo suficiente. (INDECOPI NTP 339.185, 2013)

4.2.7.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se muestra en la Tabla 39.

Tabla 39

Contenido de Humedad del Agregado Grueso.

TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c=210$ KG/CM ² , CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022"				
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD				
(INDECOPI NTP 339.185: 2013)				
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
MUESTRA: AGREGADO GRUESO DE CANTERA VICHO				FECHA: DICIEMBRE 2022
	Cálculos	Muestras		Unidad
		M1	M2	
$P_1 =$	Peso agregado húmedo	104.01	117.49	g
$P_2 =$	Peso agregado seco	102.97	116.27	g
$W\% =$	Contenido de humedad $(P_1 - P_2) / P_2$	1.01	1.05	%
$W\% =$	Contenido de humedad promedio	1.03		%



4.2.8. Abrasión los ángeles (desgaste)

4.2.8.1. Objetivo

"Establecer la resistencia a la degradación del A.G. por impacto y abrasión en la máquina de los ángeles, para realizar la verificación del cumplimiento de los requerimientos establecidos en la NTP 400.037." (INDECOPI, 2018)

4.2.8.2. Materiales y equipos

Los equipos y/o materiales necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado grueso
- Horno
- Recipientes y bandeja metálicos
- Serie de tamices
- Máquina de los ángeles
- Carga (Esferas o billas metálicas)
- Balanza de precisión
- Brocha

4.2.8.3. Resumen del método

Una muestra de agregado grueso, es sometida a una degradación normalizada resultante de una combinación de acciones, las cuales consideran abrasión o desgaste, trituración e impacto, en un tambor de acero en rotación que contiene un número determinado de villas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de agregado grueso; Al girar el tambor, la muestra y las villas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando así un efecto de trituración por impacto; Esta acción es repetida mientras el tambor gira con la muestra; Luego de un número de revoluciones establecido, la muestra ensayada es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida. (INDECOPI NTP 400.019, 2014)

4.2.8.4. Procedimiento

La muestra previamente lavada, es secada al horno a temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, luego se separa las fracciones individuales de agregados requeridos y se recombina a una gradación de la NTP 400.019 (Ver tabla 41), y se registra la masa de la muestra previamente al ensayo con aproximación a 1 g. (INDECOPI NTP 400.019, 2014)



Tabla 40

Gradación de las Muestras de Ensayo

Tamiz mm (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	1250 ± 25	.....	.....	.....
25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	1250 ± 25	.....	.....	.....
19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
9,5 mm (3/8 pulg)	6,3 mm (¼ pulg)	.....	.....	2500 ± 10	.....
6,3 mm (¼ pulg)	4,75 mm (Nº4)	.....	.....	2500 ± 10	.....
4,75 mm (Nº4)	2,36 mm (Nº8)	.....	.....	.....	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: NTP 400.019, 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

Seguidamente INDECOPI (2014) manifiesta que:

Debe colocarse la muestra y la carga (esferas de acero) en la máquina de Los Ángeles y hacerla girar a una velocidad media de entre 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones. Después de esto, descargar el material de la máquina y realizar una separación de la muestra ensayada sobre un tamiz de mayor abertura que el tamiz normalizado de 1,70 mm (No. 12). Luego, tamizar el material más fino por el tamiz No. 12, conforme a la NTP 400.012. Posteriormente, Lavar el material más grueso que la malla No. 12 y secar al horno a una temperatura de 110°C ± 5°C, hasta peso constante y determinar la masa con una aproximación a 1 g.(INDECOPI NTP 400.019, 2014)

4.2.8.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se muestra en la Tabla 41.

Tabla 41

Resistencia al Desgaste del Agregado Grueso



TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS
FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F_c=210$
KG/CM², CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022"

**ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.), AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS
DE TAMAÑOS**

MENORES DE 37.5MM (1 1/2")

(NTP 400.019: 2014)

UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL

MUESTRA: **AGREGADO GRUESO DE
CANTERA VICHO**

FECHA: DICIEMBRE 2022

	Cálculos	Muestras M1	Unidad
P1=	Peso seco antes del ensayo	5003.56	g
P2=	Peso seco después del ensayo	3782.63	g
% DESG=	Porcentaje de desgaste = $100 \times (P1 - P2) / P1$	24.40	%

4.3. Agregado Global

4.3.1. Análisis Granulométrico

4.3.1.1. Objetivo

"Determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado global" (INDECOPI, 2018).

4.3.1.2. Materiales y equipos

Los materiales y/o equipos necesarios para para dicho ensayo son:

- Agregado global
- Balanza
- Brocha
- Tamices para agregado grueso (2", 1 1/2", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100)
- Horno
- Agitador de tamices
- Recipiente metálico



4.3.1.3. Resumen del método

NTP 400.012 INDECOPI (2018)

El ensayo consiste en que una muestra del agregado grueso y del agregado fino, combinadas en proporciones determinadas en el diseño de mezclas, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura grande a una pequeña. esto permite determinar la distribución del tamaño de las partículas.

4.3.1.4. Procedimiento

Primero, la muestra de agregado global obtenida de la combinación del agregado grueso y del agregado fino, deberá secarse a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y luego deberá seleccionarse los tamaños adecuados de tamices. Seguidamente los tamices se encajarán en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta la cazuela y luego se colocará la muestra sobre el tamiz superior para luego agitar los tamices de forma manual o por medio de un aparato mecánico (agitador) por un período de tiempo suficiente, Por último, se registra los pesos retenidos en cada de unos de los tamices empleados. (INDECOPI, 2018)

4.3.1.5. Resultados

El resultado obtenido en dicho ensayo, se detalla en la Tabla 42 y Figura 14.



Tabla 42

Análisis Granulométrico del Agregado Global

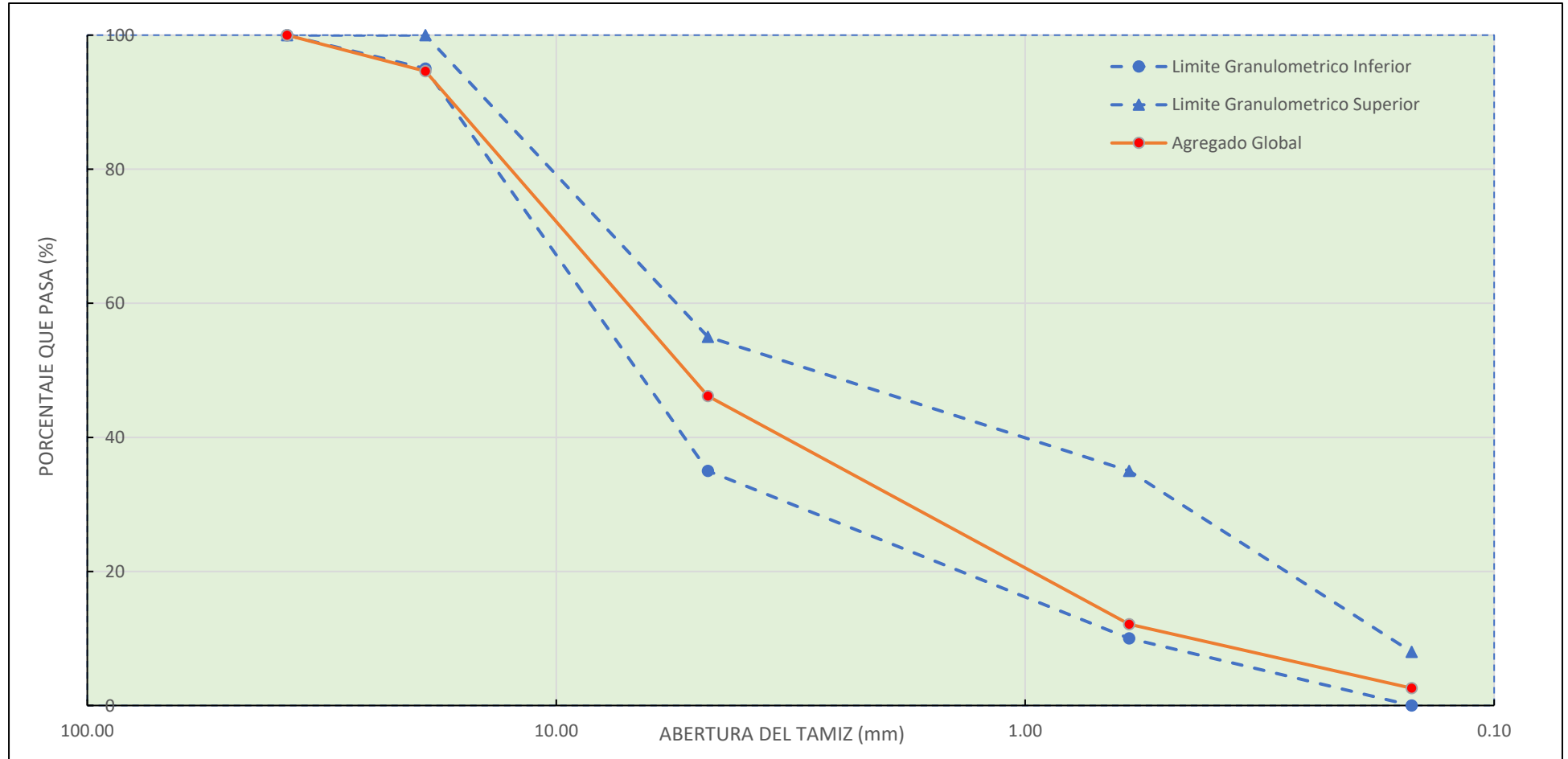
TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE JUNTAS FRÍAS RUGOSAS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c=210$ KG/CM ² , CON CEMENTO TIPO IP EN LA CIUDAD DE CUSCO. 2022"						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL (INDECOPI NTP 400.012:2018)						
UBICACIÓN: LABORATORIO DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
MUESTRA: AGREGADO GLOBAL						FECHA: DICIEMBRE 2022
Tamiz				%		Limites
Pulg.	mm	Peso retenido	Porcentaje retenido	Retenido acumulado	% Que Pasa	Granulométricos
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.00	275.24	5.38	5.38	94.62	95 - 100
1/2"	12.50	1455.29	28.44	33.81	66.19	
3/8"	9.50	460.76	9.00	42.82	57.18	
N°04	4.75	564.23	11.03	53.84	46.16	35 - 55
N°08	2.36	259.68	5.07	58.92	41.08	
N°16	1.18	917.21	17.92	76.84	23.16	
N°30	0.60	565.60	11.05	87.89	12.11	10 - 35
N°50	0.30	380.78	7.44	95.33	4.67	
N°100	0.15	106.44	2.08	97.41	2.59	0 - 8
N°200	0.08	74.52	1.46	98.87	1.13	
CAZUELA		58.00	1.13	100.00	0.00	
P. Muestra Seca =		5117.73	100.00			
Tamaño Máximo del Agregado				1"		
Tamaño Máximo Nominal del Agregado				3/4"		
Módulo de Fineza del Agregado Global				5.18		

La muestra de agregado global cumple con las exigencias granulométricas exigidas en la norma, por lo tanto, el agregado fino y grueso son aptos para su empleo en la preparación de concreto.



Figura 14

Análisis Granulométrico del Agregado Global





CAPITULO V: DISEÑO DE MEZCLAS

En el presente capítulo, se procede a determinar el diseño de mezclas para el concreto patrón $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP, esto mediante el método de diseño del Comité 211 del ACI. A continuación, se muestra la secuencia del diseño de mezclas.

5.1. Características de los materiales

Las propiedades físicas del cemento, agregado grueso y agregado fino, requeridas para el diseño de mezclas, se muestran en la Tabla 43.

Tabla 43

Propiedades de los materiales.

CEMENTO TIPO IP (YURA)	Marca	:	Yura	
	Tipo	:	IP	
	Peso específico	:	2,850.00	Kg/m ³
AGREGADO FINO TRATADO (CANTERA VICHO)	Peso unitario Suelto	:	1,486.66	Kg/m ³
	Peso Unitario Compactado	:	1,685.12	Kg/m ³
	Módulo de Fineza	:	3.1	
	Peso Especifico	:	2.55	
	Absorción	:	3.07	%
	Contenido de Humedad	:	7.58	%
AGREGADO GRUESO (CANTERA VICHO)	Peso Unitario Suelto	:	1,443.82	Kg/m ³
	Peso Unitario Compactado	:	1,569.36	Kg/m ³
	Módulo de Fineza	:	6.88	
	Peso Especifico	:	2.6	
	Absorción	:	2.14	%
	Contenido de Humedad	:	1.03	%
AGUA	Calidad	:	Potable de la Red Publica	

5.2. Determinación de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada.

No se posee un registro de resultados que posibilite el cálculo de la desviación estándar para determinar la resistencia promedio requerida del concreto patrón, por ende, para la determinación de dicha resistencia se empleara la Tabla 44 mostrada a continuación:

Tabla 44

Resistencia Promedio a la Compresión Requerida cuando no hay Datos Disponibles para Establecer una Desviación Estándar de la Muestra



f_c : Resistencia especificada a la compresión, kg/cm ²	f_{cr} : Resistencia promedio requerida a la compresión, kg/cm ²
$f_c < 210$	$f_{cr} = f_c + 70$
$210 \leq f_c \leq 350$	$f_{cr} = f_c + 84$
$f_c > 350$	$f_{cr} = f_c + 98$

Fuente: Diseño de mezclas, Ing. Enrique Rivva López

CÁLCULOS

$$f_c : 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cr} : f_c + 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cr} : 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} : 294 \text{ kg/cm}^2$$

5.3. Determinación del tamaño máximo nominal del agregado grueso

(MVCS, 2009) En la norma E.060 indica que:

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser superior a ninguna de las siguientes recomendaciones:

- o 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado
- o 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso
- o 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos (MVCS, 2009)

Para el presente diseño de mezclas, como no existe requerimientos que restrinjan o limiten el TMN del agregado, es que se empleara un tamaño máximo nominal muy frecuente en obras de infraestructura. Dicho tamaño se muestra en la Tabla 45.

Tabla 45

Determinación del Tamaño Máximo Nominal del Agregado

PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS								
HUSO 67	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°04	N°08	N°16	N°50
	100	90 - 100	.....	20 - 55	0 - 10	0 - 5	.....	.....
CANT. VICHO	100	90.05	.....	20.75	0.34	0.23	.....	.....

Tamaño Máximo Nominal = 3/4"



5.4. Determinación del asentamiento

El asentamiento es dependiente del tipo de estructura que piensa vaciarse. En Tabla 46 Asentamientos para diferentes estructuras, se muestra los asentamientos máximos y mínimos para las estructuras más frecuentes.

Tabla 46

Asentamiento para Diferentes Estructuras

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ASENTAMIENTO	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y sub estructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concretos ciclópeos	2"	1"

Fuente: Diseño de mezclas, Ing. Enrique Rivva López

Para el presente diseño de mezclas, como no existe requerimientos que restrinjan o limiten el asentamiento o consistencia, es que se empleara un asentamiento que corresponda aun concreto de consistencia plástica.

CÁLCULOS

Asentamiento : 4"

5.5. Determinación del volumen unitario de agua

El volumen de agua requerido para la mezcla, podrá establecerse en función al asentamiento y el T.M.N. del agregado grueso, esto mediante la Tabla 47 mostrada a continuación:

Tabla 47

Volumen Unitario de Agua



AGUA EN LTS/M³, PARA TAMAÑO MÁXIMO NOMINALES DE AGREGADO GRUESO Y
CONSISTENCIA INDICADOS

Asentamiento	3/8 "	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2 "	3"	6"
Concretos SIN AIRE incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos CON AIRE incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

Fuente: Diseño de mezclas, Ing. Enrique Rivva López

CÁLCULOS

Condición : Sin aire incorporado

TMN : 3/4"

Asentamiento : 4"

Agua (lts/m³) : 205

5.6. Determinación del contenido de aire atrapado

El aire atrapado en la mezcla podrá establecerse dependiendo del T.M.N. del agregado grueso, esto mediante la Tabla 48 Contenido de aire atrapado.

Tabla 48

Contenido de Aire Atrapado

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Diseño de mezclas, Ing. Enrique Rivva López



CÁLCULOS

TMN : 3/4"

Aire atrapado : 2.00 %

5.7. Determinación de la relación agua-cemento (A/C)

La relación A/C podrá establecerse dependiendo de la resistencia a la compresión promedio requerida y de la condición de aire incorporado o no, esto mediante la Tabla 49 mostrada a continuación:

Tabla 49

Relación Agua/Cemento Por Resistencia

f'_{cr} (28 DIAS)	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

Fuente: Diseño de mezclas, Ing. Enrique Rivva López

CÁLCULOS

Condición : "Sin aire incorporado"

f'_{cr} : 294 kg/cm²

f'_{cr1} (Resistencia inferior) : 250 kg/cm²

f'_{cr2} (Resistencia superior) : 300 kg/cm²

Rel1. A/C (Relación inferior) : 0.62

Rel2. A/C (Relación Superior) : 0.55

Rel. A/C (Interpolación) : $\text{Rel1. A/C} + \frac{(f'_{cr} - f'_{cr1}) (\text{Rel2. A/C} - \text{Rel1. A/C})}{(f'_{cr2} - f'_{cr1})}$

Rel. A/C : $0.62 + \frac{(294 - 250) (0.55 - 0.62)}{(300 - 250)}$

Rel. A/C : 0.558



5.8. Determinación del factor cemento

El factor cemento se obtiene dividiendo el valor del agua requerida y la relación de A/C. A continuación, se muestra el proceso del cálculo de dicho factor.

CÁLCULOS

Agua (lts/m³) : 205

Rel. A/C : 0.558

Cemento (kg) : Agua / Rel. A/C

Cemento (kg) : 205 / 0.558

Cemento (kg) : 367.38

Cemento (Bolsas) : 8.65

5.9. Determinación del contenido de agregado grueso

"La determinación del contenido de agregado grueso podrá establecerse en función al tamaño máximo nominal del agregado grueso y el M.F. del agregado fino, esto mediante la Tabla 50 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto" (Rivva Lopez, 2005).

Tabla 50

Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO, PARA DIFERENTES MÓDULOS DE FINEZA DEL AGREGADO FINO				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de Fineza del Agregado Fino			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
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: Diseño de mezclas, Ing. Enrique Rivva López



CÁLCULOS

T.M.N. : 3/4"

M.F. : 3.10

Vol. Agregado grueso (m³) : 0.59

"Para obtener el peso del agregado grueso se multiplicará el peso unitario compactado del agregado grueso, con el volumen de agregado grueso calculado anteriormente" (Rivva Lopez, 2005).

PU compactado seco (kg/m³) :: 1569.36

Peso del Agregado Grueso Seco (kg) : 925.92

5.10. Cálculo de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua, aire y agregados

Para determinar los volúmenes absolutos, se ordenarán los valores obtenidos del cemento, agua, aire y agregados de tal forma que puedan multiplicarse con sus respectivos pesos específicos. El proceso y el cálculo se muestran en la Tabla 51.

Tabla 51

Volúmenes Absolutos y Pesos Específicos

ELEMENTOS	DATO DEL DISEÑO EN ESTADO SECO	UND.	PESO ESPECIFICO	UND.	VOLUMEN	UND.
(A) Cemento	367.38	kg/m ³	2850.00	kg/m ³	0.129	m ³ /m ³
(B) Agua	205.00	lt/m ³	1000	lt/m ³	0.205	m ³ /m ³
(C) Aire Atrapado	2.00	%	...	...	0.020	m ³ /m ³
(D) Agregado Grueso	925.92	kg/m ³	2600	kg/m ³	0.356	m ³ /m ³
Volumen (A)+(B)+(C)+(D) =					0.710	m³/m³

CÁLCULOS

Volumen Absoluto (Cemento+Agua+Aire+A.grueso) =0.710 m³/m³

5.11. Cálculo del volumen absoluto de agregado fino

Para el cálculo del volumen absoluto del agregado fino, deberá descontarse de la



unidad el volumen absoluto del cemento, agua, aire atrapado y agregado grueso, calculado en la Tabla 52 Volúmenes absolutos y pesos específicos.

Tabla 52

Volumen Absoluto de Agregado Fino

ELEMENTOS	VOLUMEN ABSOLUTO	UND.
(V) Volumen Absoluto (Cemento, Agua, Aire atrapado, Agregado grueso)	0.710	m ³ /m ³
Volumen Absoluto (Agregado Fino) = 1 - V	0.290	m³/m³

CÁLCULOS

Volumen Absoluto (A.F.) = 0.290 m³/m³

5.12. Cálculo del peso seco del agregado fino

Para el cálculo del peso seco del A.F., deberá multiplicarse el peso específico y el volumen absoluto del agregado fino, este último calculado en la Tabla 53.

Tabla 53

Calculo del Peso Seco del Agregado Fino

DESCRIPCIÓN	VALORES	UND.
Peso Específico del Agregado Fino	2550.00	
Volumen Absoluto del Agregado Fino	0.290	m ³
Peso Seco del Agregado Fino	739.50	kg

CÁLCULOS

Peso seco de agregado fino = 739.50 kg

5.13. Determinación de los valores de diseño del cemento. Agua, aire y agregados.

Se organizan los valores obtenidos de los pesos secos del cemento, agua, aire atrapado, agregado fino y agregado grueso. En la Tabla 54 se muestran dichos valores.

Tabla 54

Diseño en Estado Seco



ELEMENTOS	DATO DEL DISEÑO EN ESTADO SECO	UND.
(A) Cemento	367.38	kg/m ³
(B) Agua	205.00	lt/m ³
(C) Aire Atrapado	2.00	%
(D) Agregado Grueso	925.92	kg/m ³
(E) Agregado Fino	739.50	kg/m ³

5.14. Corrección de los valores de diseño por humedad y absorción de los agregados

Para la rectificación de los pesos de los agregados, por humedad. Se empleará la siguiente relación.

$$CORRECCION = \text{Peso agregado seco} \times \left(\frac{\% \text{ humedad}}{100} + 1 \right)$$

Los pesos corregidos de los agregados se muestran a continuación en la Tabla 55: Corrección por humedad.

Tabla 55

Corrección Por Humedad

ELEMENTOS	PESOS EN ESTADO SECO	HUMEDAD %	CORRECCIÓN - PESO DEL AGREGADO EN ESTADO SECO
(D') Agregado Grueso	925.92 kg/m ³	1.03	935.46 kg/m ³
(E') Agregado Fino	739.50 kg/m ³	7.58	795.55 kg/m ³

El agua para la mezcla necesariamente deberá ser corregida por el "% absorción y contenido de humedad" de los agregados, esto empleando la siguiente relación. En La Tabla 56 se muestra tal corrección.

$$APORTE DE AGUA = \text{Peso agregado seco} \times \left(\frac{\% \text{ humedad} - \% \text{ absorcion}}{100} \right)$$

Tabla 56

Corrección por Absorción y Humedad



ELEMENTOS	PESOS EN ESTADO SECO	HUMEDAD %	ABSORCIÓN %	APORTE DEL AGUA A LA MEZCLA
(D) Agregado Grueso	925.92 kg/m ³	1.03	2.14	-10.28 lt/m ³
(E) Agregado Fino	739.50 kg/m ³	7.58	3.07	33.35 lt/m ³
B1, Aporte de agua a la mezcla a descontar =				23.07 lt/m³

El agua para mezcla corregido, se obtendrá descontando al agua para mezcla determinado en ítem 5.5 Determinación del volumen unitario de agua, el aporte de agua determinado en la Tabla 56 Corrección por absorción y humedad. En la Tabla 57 se muestra el agua efectiva de diseño.

Tabla 57

Agua Efectiva de Diseño

AGUA	CANTIDAD	UND.
(B) Agua de Mezcla	205.00	lt/m ³
(B1) Aporte de Agua	23.07	lt/m ³
(B-B1) = B', Agua Efectiva de Diseño	181.93	lt/m³

5.15. Cálculo de la proporción en peso del diseño final

En conclusión, la proporción en peso del diseño final de mezclas de concreto requerido, se muestran en la Tabla 58 proporción en pesos del diseño final, Tabla 59 proporción en peso del diseño final por bolsa de cemento y la Tabla 60 relación en pesos del diseño final, mostradas a continuación.

Tabla 58

Proporción en Peso del Diseño Final

ELEMENTOS	PROPORCIÓN EN PESO DEL DISEÑO
(A) Cemento	367.38 (8.65 Bolsas) kg/m ³
(B') Agua	181.93 lt/m ³
(D') Agregado Grueso	935.46 kg/m ³
(E') Agregado Fino	795.55 kg/m ³
(C) Aire Atrapado	2.00 %



Tabla 59

Proporción en Peso del Diseño Final por Bolsa de Cemento

ELEMENTOS	PROPORCIÓN EN PESO DEL DISEÑO X BOLSA	
(A) Cemento	42.5 (1.00 Bolsas)	kg
(B') Agua	21.05	lt
(D') Agregado Grueso	108.22	kg
(E') Agregado Fino	92.03	kg
(C) Aire Atrapado	2.00	%

Tabla 60

Relación en Peso del Diseño Final

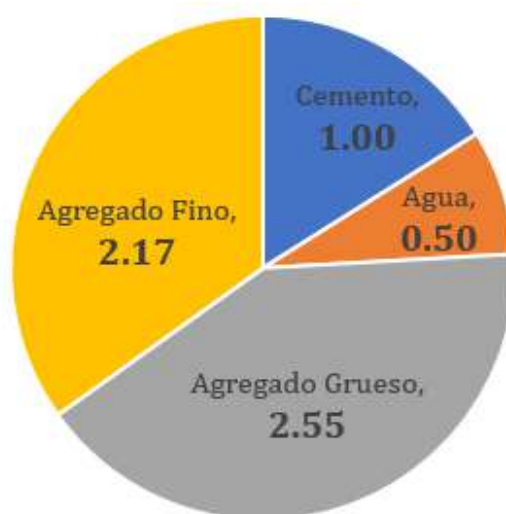
ELEMENTOS	PROPORCIÓN EN PESO DEL DISEÑO X BOLSA	
(A) Cemento	1.00	kg
(B') Agua	0.50	lt
(D') Agregado Grueso	2.55	kg
(E') Agregado Fino	2.17	kg
(C) Aire Atrapado	2.00	%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra también la Figura 15 con la relación en peso del diseño final.

Figura 15

Relación en Peso del Diseño Final





CAPITULO VI: ELABORACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

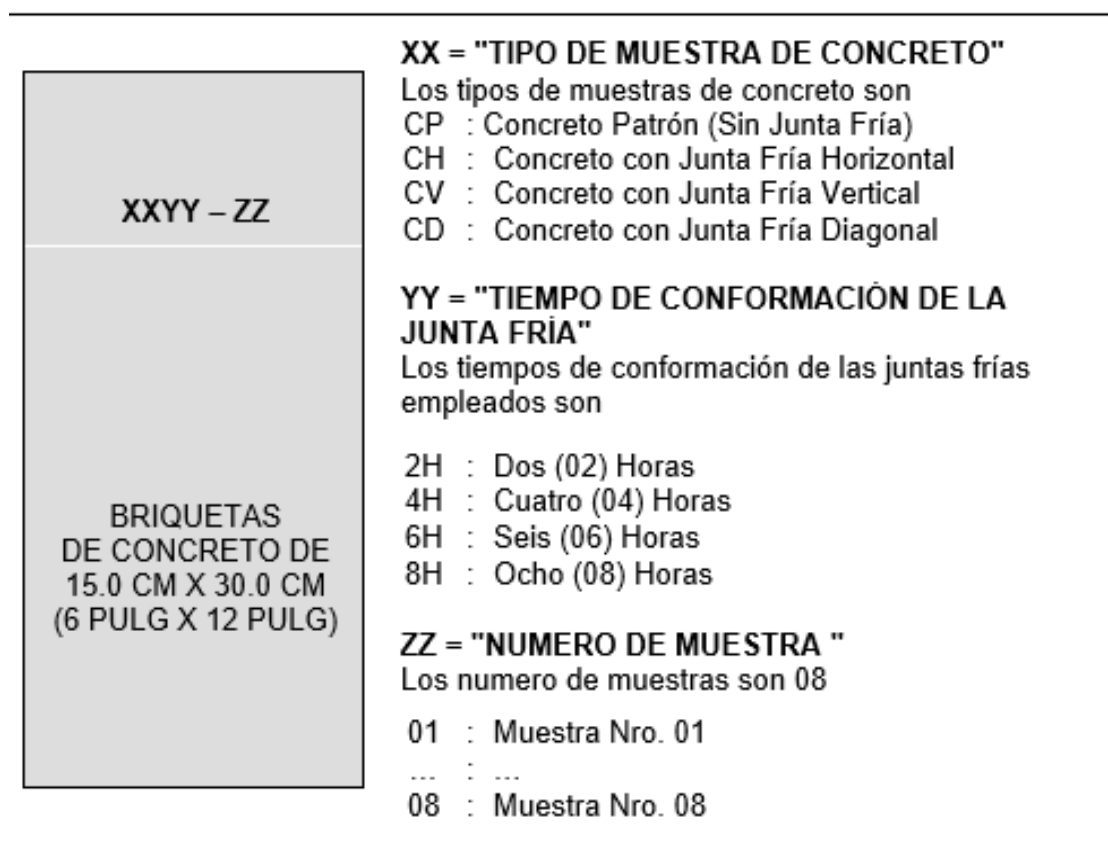
6.1. Codificación general de muestras

Las diferentes muestras consideradas en la presente investigación deben ser identificadas, por lo que será necesario emplear un sistema de identificación de muestras general que permita reconocer las características principales de las muestras, tales como tipo de muestra de concreto, tiempo de conformación de la junta fría y número de muestra.

La codificación empleada para la identificación de las muestras, se detalla en la Figura 16 Codificación para identificación de muestras.

Figura 16

Codificación para Identificación de Muestras



6.1.1. Muestras del concreto patrón

Las muestras de concreto patrón ascienden en total a 12 unidades; de las cuales 02



se ensayarán a la edad de 7 días, 02 a la edad de 14 días y finalmente 8 a la edad de 28 días. La identificación muestras del concreto patrón se especifica en la Tabla 61.

Tabla 61

Identificación de Muestras de Concreto Patrón

CONCRETO PATRÓN (SIN JUNTA FRÍA)	
C P - 0 7	Sin Junta Fría
C P - 0 8	
C P - 1 1	
C P - 1 2	
C P - 0 1	
C P - 0 2	
C P - 0 3	
C P - 0 4	
C P - 0 5	
C P - 0 6	
C P - 0 9	
C P - 1 0	
TOTAL, DE MUESTRAS: 12 Unidades	

12 muestras

6.1.2. Especímenes de concreto con junta fría horizontal de 2, 4, 6 y 8 horas

Los especímenes de concreto con junta fría horizontal ascienden en total a 32 unidades; de las cuales 08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 02 horas, 08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 04 horas, 08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 06 horas, y finalmente 08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 08 horas. La identificación de estos especímenes se muestra en la Tabla 62.



Tabla 62

Identificación de Muestras de Concreto con Junta Fría Horizontal

CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL		
C H 2 H - 0 1	JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 02 HORAS	08 muestras
C H 2 H - 0 2		
C H 2 H - 0 3		
C H 2 H - 0 4		
C H 2 H - 0 5		
C H 2 H - 0 6		
C H 2 H - 0 7		
C H 2 H - 0 8		
C H 4 H - 0 1	JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 04 HORAS	08 muestras
C H 4 H - 0 2		
C H 4 H - 0 3		
C H 4 H - 0 4		
C H 4 H - 0 5		
C H 4 H - 0 6		
C H 4 H - 0 7		
C H 4 H - 0 8		
C H 6 H - 0 1	JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 06 HORAS	08 muestras
C H 6 H - 0 2		
C H 6 H - 0 3		
C H 6 H - 0 4		
C H 6 H - 0 5		
C H 6 H - 0 6		
C H 6 H - 0 7		
C H 6 H - 0 8		
C H 8 H - 0 1	JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 08 HORAS	08 muestras
C H 8 H - 0 2		
C H 8 H - 0 3		
C H 8 H - 0 4		
C H 8 H - 0 5		
C H 8 H - 0 6		
C H 8 H - 0 7		
C H 8 H - 0 8		
TOTAL DE MUESTRAS: 32 Unidades		

6.1.3. Especímenes de concreto con junta fría vertical de 2, 4, 6 y 8 horas

Los especímenes de concreto con junta fría vertical ascienden en total a 32 unidades; de las cuales 08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 02 horas, 08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 04 horas, 08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 06 horas, y finalmente 08 corresponden al tiempo de



conformación de junta fría de 08 horas. La identificación de estos especímenes se muestra en la Tabla 63.

Tabla 63

Identificación de Muestras de Concreto con Junta Fría Vertical

CONCRETO CON JUNTA FRÍA VERTICAL		
C V 2 H - 0 1	JUNTA VERTIC AL DE 02 H ORAS	08 muestras
C V 2 H - 0 2		
C V 2 H - 0 3		
C V 2 H - 0 4		
C V 2 H - 0 5		
C V 2 H - 0 6		
C V 2 H - 0 7		
C V 2 H - 0 8		
C V 4 H - 0 1	JUNTA VERTIC AL DE 04 H ORAS	08 muestras
C V 4 H - 0 2		
C V 4 H - 0 3		
C V 4 H - 0 4		
C V 4 H - 0 5		
C V 4 H - 0 6		
C V 4 H - 0 7		
C V 4 H - 0 8		
C V 6 H - 0 1	JUNTA VERTIC AL DE 06 H ORAS	08 muestras
C V 6 H - 0 2		
C V 6 H - 0 3		
C V 6 H - 0 4		
C V 6 H - 0 5		
C V 6 H - 0 6		
C V 6 H - 0 7		
C V 6 H - 0 8		
C V 8 H - 0 1	JUNTA VERTIC AL DE 08 H ORAS	08 muestras
C V 8 H - 0 2		
C V 8 H - 0 3		
C V 8 H - 0 4		
C V 8 H - 0 5		
C V 8 H - 0 6		
C V 8 H - 0 7		
C V 8 H - 0 8		
TOTAL, DE MUESTRAS: 32 Unidades		

6.1.4. Especímenes de concreto con junta fría diagonal de 2, 4, 6 y 8 horas

Los especímenes de concreto con junta fría diagonal ascienden en total a 32 unidades; de las cuales 08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 02 horas,



08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 04 horas, 08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 06 horas, y finalmente 08 corresponden al tiempo de conformación de junta fría de 08 horas. La identificación de estos especímenes se muestra en la Tabla 64.

Tabla 64

Identificación de Muestras de Concreto con Junta Fría Diagonal

CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL		
C D 2 H - 0 1		08 muestras
C D 2 H - 0 2		
C D 2 H - 0 3		
C D 2 H - 0 4		
C D 2 H - 0 5		
C D 2 H - 0 6		
C D 2 H - 0 7		
C D 2 H - 0 8		
C D 4 H - 0 1		08 muestras
C D 4 H - 0 2		
C D 4 H - 0 3		
C D 4 H - 0 4		
C D 4 H - 0 5		
C D 4 H - 0 6		
C D 4 H - 0 7		
C D 4 H - 0 8		
C D 6 H - 0 1		08 muestras
C D 6 H - 0 2		
C D 6 H - 0 3		
C D 6 H - 0 4		
C D 6 H - 0 5		
C D 6 H - 0 6		
C D 6 H - 0 7		
C D 6 H - 0 8		
C D 8 H - 0 1		08 muestras
C D 8 H - 0 2		
C D 8 H - 0 3		
C D 8 H - 0 4		
C D 8 H - 0 5		
C D 8 H - 0 6		
C D 8 H - 0 7		
C D 8 H - 0 8		
TOTAL DE MUESTRAS: 32 Unidades		



CAPITULO VII: EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Las diferentes muestras de concreto deben ser evaluadas y/o inspeccionadas conforme a lo requerido en la NTP 339.034 INDECOPI (2008): "HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas". previo al ensayo de compresión axial.

Las inspecciones se refieren básicamente a la variación de diámetros de los especímenes y a la perpendicularidad de sus bases respecto al eje.

7.1. Variación de diámetros individuales

La variación máxima permitida entre diámetros individuales de un mismo espécimen es del 2%. Por consiguiente, en la Tabla 65, Tabla 66, Tabla 67, Tabla 68, Tabla 69, Tabla 70, Tabla 71, Tabla 72, Tabla 73, Tabla 74, Tabla 75, Tabla 76, Tabla 77, Tabla 78 y Tabla 79 se evalúa dicha variación entre los diámetros de cada uno de los especímenes de las diferentes muestras.

Tabla 65

Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto Patrón (Edad: 07 d)

Tipo de Muestra : CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)							Edad (días) 07
CODIGO DE LA MUESTRA	D ₁	D ₂	DIAMETROS (cm)			CONDICION	
			2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)		
C P - 0 7	15.20	14.90	0.30	0.30	0.00	Si Cumple	
C P - 0 8	15.00	15.20	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple	
Total, de muestras: 02		Obs: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1					

Tabla 66

Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto Patrón (Edad: 14 d)

Tipo de Muestra : CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)							Edad (días) 14
CODIGO DE LA MUESTRA	D ₁	D ₂	DIAMETROS (cm)			CONDICION	
			2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)		
C P - 1 1	14.90	14.90	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C P - 1 2	14.90	14.80	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
Total, de muestras: 02		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1					



Tabla 67

Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto de Patrón (Edad: 28 d)

Tipo de Muestra		: CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)					Edad (días)
							28
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)						CONDICION
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)		
C P - 0 1	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C P - 0 2	15.10	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C P - 0 3	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C P - 0 4	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C P - 0 5	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C P - 0 6	15.10	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C P - 0 9	14.90	14.90	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C P - 1 0	14.90	14.90	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1					

Tabla 68

Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J. F. Horizontal De 02 Horas (Edad: 28 d)

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA HORIZONTAL DE 02 HORAS					Edad (días)
							28
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)						CONDICION
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)		
C H 2 H - 0 1	15.03	15.14	0.30	0.11	-0.20	Si Cumple	
C H 2 H - 0 2	15.22	15.06	0.30	0.16	-0.14	Si Cumple	
C H 2 H - 0 3	14.96	15.04	0.30	0.07	-0.22	Si Cumple	
C H 2 H - 0 4	15.07	15.07	0.30	0.01	-0.30	Si Cumple	
C H 2 H - 0 5	14.97	14.90	0.30	0.08	-0.22	Si Cumple	
C H 2 H - 0 6	14.95	15.00	0.30	0.05	-0.25	Si Cumple	
C H 2 H - 0 7	15.06	15.05	0.30	0.01	-0.29	Si Cumple	
C H 2 H - 0 8	15.10	15.13	0.30	0.03	-0.27	Si Cumple	
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1					



Tabla 69

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Horizontal De 04 Horas
(Edad: 28 d)*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 04 HORAS					Edad (días)
							28
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)						CONDICION
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)		
C H 4 H - 0 1	15.20	14.90	0.30	0.30	0.00	Si Cumple	
C H 4 H - 0 2	15.00	14.90	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C H 4 H - 0 3	15.10	14.90	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple	
C H 4 H - 0 4	15.10	14.80	0.30	0.30	0.00	Si Cumple	
C H 4 H - 0 5	14.80	15.00	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple	
C H 4 H - 0 6	14.80	15.10	0.30	0.30	0.00	No Cumple	
C H 4 H - 0 7	15.20	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C H 4 H - 0 8	15.10	14.90	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple	
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1					

Tabla 70

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Horizontal De 06 Horas
(Edad: 28 d)*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRÍA HORIZONTAL DE 06 HORAS					Edad (días)
							28
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)						CONDICION
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)		
C H 6 H - 0 1	14.90	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C H 6 H - 0 2	14.90	14.90	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C H 6 H - 0 3	14.80	14.90	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C H 6 H - 0 4	14.90	14.90	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C H 6 H - 0 5	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C H 6 H - 0 6	15.10	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C H 6 H - 0 7	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C H 6 H - 0 8	14.80	15.00	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple	
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1					



Tabla 71

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Horizontal De 08 Horas
(Edad: 28 d)*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA HORIZONTAL DE 08 HORAS					Edad (días)
							28
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)						CONDICION
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)		
C H 8 H - 0 1	15.10	14.90	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple	
C H 8 H - 0 2	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C H 8 H - 0 3	14.90	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C H 8 H - 0 4	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C H 8 H - 0 5	15.10	15.20	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C H 8 H - 0 6	15.10	15.10	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C H 8 H - 0 7	14.90	15.10	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple	
C H 8 H - 0 8	15.10	15.10	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1					

Tabla 72

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Vertical de 02 Horas
(Edad: 28 d)*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 02 HORAS					Edad (días)
							28
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)						CONDICION
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)		
C V 2 H - 0 1	14.90	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C V 2 H - 0 2	14.90	14.90	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C V 2 H - 0 3	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C V 2 H - 0 4	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C V 2 H - 0 5	15.10	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C V 2 H - 0 6	14.90	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple	
C V 2 H - 0 7	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple	
C V 2 H - 0 8	14.95	15.00	0.30	0.05	-0.25	Si Cumple	
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1					



Tabla 73

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Vertical de 04 Horas
(Edad: 28 d).*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 04 HORAS					Edad (días)	
							28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)							CONDICION
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)			
C V 4 H - 0 1	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C V 4 H - 0 2	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C V 4 H - 0 3	15.00	14.90	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C V 4 H - 0 4	15.05	15.00	0.30	0.05	-0.25	Si Cumple		
C V 4 H - 0 5	15.10	15.10	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
C V 4 H - 0 6	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
C V 4 H - 0 7	14.90	15.10	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple		
C V 4 H - 0 8	15.10	15.10	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1						

Tabla 74

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Vertical De 06 Horas
(Edad: 28 d).*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 06 HORAS					Edad (días)	
							28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)							CONDICION
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)			
C V 6 H - 0 1	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C V 6 H - 0 2	15.10	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C V 6 H - 0 3	15.10	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C V 6 H - 0 4	15.05	15.05	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
C V 6 H - 0 5	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
C V 6 H - 0 6	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
C V 6 H - 0 7	15.10	15.10	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
C V 6 H - 0 8	15.10	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1						



Tabla 75

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Vertical De 08 Horas
(Edad: 28 d)*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 08 HORAS					Edad (días)	
							28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)						CONDICION	
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)			
C V 8 H - 0 1	15.10	15.10	0.30	0.00	-0.30		Si Cumple	
C V 8 H - 0 2	15.10	15.00	0.30	0.10	-0.20		Si Cumple	
C V 8 H - 0 3	15.20	15.00	0.30	0.20	-0.10		Si Cumple	
C V 8 H - 0 4	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30		Si Cumple	
C V 8 H - 0 5	14.90	15.00	0.30	0.10	-0.20		Si Cumple	
C V 8 H - 0 6	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20		Si Cumple	
C V 8 H - 0 7	15.10	14.90	0.30	0.20	-0.10		Si Cumple	
C V 8 H - 0 8	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20		Si Cumple	
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1						

Tabla 76

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Diagonal de 02 Horas
(Edad: 28 d).*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 02 HORAS					Edad (días)	
							28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)						CONDICION	
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)			
C D 2 H - 0 1	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20		Si Cumple	
C D 2 H - 0 2	14.90	15.00	0.30	0.10	-0.20		Si Cumple	
C D 2 H - 0 3	15.00	14.90	0.30	0.10	-0.20		Si Cumple	
C D 2 H - 0 4	14.90	14.90	0.30	0.00	-0.30		Si Cumple	
C D 2 H - 0 5	14.90	15.00	0.30	0.10	-0.20		Si Cumple	
C D 2 H - 0 6	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30		Si Cumple	
C D 2 H - 0 7	15.00	14.90	0.30	0.10	-0.20		Si Cumple	
C D 2 H - 0 8	14.90	15.00	0.30	0.10	-0.20		Si Cumple	
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1						



Tabla 77

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Diagonal de 04 Horas
(Edad: 28 Días)*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 04 HORAS					Edad (días)	
							28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)							CONDICION
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)			
C D 4 H - 0 1	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 4 H - 0 2	14.90	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 4 H - 0 3	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 4 H - 0 4	15.10	14.90	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple		
C D 4 H - 0 5	14.90	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 4 H - 0 6	14.90	15.10	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple		
C D 4 H - 0 7	15.10	14.90	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple		
C D 4 H - 0 8	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1						

Tabla 78

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Diagonal de 06 Horas
(Edad: 28 Días).*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 06 HORAS					Edad (días)	
							28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)							CONDICION
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)			
C D 6 H - 0 1	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 6 H - 0 2	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 6 H - 0 3	15.10	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 6 H - 0 4	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
C D 6 H - 0 5	15.00	14.90	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 6 H - 0 6	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
C D 6 H - 0 7	15.00	15.00	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
C D 6 H - 0 8	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1						



Tabla 79

*Variación de Diámetros de los especímenes de Concreto con J.F. Diagonal de 08 Horas
(Edad: 28 d)*

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRÍA DIAGONAL DE 08 HORAS					Edad (días)	
							28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)						CONDICION	
	D ₁	D ₂	2% D ₁	|D ₁ - D ₂|	2% D ₁ - (|D ₁ - D ₂|)			
C D 8 H - 0 1	15.20	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 8 H - 0 2	15.10	15.10	0.30	0.00	-0.30	Si Cumple		
C D 8 H - 0 3	14.80	15.00	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple		
C D 8 H - 0 4	15.00	14.90	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 8 H - 0 5	15.10	14.90	0.30	0.20	-0.10	Si Cumple		
C D 8 H - 0 6	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 8 H - 0 7	15.00	15.10	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
C D 8 H - 0 8	15.10	15.00	0.30	0.10	-0.20	Si Cumple		
Total, de muestras: 08		Obs.: Todas las muestras cumplen con la NTP 339.034 ítem 7.1						

De la evaluación y/o inspección, se observa que todos los especímenes de las diferentes muestras cumplen la condición requerida de la variación de diámetros individuales.

7.2. Perpendicularidad de los especímenes

La NTP 339.034 (2008): "CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas".

requiere que ninguna base de los especímenes de ensayo se aparte de la perpendicularidad a los ejes por más de $0,5^\circ$ (aproximadamente equivalente a 1 mm en 100 mm), Lo indicado en la norma se representa en la Figura 15 Máxima Inclinación Permitida, de la Base del Especimen Respecto a la Perpendicularidad del Eje. (NTP 339.034, 2008)

Asimismo, Dicha norma requiere también que, las bases de compresión de los especímenes sean planas dentro de los 0.05 mm. Lo indicado se representa en la Figura 18 Requerimiento de Planitud de la Base del Especimen.

Figura 17

Máxima Inclinación Permitida, de la Base del Especimen
Respecto a la Perpendicularidad del Eje.

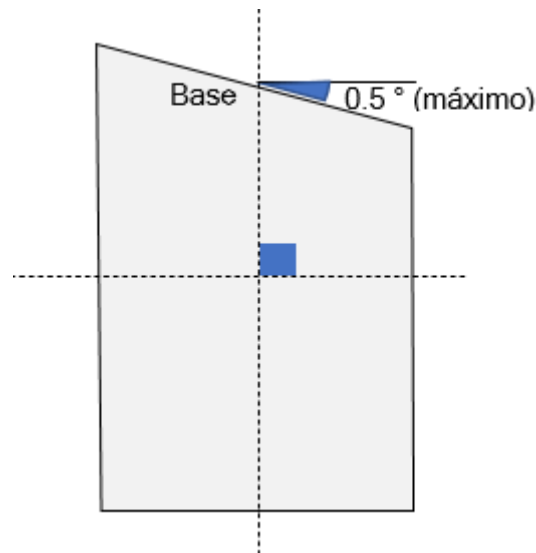
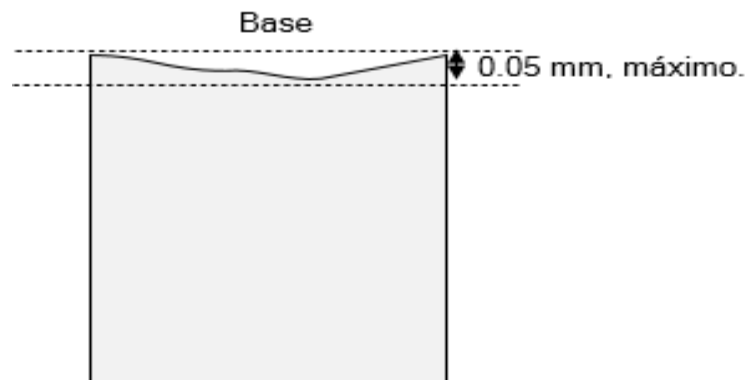


Figura 18

Requerimiento de Planitud de la Base del Espécimen



Ante estos requerimientos de la norma, es que se ha inspeccionado y/o evaluado los especímenes de las muestras de concreto patrón y las muestras de concreto con juntas frías; y se ha encontrado que algunos especímenes no cumplen lo requerido.

Ante esta situación, es que se ha optado por capear con yeso de alta resistencia (refrentado no adherido) todos los especímenes a fin de cumplir los requerimientos de perpendicularidad y planitud establecidos en la norma.

7.2.1. Requerimientos para el refrentado

La NTP 339.034 (2008) permite el capeado de los especímenes de conformidad con la NTP 339.037 (2015): "CONCRETO, Practica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de concreto".

Siempre que, tanto el material como el proceso para el capeado y/o refrentado no adherido, cumpla lo requerido en la Tabla 80 Resistencia a la compresión y máximo



espesor de las capas de refrentado. (NTP 339.037, 2015)

Tabla 80

Resistencia a la Compresión y Máximo Espesor de las Capas de Refrentado.

Resistencia a la compresión del cilindro MPa	Resistencia mínima del material de refrentado MPa	Espesor promedio máximo de capas mm	Espesor máximo en cualquier punto de la capa mm
3,5 a 50 MPa	35 MPa o la resistencia del cilindro, lo que sea mayor	6 mm	8 mm
mayor que 50 MPa	Resistencia a la compresión del material no menor que la resistencia del cilindro, excepto como se ha indicado en 5.1.1	3 mm	5 mm

Fuente: NTP 339.037 "CONCRETO, Práctica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de concreto".

7.2.2. Propiedades del material de refrentado empleado

El material de refrentado empleado en el capeado de los especímenes, corresponde al yeso de alta resistencia de la marca DENTAMIX de INDUSTRIAS CRAM S.A.C; el cual posee las características físicas y mecánicas mostradas en la Tabla 81, así mismo se muestra una fotografía de dicho producto en la figura 19.

Tabla 81

Características Físico Mecánicas del Yeso de Alta Resistencia de la Marca Dentamix, y Modo de Uso.

DENTAMIX	
Yeso piedra	: Tipo III
Relación de mezcla	: 28-30 ml/100g
Tiempo de mezclado manual	: 60 segundos
Tiempo de trabajo	: 5 minutos
Fraguado inicial	: 5.5 a 6 minutos
Tiempo de fraguado	: 30 minutos
Expansión de fraguado	: < 0.16%
Resistencia a la compresión	: 32 Mpa (326.3 Kg/cm ²)
Color	: Celeste o Amarillo

Fuente: Yeso Dentamix. 2017.



Figura 19

Yeso de Alta Resistencia Marca Dentamix



Fuente: Yeso Dentamix, 2017.

7.2.3. Determinación del tiempo necesario para que el material de refrentado alcance la resistencia requerida

La resistencia mínima del material de refrentado (yeso de alta resistencia), requerido para la presente investigación, es de 35 Mpa o 356.90 kg/cm², esto de acuerdo a la Tabla 82.

Tabla 82

Resistencia Mínima del Material de Refrentado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CILINDRO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ESTABLECIDA EN NTP 339.037:2015	RESISTENCIA MÍNIMA DEL MATERIAL DE REFRENTADO CONFORME A NTP 339.037:2015
(A)	(B)	MAYOR (A, B)
20.60 Mpa (210 kg/cm ²)	35 Mpa (356.90 kg/cm ²)	35 Mpa (356.90 kg/cm ²)

Por ello se han elaborado varios especímenes con el material de refrentado, para ensayarlos a diferentes edades y así determinar el tiempo necesario en el que el refrentado alcance mínimamente la resistencia anterior determinada.

Los resultados del ensayo de compresión axial de los especímenes elaborados con el material de refrentado, se muestran en las Tabla 83 y Tabla 84.

Tabla 83

Resistencia de los Especímenes con Edad de 02 Horas



Tipo de Muestra:

MATERIAL DE REFRENTADO
(YESO DE ALTA RESISTENCIA - TIPO III)

MUESTRA	EDAD	FUERZA	LADO	ÁREA	f'c
Nro. Código	(Horas)	(kg)	(promedio)	(cm ²)	(kg/cm ²)
01 Y 3 - 0 1	02	7970	5.00	25.00	318.80
02 Y 3 - 0 2	02	7480	5.00	25.00	299.20
RESISTENCIA PROMEDIO - 02 HORAS:			309.00 kg/cm ²	(30.30 Mpa)	

Tabla 84

Resistencia de los Especímenes con Edad de 24 Horas

Tipo de Muestra:

MATERIAL DE REFRENTADO
(YESO DE ALTA RESISTENCIA - TIPO III)

MUESTRA	EDAD	FUERZA	LADO	ÁREA	f'c
Nro. Código	(Horas)	(kg)	(promedio)	(cm ²)	(kg/cm ²)
01 Y 3 - 0 3	24	9630	5.00	25.00	385.20
02 Y 3 - 0 4	24	9370	5.00	25.00	374.80
RESISTENCIA PROMEDIO - 24 HORAS:			380.00 kg/cm ²	(37.27 Mpa)	

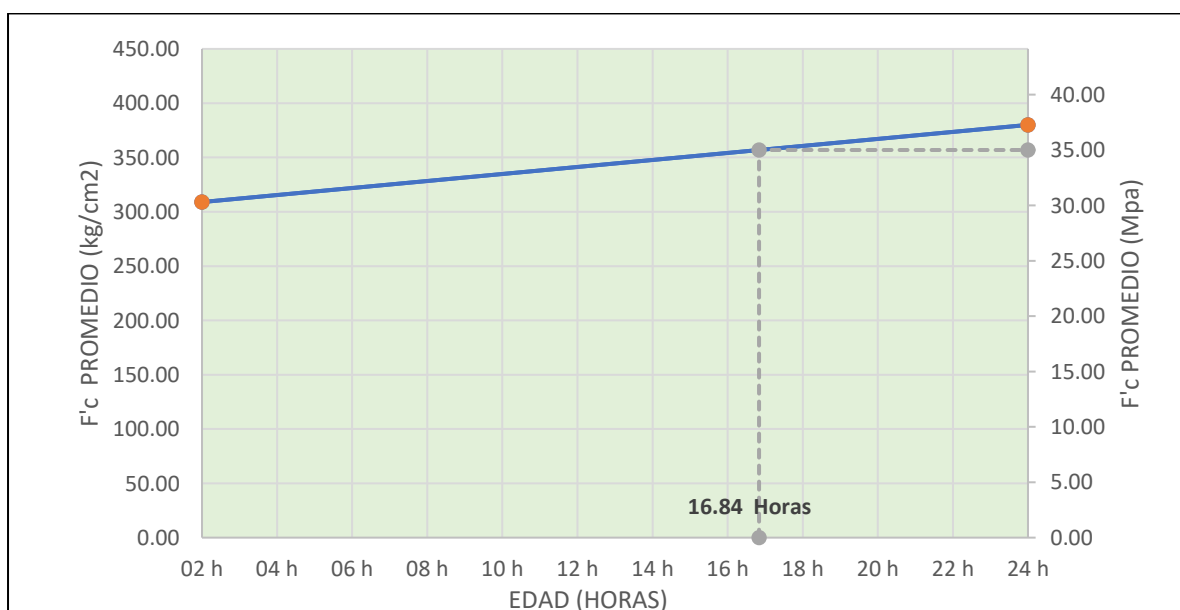
Tabla 85

F'c Promedio de Especímenes de 02 y 24 Horas

YESO DE ALTA RESISTENCIA - TIPO III (DENTAMIX)		
EDAD	F'C PROMEDIO	
02 h	30.30 Mpa	309.00 kg/cm ²
24 h	37.27 Mpa	380.00 kg/cm ²

Figura 20

Tiempo en el que llegaría a Alcanzarse la Resistencia Mínima de 35 Mpa.





El promedio de los resultados de los especímenes de 02 horas y 24 horas se muestran en la Tabla 85 y Figura 20, y con ellos se determina que a las 16.84 horas se llegaría a alcanzar la resistencia mínima de 35 Mpa o 356.90 kg/cm².

7.3. Densidad de especímenes

La Norma Técnica Peruana NTP 339.034 (2008): "HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas". establece que, dicha norma se aplica a concretos con peso unitario mayores a 800 kg/m³.

Por ello, se determina el peso unitario (densidad) de cada uno de los especímenes de las diferentes muestras de concreto, esto en la Tabla 86, Tabla 87, Tabla 88, Tabla 89, Tabla 90, Tabla 91, Tabla 92, Tabla 93, Tabla 94, Tabla 95, Tabla 96, Tabla 97, Tabla 98, Tabla 99 y Tabla 100, a fin de evaluar el cumplimiento de lo requerido en la Norma Técnica Peruana, mencionada en el párrafo anterior.

Tabla 86

Densidad de los Especímenes de Concreto Patrón (Edad: 07 d)

Tipo de Muestra : CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)					
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³
C P - 0 7	15.05	30.05	0.0053	12.50	2340.00
C P - 0 8	15.10	30.00	0.0054	12.40	2310.00
Densidad Prom:	2330.00 kg/m³			Edad	07 Dias

Tabla 87

Densidad de los Especímenes de Concreto Patrón (Edad: 14 d)

Tipo de Muestra : CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)					
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³
C P - 1 1	14.90	30.15	0.0053	12.60	2400.00
C P - 1 2	14.85	30.20	0.0052	12.40	2370.00
Densidad Prom:	2390.00 kg/m³			Edad:	14 Dias



Tabla 88

Densidad de los Especímenes de Concreto Patrón (Edad: 28 d)

Tipo de Muestra		: CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)				
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³	
C P - 0 1	15.00	30.15	0.0053	12.50	2350.00	
C P - 0 2	15.05	30.10	0.0054	12.60	2350.00	
C P - 0 3	15.00	30.05	0.0053	12.40	2340.00	
C P - 0 4	15.05	30.05	0.0053	12.50	2340.00	
C P - 0 5	15.00	30.05	0.0053	12.40	2340.00	
C P - 0 6	15.05	30.00	0.0053	12.60	2360.00	
C P - 0 9	14.90	30.00	0.0052	12.70	2430.00	
C P - 1 0	14.90	30.20	0.0053	12.70	2410.00	
Densidad Prom:	2370.00 kg/m³			Edad:	28 días	

Tabla 89

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Horizontal de 02 Horas (Edad: 28 d)

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA HORIZONTAL DE 02 HORAS				
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³	
C H 2 H - 0 1	15.14	29.95	0.0054	12.50	2320.00	
C H 2 H - 0 2	15.06	30.10	0.0054	12.50	2330.00	
C H 2 H - 0 3	15.04	30.10	0.0053	12.60	2360.00	
C H 2 H - 0 4	15.07	30.20	0.0054	12.70	2360.00	
C H 2 H - 0 5	14.90	29.85	0.0052	12.40	2380.00	
C H 2 H - 0 6	15.00	30.00	0.0053	12.50	2360.00	
C H 2 H - 0 7	15.05	30.05	0.0053	12.50	2340.00	
C H 2 H - 0 8	15.13	30.00	0.0054	12.50	2320.00	
Densidad Prom:	2350.00 kg/m³			Edad:	28 días	



Tabla 90

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F Horizontal de 04 Horas
(Edad: 28 d)

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA HORIZONTAL DE 04 HORAS				
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³	
C H 4 H - 0 1	15.05	29.95	0.0053	12.50	2350.00	
C H 4 H - 0 2	14.95	30.15	0.0053	12.60	2380.00	
C H 4 H - 0 3	15.00	29.95	0.0053	12.60	2380.00	
C H 4 H - 0 4	14.95	29.95	0.0053	12.40	2360.00	
C H 4 H - 0 5	14.90	30.05	0.0052	12.50	2390.00	
C H 4 H - 0 6	14.95	30.05	0.0053	12.50	2370.00	
C H 4 H - 0 7	15.15	29.90	0.0054	12.50	2320.00	
C H 4 H - 0 8	15.00	30.00	0.0053	12.60	2380.00	
Densidad Prom:		2370.00 kg/m³		Edad:	28 días	

Tabla 91

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Horizontal de 06 Horas
(Edad: 28 d)

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA HORIZONTAL DE 06 HORAS				
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³	
C H 6 H - 0 1	14.95	30.20	0.0053	12.40	2340.00	
C H 6 H - 0 2	14.90	30.20	0.0053	12.40	2350.00	
C H 6 H - 0 3	14.85	30.05	0.0052	12.50	2400.00	
C H 6 H - 0 4	14.90	30.30	0.0053	12.50	2370.00	
C H 6 H - 0 5	15.00	30.10	0.0053	12.60	2370.00	
C H 6 H - 0 6	15.05	30.15	0.0054	12.60	2350.00	
C H 6 H - 0 7	15.00	29.95	0.0053	12.50	2360.00	
C H 6 H - 0 8	14.90	30.00	0.0052	12.50	2390.00	
Densidad Prom:		2370.00 kg/m³		Edad:	28 días	



Tabla 92

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Horizontal de 08 Horas

(Edad: 28 d)

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA HORIZONTAL DE 08 HORAS				
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³	
C H 8 H - 0 1	15.00	30.05	0.0053	12.60	2370.00	
C H 8 H - 0 2	15.00	29.80	0.0053	12.50	2370.00	
C H 8 H - 0 3	14.95	30.00	0.0053	12.60	2390.00	
C H 8 H - 0 4	15.00	30.20	0.0053	12.60	2360.00	
C H 8 H - 0 5	15.15	30.05	0.0054	12.60	2330.00	
C H 8 H - 0 6	15.10	30.05	0.0054	12.60	2340.00	
C H 8 H - 0 7	15.00	30.10	0.0053	12.60	2370.00	
C H 8 H - 0 8	15.10	30.10	0.0054	12.70	2360.00	
Densidad Prom:	2360.00 kg/m³			Edad:	28 dias	

Tabla 93

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Vertical de 02 Horas

(Edad: 28 d)

Tipo de Muestra		: CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 02 HORAS				
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³	
C V 2 H - 0 1	14.95	30.20	0.0053	12.50	2360.00	
C V 2 H - 0 2	14.90	30.20	0.0053	12.50	2370.00	
C V 2 H - 0 3	15.00	30.15	0.0053	12.50	2350.00	
C V 2 H - 0 4	15.05	30.03	0.0053	12.50	2340.00	
C V 2 H - 0 5	15.05	30.10	0.0054	12.60	2350.00	
C V 2 H - 0 6	14.95	30.10	0.0053	12.60	2380.00	
C V 2 H - 0 7	15.00	30.15	0.0053	12.60	2360.00	
C V 2 H - 0 8	14.98	30.10	0.0053	12.60	2380.00	
Densidad Prom:	2360.00 kg/m³			Edad:	28 dias	



Tabla 94

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Vertical de 04 Horas

(Edad: 28 d)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 04 HORAS					
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³
C V 4 H - 0 1	15.05	29.95	0.0053	12.50	2350.00
C V 4 H - 0 2	15.05	30.05	0.0053	12.40	2320.00
C V 4 H - 0 3	14.95	30.10	0.0053	12.70	2400.00
C V 4 H - 0 4	15.25	29.95	0.0055	12.50	2280.00
C V 4 H - 0 5	15.10	30.00	0.0054	12.50	2330.00
C V 4 H - 0 6	15.00	30.05	0.0053	12.60	2370.00
C V 4 H - 0 7	15.00	30.05	0.0053	12.60	2370.00
C V 4 H - 0 8	15.10	30.08	0.0054	12.70	2360.00
Densidad Prom:	2350.00 kg/m³			Edad:	28 dias

Tabla 95

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Vertical de 06 Horas

(Edad: 28 d)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 06 HORAS					
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³
C V 6 H - 0 1	15.05	30.05	0.0053	12.60	2360.00
C V 6 H - 0 2	15.05	30.10	0.0054	12.60	2350.00
C V 6 H - 0 3	15.05	30.05	0.0053	12.50	2340.00
C V 6 H - 0 4	15.05	29.95	0.0053	12.60	2360.00
C V 6 H - 0 5	15.00	30.05	0.0053	12.60	2370.00
C V 6 H - 0 6	15.00	29.98	0.0053	12.50	2360.00
C V 6 H - 0 7	15.10	30.05	0.0054	12.70	2360.00
C V 6 H - 0 8	15.05	30.08	0.0054	12.70	2370.00
Densidad Prom:	2360.00 kg/m³			Edad:	28 dias



Tabla 96

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Vertical de 08 Horas

(Edad: 28 d)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 08 HORAS						
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³	
C V 8 H - 0 1	15.10	29.95	0.0054	12.60	2350.00	
C V 8 H - 0 2	15.05	30.03	0.0053	12.50	2340.00	
C V 8 H - 0 3	15.10	30.05	0.0054	12.70	2360.00	
C V 8 H - 0 4	15.00	29.90	0.0053	12.40	2350.00	
C V 8 H - 0 5	14.95	29.95	0.0053	12.50	2380.00	
C V 8 H - 0 6	15.05	29.90	0.0053	12.40	2330.00	
C V 8 H - 0 7	15.00	30.05	0.0053	12.50	2350.00	
C V 8 H - 0 8	15.05	30.05	0.0053	12.60	2360.00	
Densidad Prom:	2350.00 kg/m³			Edad:	28 días	

Tabla 97

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Diagonal de 02 Horas

(Edad: 28 d)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 02 HORAS						
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³	
C D 2 H - 0 1	15.05	30.05	0.0053	12.50	2340.00	
C D 2 H - 0 2	14.95	30.05	0.0053	12.50	2370.00	
C D 2 H - 0 3	14.95	30.00	0.0053	12.60	2390.00	
C D 2 H - 0 4	14.90	29.95	0.0052	12.50	2390.00	
C D 2 H - 0 5	14.95	30.00	0.0053	12.60	2390.00	
C D 2 H - 0 6	15.00	30.05	0.0053	12.50	2350.00	
C D 2 H - 0 7	14.95	30.05	0.0053	12.40	2350.00	
C D 2 H - 0 8	14.95	29.95	0.0053	12.50	2380.00	
Densidad Prom:	2370.00 kg/m³			Edad:	28 días	



Tabla 98

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Diagonal de 04 Horas

(Edad: 28 d)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 04 HORAS					
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³
C D 4 H - 0 1	15.05	30.05	0.0053	12.50	2340.00
C D 4 H - 0 2	14.95	30.05	0.0053	12.50	2370.00
C D 4 H - 0 3	15.05	29.95	0.0053	12.60	2360.00
C D 4 H - 0 4	15.00	30.00	0.0053	12.50	2360.00
C D 4 H - 0 5	14.95	30.05	0.0053	12.50	2370.00
C D 4 H - 0 6	15.00	30.05	0.0053	12.50	2350.00
C D 4 H - 0 7	15.00	30.10	0.0053	12.60	2370.00
C D 4 H - 0 8	15.00	30.00	0.0053	12.50	2360.00
Densidad Prom:	2360.00 kg/m³			Edad:	28 dias

Tabla 99

Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Diagonal de 06 Horas

(Edad: 28 d)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 06 HORAS					
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³
C D 6 H - 0 1	15.05	29.95	0.0053	12.60	2360.00
C D 6 H - 0 2	15.05	30.05	0.0053	12.50	2340.00
C D 6 H - 0 3	15.05	29.95	0.0053	12.50	2350.00
C D 6 H - 0 4	15.00	30.25	0.0053	12.50	2340.00
C D 6 H - 0 5	14.95	29.85	0.0052	12.60	2400.00
C D 6 H - 0 6	15.00	30.10	0.0053	12.40	2330.00
C D 6 H - 0 7	15.00	30.10	0.0053	12.40	2330.00
C D 6 H - 0 8	15.05	30.05	0.0053	12.50	2340.00
Densidad Prom:	2350.00 kg/m³			Edad:	28 dias



Tabla 100

*Densidad de los Especímenes de Concreto Con J.F. Diagonal de 08 Horas
(Edad: 28 d)*

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 08 HORAS					
CODIGO DE LA MUESTRA	Diámetro Promedio	Altura Promedio	Volumen (m ³)	Peso (kg)	Densidad kg/m ³
C D 8 H - 0 1	15.15	30.00	0.0054	12.50	2310.00
C D 8 H - 0 2	15.10	30.05	0.0054	12.50	2320.00
C D 8 H - 0 3	14.90	30.05	0.0052	12.40	2370.00
C D 8 H - 0 4	14.95	30.15	0.0053	12.50	2360.00
C D 8 H - 0 5	15.00	30.15	0.0053	12.70	2380.00
C D 8 H - 0 6	15.05	30.00	0.0053	12.50	2340.00
C D 8 H - 0 7	15.05	30.05	0.0053	12.60	2360.00
C D 8 H - 0 8	15.05	30.05	0.0053	12.60	2360.00
Densidad Prom:	2350.00 kg/m³			Edad:	28 días

Se ha observado en las Tablas 86 a la 100, que todas las muestras de las diferentes muestras de concreto poseen una densidad entre 2330.00 kg/m³ y 2390.00 kg/m³, cumpliéndose así lo requerido en la norma NTP 339.034 (2008): "HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas".

7.4. Relación de longitud y diámetro (L/D)

Si alguno de los especímenes de las diferentes muestras de concreto, llegase a presentar una relación de L/D de 1.75 o menor, el valor de la "resistencia a la compresión" obtenida en el ensayo de compresión axial, deberá ser corregido multiplicándolo por un factor mostrado en la Tabla 101.

Tabla 101

Factor por Relación Longitud a Diámetro de Especimen

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Fuente: NTP 339.034:2008 "HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas".



Por ello se hace necesario la inspección y/o evaluación de dicho requerimiento en todos los especímenes, a fin de evaluar la aplicación del factor de relación longitud a diámetro.

En la Tabla 102, Tabla 103, Tabla 104, Tabla 105, Tabla 106, Tabla 107, Tabla 108, Tabla 109, Tabla 110, Tabla 111, Tabla 112, Tabla 113, Tabla 114, Tabla 115 y Tabla 116 , se muestra la evaluación de dicha condición.

Tabla 102

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Patrón (Edad: 07 Dias)

Tipo de Muestra : CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)								Edad (dias) 07	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C P - 0 7	15.20	14.90	15.05	30.10	30.00	30.05	2.00	No Corregir	
C P - 0 8	15.00	15.20	15.10	29.90	30.10	30.00	1.99	No Corregir	
Total, de muestras: 02			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						

Tabla 103

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Patrón (Edad: 14 Dias)

Tipo de Muestra : CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)								Edad (dias) 14	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C P - 1 1	14.90	14.90	14.90	30.20	30.10	30.15	2.02	No Corregir	
C P - 1 2	14.90	14.80	14.85	30.30	30.10	30.20	2.03	No Corregir	
Total, de muestras: 02			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						

Tabla 104

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Patrón (Edad: 28 Dias)

Tipo de Muestra : CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)								Edad (dias) 28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C P - 0 1	15.00	15.00	15.00	30.10	30.20	30.15	2.01	No Corregir	
C P - 0 2	15.10	15.00	15.05	30.10	30.10	30.10	2.00	No Corregir	
C P - 0 3	15.00	15.00	15.00	30.10	30.00	30.05	2.00	No Corregir	
C P - 0 4	15.00	15.10	15.05	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C P - 0 5	15.00	15.00	15.00	30.10	30.00	30.05	2.00	No Corregir	



C P - 0 6	15.10	15.00	15.05	30.00	30.00	30.00	1.99	No Corregir
C P - 0 9	14.90	14.90	14.90	30.00	30.00	30.00	2.01	No Corregir
C P - 1 0	14.90	14.90	14.90	30.20	30.20	30.20	2.03	No Corregir
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.					

Tabla 105

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Horizontal De 02 Horas (Edad: 28 Dias)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFH DE 02 HORAS								Edad (días)	
28									
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C H 2 H - 0 1	15.03	15.24	15.14	29.90	30.00	29.95	1.98	No Corregir	
C H 2 H - 0 2	15.22	14.90	15.06	30.20	30.00	30.10	2.00	No Corregir	
C H 2 H - 0 3	14.96	15.11	15.04	30.10	30.10	30.10	2.00	No Corregir	
C H 2 H - 0 4	15.07	15.08	15.07	30.20	30.20	30.20	2.00	No Corregir	
C H 2 H - 0 5	14.97	14.82	14.90	29.90	29.80	29.85	2.00	No Corregir	
C H 2 H - 0 6	14.95	15.05	15.00	30.00	30.00	30.00	2.00	No Corregir	
C H 2 H - 0 7	15.06	15.04	15.05	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C H 2 H - 0 8	15.10	15.17	15.13	30.00	30.00	30.00	1.98	No Corregir	
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						

Tabla 106

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Horizontal de 04 Horas (Edad: 28 Dias)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFH DE 04 HORAS								Edad (días)	
28									
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C H 4 H - 0 1	15.20	14.90	15.05	29.90	30.00	29.95	1.99	No Corregir	
C H 4 H - 0 2	15.00	14.90	14.95	30.10	30.20	30.15	2.02	No Corregir	
C H 4 H - 0 3	15.10	14.90	15.00	29.90	30.00	29.95	2.00	No Corregir	
C H 4 H - 0 4	15.10	14.80	14.95	30.00	29.90	29.95	2.00	No Corregir	
C H 4 H - 0 5	14.80	15.00	14.90	30.00	30.10	30.05	2.02	No Corregir	
C H 4 H - 0 6	14.80	15.10	14.95	30.10	30.00	30.05	2.01	No Corregir	
C H 4 H - 0 7	15.20	15.10	15.15	29.90	29.90	29.90	1.97	No Corregir	
C H 4 H - 0 8	15.10	14.90	15.00	30.10	29.90	30.00	2.00	No Corregir	
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						



Tabla 107

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Horizontal de 06 Horas (Edad: 28 Días).

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFH DE 06 HORAS										Edad (días)
										28
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	N	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.				
C H 6 H - 0 1	14.90	15.00	14.95	30.20	30.20	30.20	2.02	No Corregir		
C H 6 H - 0 2	14.90	14.90	14.90	30.20	30.20	30.20	2.03	No Corregir		
C H 6 H - 0 3	14.80	14.90	14.85	30.00	30.10	30.05	2.02	No Corregir		
C H 6 H - 0 4	14.90	14.90	14.90	30.30	30.30	30.30	2.03	No Corregir		
C H 6 H - 0 5	15.00	15.00	15.00	30.10	30.10	30.10	2.01	No Corregir		
C H 6 H - 0 6	15.10	15.00	15.05	30.10	30.20	30.15	2.00	No Corregir		
C H 6 H - 0 7	15.00	15.00	15.00	30.00	29.90	29.95	2.00	No Corregir		
C H 6 H - 0 8	14.80	15.00	14.90	30.00	30.00	30.00	2.01	No Corregir		
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.							

Tabla 108

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Horizontal de 08 Horas (Edad: 28 Días).

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFH DE 08 HORAS										Edad (días)
										28
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	N	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.				
C H 8 H - 0 1	15.10	14.90	15.00	30.10	30.00	30.05	2.00	No Corregir		
C H 8 H - 0 2	15.00	15.00	15.00	29.80	29.80	29.80	1.99	No Corregir		
C H 8 H - 0 3	14.90	15.00	14.95	29.90	30.10	30.00	2.01	No Corregir		
C H 8 H - 0 4	15.00	15.00	15.00	30.20	30.20	30.20	2.01	No Corregir		
C H 8 H - 0 5	15.10	15.20	15.15	30.10	30.00	30.05	1.98	No Corregir		
C H 8 H - 0 6	15.10	15.10	15.10	30.10	30.00	30.05	1.99	No Corregir		
C H 8 H - 0 7	14.90	15.10	15.00	30.10	30.10	30.10	2.01	No Corregir		
C H 8 H - 0 8	15.10	15.10	15.10	30.10	30.10	30.10	1.99	No Corregir		
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.							



Tabla 109

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Vertical De 02 Horas (Edad: 28 Dias)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFV DE 02 HORAS								Edad (días)	
								28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C V 2 H - 0 1	14.90	15.00	14.95	30.20	30.20	30.20	2.02	No Corregir	
C V 2 H - 0 2	14.90	14.90	14.90	30.20	30.20	30.20	2.03	No Corregir	
C V 2 H - 0 3	15.00	15.00	15.00	30.20	30.10	30.15	2.01	No Corregir	
C V 2 H - 0 4	15.00	15.10	15.05	30.00	30.05	30.03	2.00	No Corregir	
C V 2 H - 0 5	15.10	15.00	15.05	30.10	30.10	30.10	2.00	No Corregir	
C V 2 H - 0 6	14.90	15.00	14.95	30.10	30.10	30.10	2.01	No Corregir	
C V 2 H - 0 7	15.00	15.00	15.00	30.10	30.20	30.15	2.01	No Corregir	
C V 2 H - 0 8	14.95	15.00	14.98	30.10	30.10	30.10	2.01	No Corregir	
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						

Tabla 110

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Vertical de 04 Horas (Edad: 28 Dias)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFV DE 04 HORAS								Edad (días)	
								28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C V 4 H - 0 1	15.00	15.10	15.05	29.90	30.00	29.95	1.99	No Corregir	
C V 4 H - 0 2	15.00	15.10	15.05	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C V 4 H - 0 3	15.00	14.90	14.95	30.10	30.10	30.10	2.01	No Corregir	
C V 4 H - 0 4	15.50	15.00	15.25	29.90	30.00	29.95	1.96	No Corregir	
C V 4 H - 0 5	15.10	15.10	15.10	30.00	30.00	30.00	1.99	No Corregir	
C V 4 H - 0 6	15.00	15.00	15.00	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C V 4 H - 0 7	14.90	15.10	15.00	30.10	30.00	30.05	2.00	No Corregir	
C V 4 H - 0 8	15.10	15.10	15.10	30.05	30.10	30.08	1.99	No Corregir	
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						



Tabla 111

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Vertical de 06 Horas (Edad: 28 Dias)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFV DE 06 HORAS								Edad (días)	
								28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C V 6 H - 0 1	15.00	15.10	15.05	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C V 6 H - 0 2	15.10	15.00	15.05	30.10	30.10	30.10	2.00	No Corregir	
C V 6 H - 0 3	15.10	15.00	15.05	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C V 6 H - 0 4	15.05	15.05	15.05	29.90	30.00	29.95	1.99	No Corregir	
C V 6 H - 0 5	15.00	15.00	15.00	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C V 6 H - 0 6	15.00	15.00	15.00	29.95	30.00	29.98	2.00	No Corregir	
C V 6 H - 0 7	15.10	15.10	15.10	30.00	30.10	30.05	1.99	No Corregir	
C V 6 H - 0 8	15.10	15.00	15.05	30.05	30.10	30.08	2.00	No Corregir	
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						

Tabla 112

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Vertical de 08 Horas (Edad: 28 Dias)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFV DE 08 HORAS								Edad (días)	
								28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C V 8 H - 0 1	15.10	15.10	15.10	29.90	30.00	29.95	1.98	No Corregir	
C V 8 H - 0 2	15.10	15.00	15.05	30.00	30.05	30.03	2.00	No Corregir	
C V 8 H - 0 3	15.20	15.00	15.10	30.10	30.00	30.05	1.99	No Corregir	
C V 8 H - 0 4	15.00	15.00	15.00	29.80	30.00	29.90	1.99	No Corregir	
C V 8 H - 0 5	14.90	15.00	14.95	29.90	30.00	29.95	2.00	No Corregir	
C V 8 H - 0 6	15.00	15.10	15.05	29.80	30.00	29.90	1.99	No Corregir	
C V 8 H - 0 7	15.10	14.90	15.00	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C V 8 H - 0 8	15.00	15.10	15.05	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						



Tabla 113

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Diagonal de 02 Horas (Edad: 28 Dias)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFD DE 02 HORAS								Edad (días)	
								28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C D 2 H - 0 1	15.00	15.10	15.05	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C D 2 H - 0 2	14.90	15.00	14.95	30.10	30.00	30.05	2.01	No Corregir	
C D 2 H - 0 3	15.00	14.90	14.95	30.00	30.00	30.00	2.01	No Corregir	
C D 2 H - 0 4	14.90	14.90	14.90	30.00	29.90	29.95	2.01	No Corregir	
C D 2 H - 0 5	14.90	15.00	14.95	30.10	29.90	30.00	2.01	No Corregir	
C D 2 H - 0 6	15.00	15.00	15.00	30.10	30.00	30.05	2.00	No Corregir	
C D 2 H - 0 7	15.00	14.90	14.95	30.10	30.00	30.05	2.01	No Corregir	
C D 2 H - 0 8	14.90	15.00	14.95	30.00	29.90	29.95	2.00	No Corregir	
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						

Tabla 114

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Diagonal de 04 Horas (Edad: 28 Dias).

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFD DE 04 HORAS								Edad (días)	
								28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C D 4 H - 0 1	15.00	15.10	15.05	30.10	30.00	30.05	2.00	No Corregir	
C D 4 H - 0 2	14.90	15.00	14.95	30.00	30.10	30.05	2.01	No Corregir	
C D 4 H - 0 3	15.00	15.10	15.05	29.90	30.00	29.95	1.99	No Corregir	
C D 4 H - 0 4	15.10	14.90	15.00	30.00	30.00	30.00	2.00	No Corregir	
C D 4 H - 0 5	14.90	15.00	14.95	30.10	30.00	30.05	2.01	No Corregir	
C D 4 H - 0 6	14.90	15.10	15.00	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C D 4 H - 0 7	15.10	14.90	15.00	30.10	30.10	30.10	2.01	No Corregir	
C D 4 H - 0 8	15.00	15.00	15.00	30.00	30.00	30.00	2.00	No Corregir	
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						



Tabla 115

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Diagonal de 06 Horas (Edad: 28 Días).

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFD DE 06 HORAS								Edad (días)	
								28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C D 6 H - 0 1	15.00	15.10	15.05	29.90	30.00	29.95	1.99	No Corregir	
C D 6 H - 0 2	15.00	15.10	15.05	30.20	29.90	30.05	2.00	No Corregir	
C D 6 H - 0 3	15.10	15.00	15.05	29.90	30.00	29.95	1.99	No Corregir	
C D 6 H - 0 4	15.00	15.00	15.00	30.30	30.20	30.25	2.02	No Corregir	
C D 6 H - 0 5	15.00	14.90	14.95	29.80	29.90	29.85	2.00	No Corregir	
C D 6 H - 0 6	15.00	15.00	15.00	30.10	30.10	30.10	2.01	No Corregir	
C D 6 H - 0 7	15.00	15.00	15.00	30.10	30.10	30.10	2.01	No Corregir	
C D 6 H - 0 8	15.00	15.10	15.05	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						

Tabla 116

Relación (L/D) de Muestras de Concreto Con J.F. Diagonal de 08 Horas (Edad: 28 Días)

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JFD DE 08 HORAS								Edad (días)	
								28	
CODIGO DE LA MUESTRA	DIAMETRO (cm)			LONGITUD (cm)			FACTOR L/D	CONDICION	
	D ₁	D ₂	D Prom.	L ₁	L ₂	L Prom.			
C D 8 H - 0 1	15.20	15.10	15.15	29.90	30.10	30.00	1.98	No Corregir	
C D 8 H - 0 2	15.10	15.10	15.10	30.00	30.10	30.05	1.99	No Corregir	
C D 8 H - 0 3	14.80	15.00	14.90	30.00	30.10	30.05	2.02	No Corregir	
C D 8 H - 0 4	15.00	14.90	14.95	30.20	30.10	30.15	2.02	No Corregir	
C D 8 H - 0 5	15.10	14.90	15.00	30.10	30.20	30.15	2.01	No Corregir	
C D 8 H - 0 6	15.00	15.10	15.05	30.00	30.00	30.00	1.99	No Corregir	
C D 8 H - 0 7	15.00	15.10	15.05	30.00	30.10	30.05	2.00	No Corregir	
C D 8 H - 0 8	15.10	15.00	15.05	30.10	30.00	30.05	2.00	No Corregir	
Total, de muestras: 08			Observación: No es necesario aplicar el factor de corrección.						

Se ha observado en las Tablas 102 a la 116, que todos los especímenes de las diferentes muestras de concreto poseen un factor L/D mayor a 1.75. por lo que no será necesario la aplicación del factor de relación de longitud a diámetro.



CAPITULO VIII: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

8.1. Características de la prensa de compresión

Los ensayos de resistencia a la compresión axial se realizaron con la prensa del "Laboratorio de suelos y materiales de la facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil". a continuación, en la tabla 117 se muestra las características y especificaciones de dicha prensa. Así mismo en la Figura 21 se observa dicha prensa.

Tabla 117

Características y Especificaciones de la Prensa

PRENSA DE COMPRESIÓN	
Marca	: ELE Internacional
Capacidad	: 2224 kn (500,000 lbf)
Espacio libre vertical	: 498 mm
Espacio libre Horizontal	: 355 mm
Ariete	: 222 mm
Diámetro	: Carrera de 64 mm, con interruptor limitador de sobrecarga
Precisión	: De 0.5% desde el 1% al 100% de capacidad de máquina.
Dimensiones	: 794 mm ancho x 533 mm profundidad x 1289 mm alto
Peso	: 771 kg.

Figura 21

Prensa de Concreto





8.2. Concreto patrón

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las muestras de concreto patrón, presentan una desviación promedio máxima de 24.34 kg/cm² y una varianza promedio máxima de 10.01%. Estos valores nos permitirían indicar que el procedimiento empleado en la investigación: Para la elaboración, curado y ensayo a compresión axial de los especímenes de concreto Patrón, es equivalente al de la condición de "Excelente en Obra", esto según la Tabla 118.

Tabla 118

Relación de Grado de Control de Calidad con Coeficiente de Variación (V)

Grado de Control	Laboratorio	Excelente	Bueno	Regular	Inferior	Malo
Coeficiente de Variación	5%	10%-12%	15%	18%	20%	25%

Fuente: Rivva López, E. (2019). Diseño de Mezclas.

Tabla 119

Resistencia a la Compresión de Muestras de CP, Edad: 07 d.

Tipo de Muestra : CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)								Imagen de la junta	
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm ²)	f _c (kg/cm ²)	% del f _c de diseño	X- \bar{X}	(X- \bar{X}) ²
01	C P - 0 7	07	26990	15.05	177.89	151.72	72%	-1.90	3.61
02	C P - 0 8	07	27850	15.10	179.08	155.52	74%	1.90	3.61
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s ²	s	v	
02	155.52	151.72	307.24	153.62	7.22	7.22	2.69	1.75	

Tabla 120

Resistencia a la Compresión de Muestras de CP, Edad: 14 d.

Tipo de Muestra : CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRIA)								Imagen de la junta	
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm ²)	f _c (kg/cm ²)	% del f _c de diseño	X- \bar{X}	(X- \bar{X}) ²
01	C P - 1 1	14	34250	14.90	174.37	196.43	94%	3.99	15.88
02	C P - 1 2	14	32640	14.85	173.20	188.45	90%	-3.99	15.88
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s ²	s	v	
02	196.43	188.45	384.88	192.44	31.77	31.77	5.64	2.93	



Tabla 121

Resistencia a la Compresión de Muestras de CP, Edad: 28 d.

Tipo de Muestra : CONCRETO PATRON (SIN JUNTA FRÍA)							Imagen de la junta		
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm ²)	f _c (kg/cm ²)	% del f _c de diseño	X- \bar{X}	(X- \bar{X}) ²
01	C P - 0 1	28	40420	15.00	176.71	228.73	109%	-14.31	204.74
02	C P - 0 2	28	45220	15.05	177.89	254.20	121%	11.16	124.46
03	C P - 0 3	28	46370	15.00	176.71	262.40	125%	19.36	374.87
04	C P - 0 4	28	46500	15.05	177.89	261.39	124%	18.35	336.78
05	C P - 0 5	28	49120	15.00	176.71	277.96	132%	34.92	1219.63
06	C P - 0 6	28	40950	15.05	177.89	230.19	110%	-12.85	165.04
07	C P - 0 9	28	36110	14.90	174.37	207.09	99%	-35.95	1292.13
08	C P - 1 0	28	38770	14.90	174.37	222.35	106%	-20.69	428.12
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s ²	s	v	
08	277.96	207.09	1944.31	243.04	4145.77	592.25	24.34	10.01	

8.3. Concreto con junta fría horizontal

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las muestras de concreto con junta fría horizontal, mostrados en la Tabla 122, Tabla 123, Tabla 124 y Tabla 125, presentan una desviación promedio máxima de 11.69 kg/cm² y una varianza promedio máxima de 5.30%. Estos valores nos permitirían indicar que el procedimiento empleado en la investigación: para la elaboración, curado y ensayo a compresión axial de los especímenes de concreto con junta fría horizontal, es equivalente al de la condición de "Laboratorio", esto según la Tabla 118.

Tabla 118

Relación de Grado de Control de Calidad con Coeficiente de Variación (V)

Grado de Control	Laboratorio	Excelente	Bueno	Regular	Inferior	Malo
Coeficiente de Variación	5%	10%-12%	15%	18%	20%	25%

Fuente: Rivva López, E. (2019). Diseño de Mezclas.



Tabla 122

*Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con J.F. Horizontal de 02 Horas,
Edad: 28 Dias.*

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA HORIZONTAL DE 02 HORAS								Imagen de la junta	2H
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f _c (kg/cm2)	% del f _c de diseño	X- \bar{X}	(X- \bar{X}) ²
01	C H 2 H - 0 1	28	38010	15.14	179.97	211.20	101%	-15.24	232.28
02	C H 2 H - 0 2	28	40290	15.06	178.13	226.18	108%	-0.26	0.07
03	C H 2 H - 0 3	28	39850	15.04	177.60	224.38	107%	-2.06	4.25
04	C H 2 H - 0 4	28	42150	15.07	178.37	236.31	113%	9.87	97.34
05	C H 2 H - 0 5	28	39820	14.90	174.25	228.52	109%	2.08	4.32
06	C H 2 H - 0 6	28	42210	15.00	176.71	238.86	114%	12.42	154.16
07	C H 2 H - 0 7	28	39980	15.05	177.89	224.74	107%	-1.70	2.90
08	C H 2 H - 0 8	28	39810	15.13	179.85	221.35	105%	-5.09	25.94
n	X max	X min	$\sum x$		$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s ²	s	v
08	238.86	211.20	1811.55		226.44	521.26	74.47	8.63	3.81

Tabla 123

*Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con J.F. Horizontal de 04 Horas,
Edad: 28 Dias.*

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA HORIZONTAL DE 04 HORAS								Imagen de la junta	4H
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f _c (kg/cm2)	% del f _c de diseño	X- \bar{X}	(X- \bar{X}) ²
01	C H 4 H - 0 1	28	37980	15.05	177.89	213.50	102%	0.59	0.35
02	C H 4 H - 0 2	28	38540	14.95	175.54	219.55	105%	6.65	44.22
03	C H 4 H - 0 3	28	37310	15.00	176.71	211.13	101%	-1.77	3.14
04	C H 4 H - 0 4	28	37820	14.95	175.54	215.45	103%	2.55	6.49
05	C H 4 H - 0 5	28	36810	14.90	174.37	211.11	101%	-1.80	3.23
06	C H 4 H - 0 6	28	37990	14.95	175.54	216.42	103%	3.52	12.36
07	C H 4 H - 0 7	28	37290	15.15	180.27	206.86	99%	-6.04	36.52
08	C H 4 H - 0 8	28	36970	15.00	176.71	209.21	100%	-3.70	13.66
n	X max	X min	$\sum x$		$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s ²	s	v
08	219.55	206.86	1703.23		212.90	119.97	17.14	4.14	1.94



Tabla 124

*Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto con J.F. Horizontal de 06 Horas,
Edad: 28 Dias.*

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA HORIZONTAL DE 06 HORAS								Imagen de la junta	6H
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f _c (kg/cm2)	% del f _c de diseño	X- \bar{X}	(X- \bar{X}) ²
01	C H 6 H - 0 1	28	36620	14.95	175.54	208.62	99%	-12.14	147.30
02	C H 6 H - 0 2	28	37670	14.90	174.37	216.04	103%	-4.71	22.21
03	C H 6 H - 0 3	28	37850	14.85	173.20	218.54	104%	-2.22	4.91
04	C H 6 H - 0 4	28	35120	14.90	174.37	201.42	96%	-19.34	373.91
05	C H 6 H - 0 5	28	40550	15.00	176.71	229.47	109%	8.71	75.94
06	C H 6 H - 0 6	28	40200	15.05	177.89	225.98	108%	5.22	27.30
07	C H 6 H - 0 7	28	41480	15.00	176.71	234.73	112%	13.98	195.36
08	C H 6 H - 0 8	28	40320	14.90	174.37	231.24	110%	10.49	109.95
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s ²	s	v	
08	234.73	201.42	1766.01	220.75	956.86	136.69	11.69	5.30	

Tabla 125

*Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto con J.F. Horizontal de 08 Horas,
Edad: 28 Dias.*

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA HORIZONTAL DE 08 HORAS								Imagen de la junta	8H
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f _c (kg/cm2)	% del f _c de diseño	X- \bar{X}	(X- \bar{X}) ²
01	C H 8 H - 0 1	28	42590	15.00	176.71	241.01	115%	9.02	81.34
02	C H 8 H - 0 2	28	39940	15.00	176.71	226.01	108%	-5.98	35.72
03	C H 8 H - 0 3	28	42100	14.95	175.54	239.83	114%	7.84	61.50
04	C H 8 H - 0 4	28	42340	15.00	176.71	239.60	114%	7.60	57.83
05	C H 8 H - 0 5	28	43130	15.15	180.27	239.26	114%	7.27	52.79
06	C H 8 H - 0 6	28	38760	15.10	179.08	216.44	103%	-15.55	241.80
07	C H 8 H - 0 7	28	40500	15.00	176.71	229.18	109%	-2.81	7.88
08	C H 8 H - 0 8	28	40220	15.10	179.08	224.59	107%	-7.40	54.72
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s ²	s	v	
08	241.01	216.44	1855.93	231.99	593.58	84.80	9.21	3.97	



8.4. Concreto con junta fría vertical

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las muestras de concreto con junta fría vertical, mostrados en la Tabla 126, Tabla 127, Tabla 128 y Tabla 129, presentan una desviación promedio máxima de 16.70 kg/cm² y una varianza promedio máxima de 6.67%. Estos valores nos permitirían indicar que el procedimiento empleado en la investigación: Para la elaboración, curado y ensayo a compresión axial de los especímenes de concreto con junta fría vertical, es equivalente al de la condición de "Laboratorio", esto según la Tabla 118.

Tabla 118

Relación de Grado de Control de Calidad con Coeficiente de Variación (V)

Grado de Control	Laboratorio	Excelente	Bueno	Regular	Inferior	Malo
Coeficiente de Variación	5%	10%-12%	15%	18%	20%	25%

Fuente: Rivva López, E. (2019). Diseño de Mezclas.

Tabla 126

Ensayo de Compresión Axial de Especímenes de Concreto con J.F. Vertical de 02 Horas, Edad: 28 Días.

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 02 HORAS							Imagen de la junta	2H	
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (días)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm ²)	f _c (kg/cm ²)	% del f _c de diseño	X- \bar{x}	(X- \bar{x}) ²
01	C V 2 H - 0 1	28	43660	14.95	175.54	248.72	118%	12.78	163.41
02	C V 2 H - 0 2	28	43020	14.90	174.37	246.72	117%	10.78	116.31
03	C V 2 H - 0 3	28	41630	15.00	176.71	235.58	112%	-0.36	0.13
04	C V 2 H - 0 4	28	40740	15.05	177.89	229.01	109%	-6.93	47.96
05	C V 2 H - 0 5	28	42380	15.05	177.89	238.23	113%	2.29	5.26
06	C V 2 H - 0 6	28	42260	14.95	175.54	240.74	115%	4.81	23.12
07	C V 2 H - 0 7	28	41850	15.00	176.71	236.82	113%	0.89	0.78
08	C V 2 H - 0 8	28	37280	14.98	176.13	211.67	101%	-24.27	589.06
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s ²	s	v	
08	248.72	211.67	1887.50	235.94	946.03	135.15	11.63	4.93	



Tabla 127

*Ensayo De Compresión Axial de Especímenes de Concreto con J.F. Vertical de 04 Horas,
Edad: 28 Dias.*

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 04 HORAS							Imagen de la junta	4H	
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f'c (kg/cm2)	% del f'c de diseño	\bar{X}	$(X-\bar{X})^2$
01	C V 4 H - 0 1	28	46120	15.05	177.89	259.25	123%	9.07	82.23
02	C V 4 H - 0 2	28	43290	15.05	177.89	243.35	116%	-6.84	46.79
03	C V 4 H - 0 3	28	45460	14.95	175.54	258.97	123%	8.79	77.23
04	C V 4 H - 0 4	28	46840	15.08	178.49	262.43	125%	12.24	149.89
05	C V 4 H - 0 5	28	38550	15.10	179.08	215.27	103%	-34.92	1219.27
06	C V 4 H - 0 6	28	42290	15.00	176.71	239.31	114%	-10.87	118.25
07	C V 4 H - 0 7	28	46450	15.00	176.71	262.85	125%	12.67	160.44
08	C V 4 H - 0 8	28	46570	15.10	179.08	260.05	124%	9.87	97.35
n	X max	X min	Σx	$\Sigma x/n$	$\Sigma(x-\bar{x})^2$	s2	s	v	
08	262.85	215.27	2001.49	250.19	1951.44	278.78	16.70	6.67	

Tabla 128

*Ensayo de Compresión Axial de Especímenes de Concreto con J.F. Vertical de 06 Horas,
Edad: 28 Dias.*

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 06 HORAS							Imagen de la junta	6H	
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f'c (kg/cm2)	% del f'c de diseño	\bar{X}	$(X-\bar{X})^2$
01	C V 6 H - 0 1	28	34170	15.05	177.89	192.08	91%	3.89	15.17
02	C V 6 H - 0 2	28	33810	15.05	177.89	190.06	91%	1.87	3.50
03	C V 6 H - 0 3	28	32770	15.05	177.89	184.21	88%	-3.98	15.81
04	C V 6 H - 0 4	28	35950	15.05	177.89	202.09	96%	13.90	193.21
05	C V 6 H - 0 5	28	35730	15.00	176.71	202.19	96%	14.00	196.13
06	C V 6 H - 0 6	28	29790	15.00	176.71	168.58	80%	-19.61	384.51
07	C V 6 H - 0 7	28	31710	15.10	179.08	177.07	84%	-11.11	123.49
08	C V 6 H - 0 8	28	33660	15.05	177.89	189.21	90%	1.01	1.01
n	X max	X min	Σx	$\Sigma x/n$	$\Sigma(x-\bar{x})^2$	s2	s	v	
08	202.19	168.58	1505.49	188.19	932.82	133.26	11.54	6.13	



Tabla 129

Ensayo de Compresión Axial de Especímenes de Concreto con J.F. Vertical de 08 Horas, Edad: 28 Dias.

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA VERTICAL DE 08 HORAS								Imagen de la junta	8H
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f _c (kg/cm2)	% del f _c de diseño	$X-\bar{X}$	$(X-\bar{X})^2$
01	C V 8 H - 0 1	28	37660	15.10	179.08	210.30	100%	1.20	1.45
02	C V 8 H - 0 2	28	37670	15.05	177.89	211.75	101%	2.66	7.07
03	C V 8 H - 0 3	28	37210	15.10	179.08	207.79	99%	-1.31	1.72
04	C V 8 H - 0 4	28	37210	15.00	176.71	210.57	100%	1.47	2.16
05	C V 8 H - 0 5	28	36180	14.95	175.54	206.11	98%	-2.99	8.92
06	C V 8 H - 0 6	28	36690	15.05	177.89	206.25	98%	-2.85	8.12
07	C V 8 H - 0 7	28	36970	15.00	176.71	209.21	100%	0.11	0.01
08	C V 8 H - 0 8	28	37500	15.05	177.89	210.80	100%	1.70	2.90
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s ²	s	v	
08	211.75	206.11	1672.77	209.10	32.35	4.62	2.15	1.03	

8.5. Concreto con junta fría diagonal

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las muestras de concreto con junta fría diagonal, mostrados en la Tabla 130, Tabla 131, Tabla 132 y Tabla 133, presentan una desviación promedio máxima de 9.28 kg/cm² y una varianza promedio máxima de 5.14%. Estos valores nos permitirían indicar que el procedimiento empleado en la investigación: Para la elaboración, curado y ensayo a compresión axial de los especímenes de concreto con junta fría diagonal, es semejante al de la condición de "Laboratorio", esto según la Tabla 118.

Tabla 118

Relación de Grado de Control de Calidad con Coeficiente de Variación (V)

Grado de Control	Laboratorio	Excelente	Bueno	Regular	Inferior	Malo
Coeficiente de Variación	5%	10%-12%	15%	18%	20%	25%

Fuente: Rivva López, E. (2019). Diseño de Mezclas.



Tabla 130

Ensayo de Compresión Axial de Especímenes de Concreto con J.F. Diagonal de 02 Horas, Edad: 28 Dias.

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 02 HORAS								Imagen de la junta	
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f'c (kg/cm2)	% del f'c de diseño	X- \bar{x}	(X- \bar{x}) ²
01	C D 2 H - 0 1	28	39980	15.05	177.89	224.74	107%	-4.55	20.70
02	C D 2 H - 0 2	28	38560	14.95	175.54	219.67	105%	-9.62	92.59
03	C D 2 H - 0 3	28	41540	14.95	175.54	236.64	113%	7.35	54.08
04	C D 2 H - 0 4	28	41980	14.90	174.37	240.76	115%	11.47	131.52
05	C D 2 H - 0 5	28	39420	14.95	175.54	224.57	107%	-4.72	22.31
06	C D 2 H - 0 6	28	40590	15.00	176.71	229.69	109%	0.40	0.16
07	C D 2 H - 0 7	28	39450	14.95	175.54	224.74	107%	-4.55	20.72
08	C D 2 H - 0 8	28	40990	14.95	175.54	233.51	111%	4.22	17.82
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s2	s	v	
08	240.76	219.67	1834.31	229.29	359.90	51.41	7.17	3.13	

Tabla 131

Ensayo de Compresión Axial de Especímenes de Concreto con J.F. Diagonal de 04 Horas, Edad: 28 Dias.

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 04 HORAS								Imagen de la junta	
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f'c (kg/cm2)	% del f'c de diseño	X- \bar{x}	(X- \bar{x}) ²
01	C D 4 H - 0 1	28	33060	15.05	177.89	185.84	88%	1.30	1.70
02	C D 4 H - 0 2	28	33290	14.95	175.54	189.65	90%	5.11	26.09
03	C D 4 H - 0 3	28	32490	15.05	177.89	182.64	87%	-1.90	3.62
04	C D 4 H - 0 4	28	28900	15.00	176.71	163.54	78%	-21.00	440.88
05	C D 4 H - 0 5	28	32200	14.95	175.54	183.44	87%	-1.10	1.21
06	C D 4 H - 0 6	28	33270	15.00	176.71	188.27	90%	3.73	13.93
07	C D 4 H - 0 7	28	33220	15.00	176.71	187.99	90%	3.45	11.90
08	C D 4 H - 0 8	28	34450	15.00	176.71	194.95	93%	10.41	108.36
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s2	s	v	
08	194.95	163.54	1476.30	184.54	607.67	86.81	9.32	5.05	



Tabla 132

Ensayo de Compresión Axial de Especímenes de Concreto con J.F. Diagonal de 06 Horas, Edad: 28 Dias.

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 06 HORAS								Imagen de la junta	
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f'c (kg/cm2)	% del f'c de diseño	$X-\bar{X}$	$(X-\bar{X})^2$
01	C D 6 H - 0 1	28	33940	15.05	177.89	190.79	91%	10.33	106.62
02	C D 6 H - 0 2	28	32170	15.05	177.89	180.84	86%	0.38	0.14
03	C D 6 H - 0 3	28	33780	15.05	177.89	189.89	90%	9.43	88.86
04	C D 6 H - 0 4	28	32210	15.00	176.71	182.27	87%	1.81	3.28
05	C D 6 H - 0 5	28	28330	14.95	175.54	161.39	77%	-19.07	363.75
06	C D 6 H - 0 6	28	32080	15.00	176.71	181.54	86%	1.07	1.15
07	C D 6 H - 0 7	28	32240	15.00	176.71	182.44	87%	1.98	3.92
08	C D 6 H - 0 8	28	31050	15.05	177.89	174.54	83%	-5.92	35.04
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s2	s	v	
08	190.79	161.39	1443.69	180.46	602.76	86.11	9.28	5.14	

Tabla 133

Ensayo De Compresión Axial de Especímenes de Concreto con J.F. Diagonal de 08 Horas, Edad: 28 Dias.

Tipo de Muestra : CONCRETO CON JUNTA FRIA DIAGONAL DE 08 HORAS								Imagen de la junta	
Nro.	MUESTRA Codigo	EDAD (dias)	FUERZA (kg)	DIAMETRO [promedio]	AREA (cm2)	f'c (kg/cm2)	% del f'c de diseño	$X-\bar{X}$	$(X-\bar{X})^2$
01	C D 8 H - 0 1	28	32310	15.15	180.27	179.23	85.3%	-10.19	103.83
02	C D 8 H - 0 2	28	34640	15.10	179.08	193.43	92.1%	4.01	16.08
03	C D 8 H - 0 3	28	33850	14.90	174.37	194.13	92.4%	4.71	22.16
04	C D 8 H - 0 4	28	34720	14.95	175.54	197.79	94.2%	8.37	70.01
05	C D 8 H - 0 5	28	32550	15.00	176.71	184.20	87.7%	-5.23	27.34
06	C D 8 H - 0 6	28	35390	15.00	176.71	200.27	95.4%	10.84	117.55
07	C D 8 H - 0 7	28	33150	15.05	177.89	186.35	88.7%	-3.08	9.47
08	C D 8 H - 0 8	28	32020	15.05	177.89	179.99	85.7%	-9.43	88.93
n	X max	X min	$\sum x$	$\sum x/n$	$\sum (x-\bar{x})^2$	s2	s	v	
08	200.27	179.23	1515.39	189.42	455.38	65.05	8.07	4.26	



8.6. Tiempos de fraguado del cemento

8.6.1. Consistencia normal de la Pasta

El ensayo para determinar los tiempos de fraguado del cemento, requiere determinar previamente la cantidad de agua necesaria para obtener una pasta de cemento de consistencia normal.

Esta cantidad de agua es determinada de conformidad con la NTP 334.074 (2013): "CEMENTOS. Método de ensayo para a cantidad de agua requerida para la determinación de la consistencia normal en pastas de cemento hidráulico". y NTP 334.006 (2013): "CEMENTOS, Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico utilizando la aguja de vicat".

Estos ensayos determinan que la pasta de cemento será considerada de consistencia normal cuando el vástago penetre 10 mm +/- 1mm a los 30 segundos de haber iniciado el ensayo. Para ello se deberán elaborar pasta de prueba con diferentes porcentajes de agua. En la Tabla 134 se muestra la cantidad de agua empleada en los distintos ensayos para determinada una pasta de cemento de consistencia normal y en la Tabla 135 la cantidad de agua necesario para obtener una pasta de cemento de consistencia normal.

Tabla 134

Variación del % de agua en las mezclas de prueba, para determinación la Consistencia Normal.

	Cemento (gr)	Agua (gr)	% a/c	Penetración (mm)
Ensayo 01	650.08	260.03	39.99	34
Ensayo 02	650.80	227.50	34.96	20
Ensayo 03	650.15	214.85	33.04	10

Tabla 135

Agua Necesaria para una Pasta de Consistencia Normal.

Pasta de cemento de consistencia normal		
Cemento: 650.00	Agua: 214.76	Relación A/C 33.04

8.6.2. Tiempo de fraguado inicial y final

Habiéndose obtenido el agua necesaria para una pasta de consistencia normal, se procede a elaborar los especímenes de prueba para la determinación del tiempo de fraguado



inicial y final, esto de acuerdo a la NTP 334.006 (2013): "CEMENTOS, Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico utilizando la aguja de vicat". En la Tabla 136, Figura 22, Tablas 137 y Figura 23, se muestran los resultados de los ensayos realizados a las muestras de prueba.

Tabla 136

Tiempo de Fraguado Inicial y Final – Ensayo 01

TIEMPO		PENETRA CION	FRAGUADO INICIAL y FINAL
(hh:mm)	(min.)	(mm)	
00:00	0		
00:30	30	39	
00:45	45	39	
01:00	60	39	
01:15	75	38	
01:30	90	38	
01:45	105	38	
02:00	120	38	
02:15	135	38	
02:30	150	38	
02:45	165	36	
03:00	180	34	
03:15	195	30	
03:30	210	28	
03:45	225	25	X
04:00	240	22	
04:30	270	19	
05:00	300	14	
05:30	330	11	
06:00	360	6	
06:15	375	3	
06:30	390	2	
06:45	405	0	X
TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL			
3.75 horas		225 minutos	
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL			
6.75 horas		405 minutos	



Tabla 137

Tiempo de Fraguado Inicial y Final – Ensayo 02

TIEMPO		PENETRA CION	FRAGUADO INICIAL y FINAL
(hh:mm)	(min.)	(mm)	
00:00	0		
00:30	30		
01:00	60	39	
01:30	90	39	
02:00	120	39	
02:30	150	37	
03:00	180	33	
03:30	210	30	
04:00	240	27	
04:30	270	24	X
05:00	300	20	
05:30	330	16	
06:00	360	11	
06:15	375	8	
06:30	390	5	
06:45	405	3	
07:00	420	1	
07:15	435	0	X
TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL			
4.33 horas		260 minutos	
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL			
7.25 horas		435 minutos	



Figura 22

Tiempo de Fraguado Inicial y Final – Ensayo 01

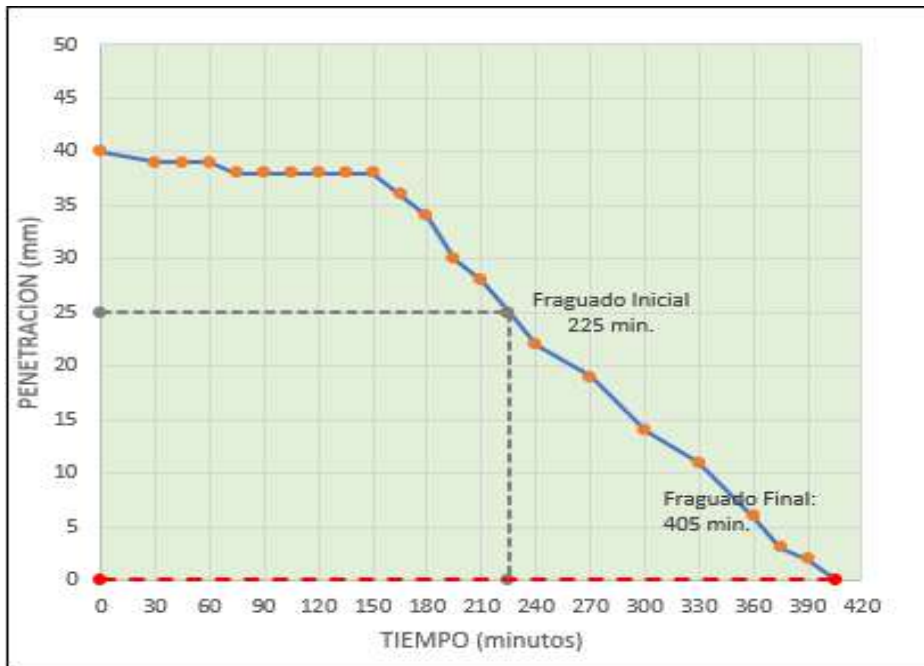
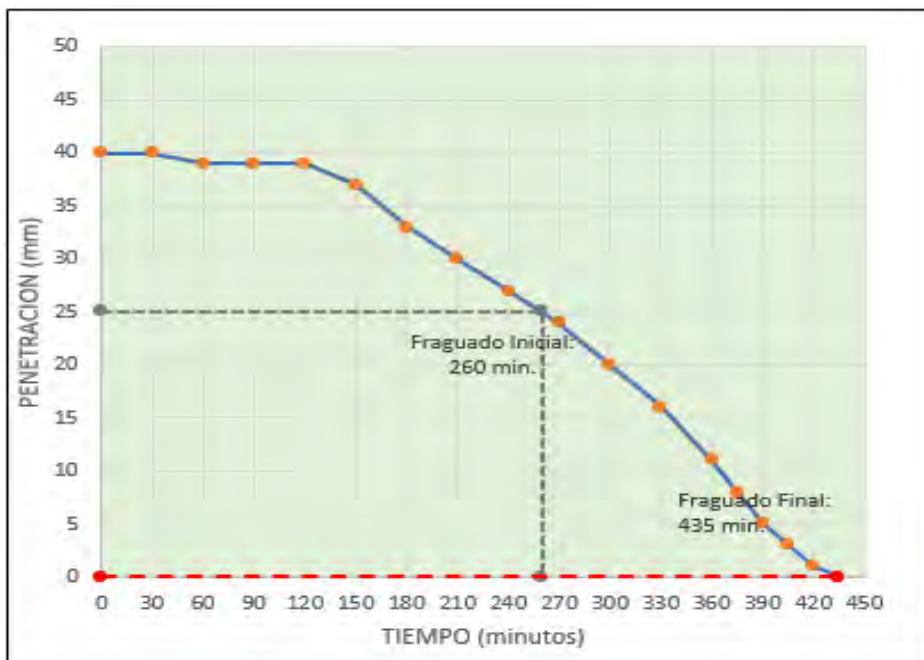


Figura 23

Tiempo de Fraguado Inicial y Final – Ensayo 02





Los resultados de los ensayos, mostrados en la Tabla 136, Figura 22, Tablas 137 y Figura 23, nos permiten indicar que el tiempo de fraguado inicial y final del cemento marca YURA tipo IP se encuentra en un rango de 3.75 horas a 4.33 horas para el caso del fraguado inicial, y de 6.75 horas a 7.25 horas para el caso del fraguado final, y mantienen un promedio de 4.0 horas para el fraguado inicial y 7.0 horas para el fraguado final; Lo indicado se detalla en la Tabla 138 y Figura 24.

Tabla 138

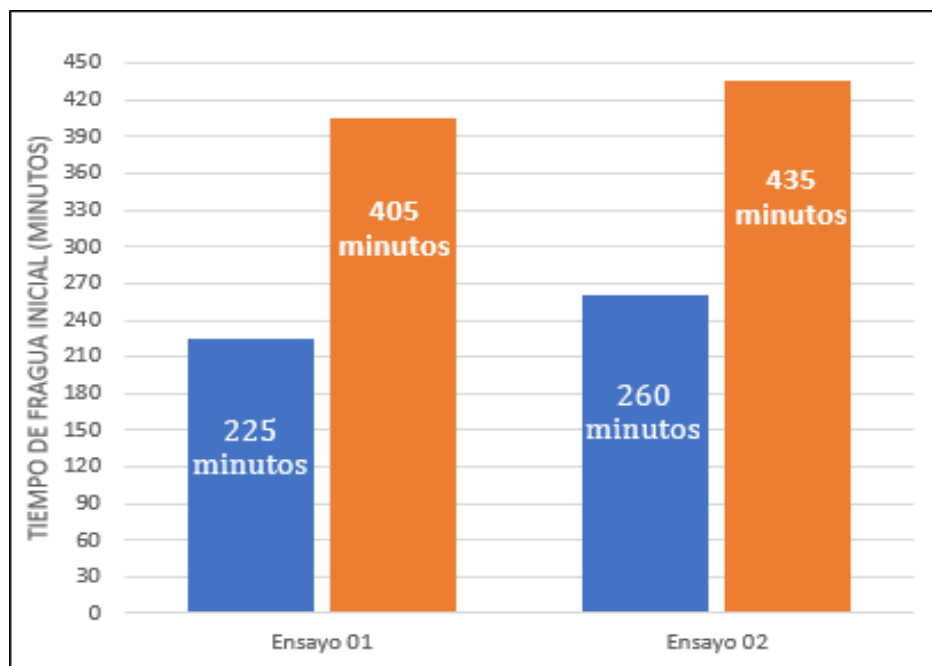
Rango de Tiempo de Fraguado Inicial del Cemento Yura IP

TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL DEL CEMENTO		
	(minutos)	(horas)
Ensayo 01	225	3.75
Ensayo 02	260	4.33
PROMEDIO	243	4.04

TIEMPO DE FRAGUADO FINAL DEL CEMENTO		
Ensayo 01	405	6.75
Ensayo 02	435	7.25
PROMEDIO	420	7.00

Figura 24

Rango de Tiempo del Fraguado Inicial y Final del Cemento Yura IP





CAPITULO IX: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

9.1. Análisis y discusión de los resultados

9.1.1. Concreto patrón

Los resultados del ensayo de compresión axial de los especímenes de concreto patrón, son favorables puesto que, la resistencia promedio obtenida a los 28 días es mayor a la resistencia especificada de 210 kg/cm^2 .

Dicha resistencia promedio resulto 16% mayor que la resistencia especificada de 210 kg/cm^2 , es decir que sería de 243.04 kg/cm^2 . En la Tabla 139, Figura 25 y Figura 26 se muestran la resistencia promedio del concreto patrón a los 07, 14 y 28 días de edad, en kg/cm^2 y en porcentajes.

Figura 25

Evolución de la Resistencia del Concreto Patrón

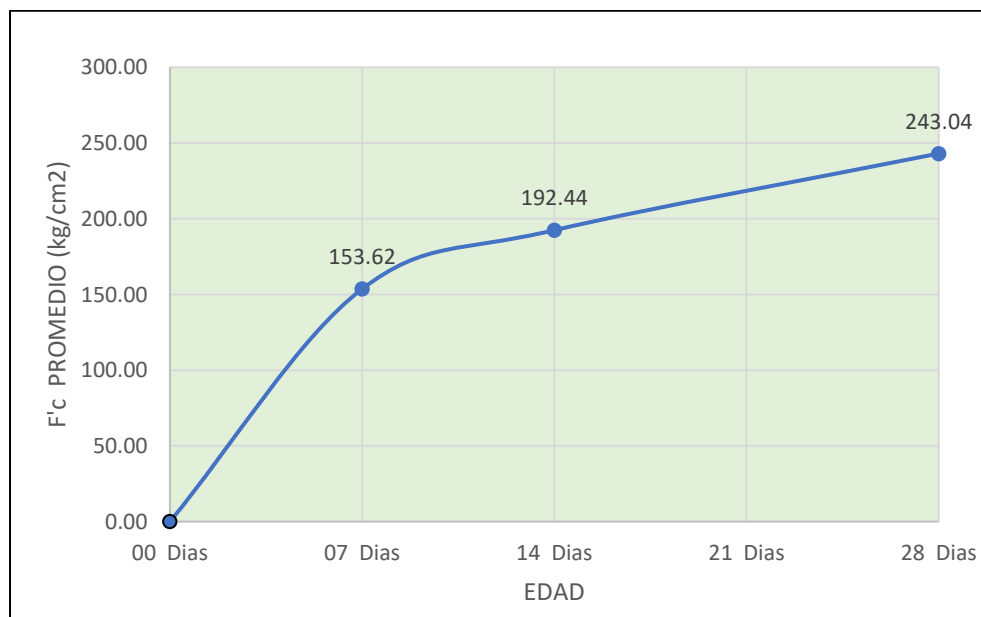


Tabla 139

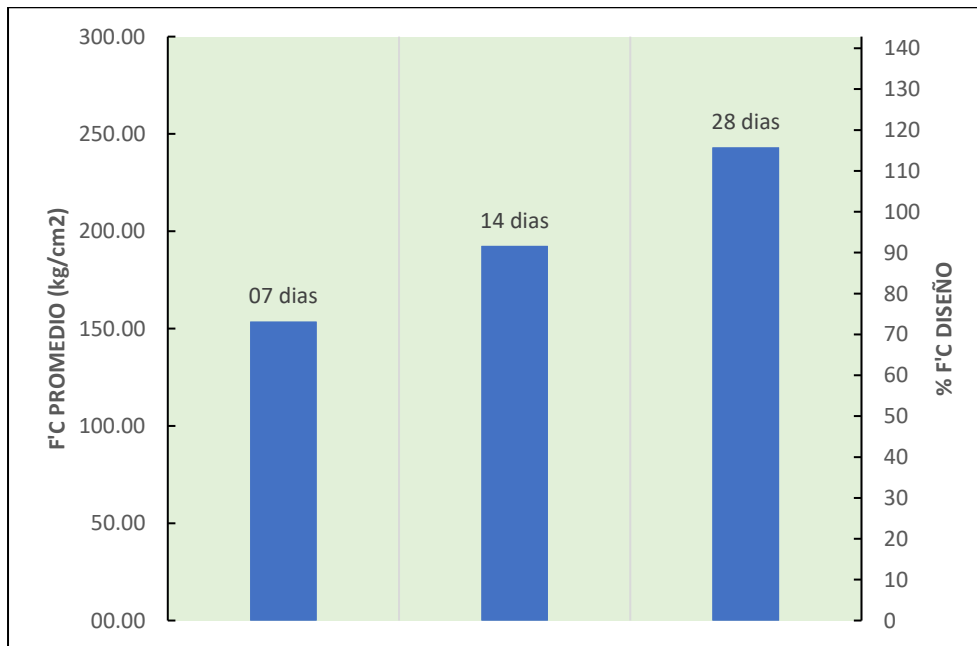
Evolución de la Resistencia del Concreto Patrón

EDAD	F'c PROMEDIO	% F'c DE DISEÑO F'c diseño= 210 kg/cm2
07 Dias	153.62 kg/cm2	73 %
14 Dias	192.44 kg/cm2	92 %
28 Dias	243.04 kg/cm2	116 %



Figura 26

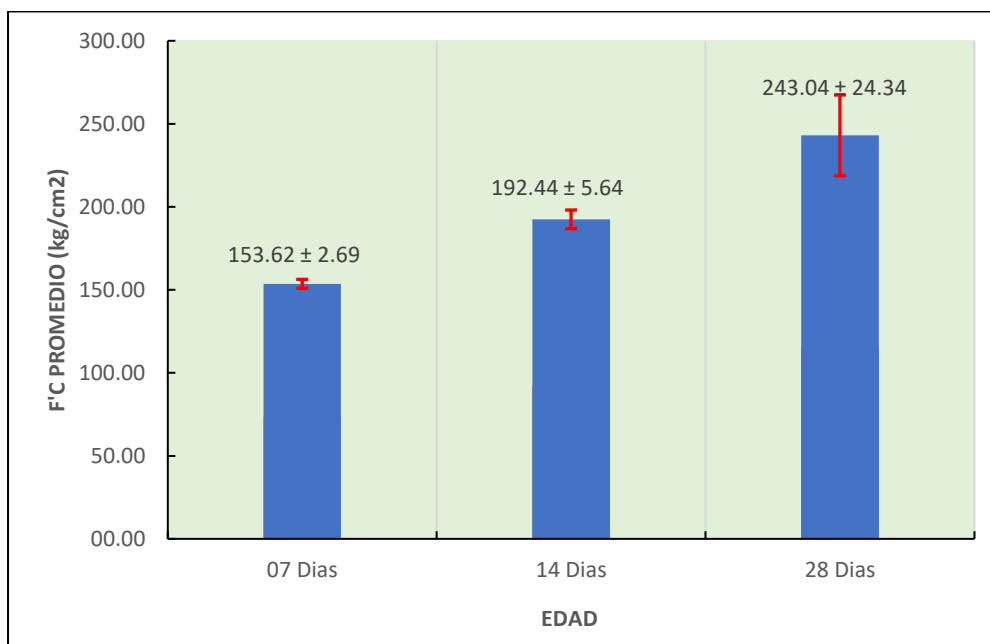
Resistencia del Concreto Patrón a los 07, 14, y 28 días, En porcentaje.



La desviación que se ha presentado en los resultados del ensayo de compresión axial de las muestras del concreto patrón, se muestra en la Figura 27; estas desviaciones están dentro del rango de la condición de laboratorio y condición Buena (Ver Tabla 118.)

Figura 27

Desviación Estándar en las Muestras de Concreto Patrón





9.1.2. Concreto con junta fría horizontal

En base a los resultados obtenidos en este tipo de muestra de concreto (32 und.), se manifiesta que la junta fría horizontal influye en la resistencia a la compresión del concreto de la siguiente manera:

- La mayor disminución de la resistencia a la compresión es del 12.40% de la resistencia del concreto patrón.
- La mayor disminución de la resistencia a la compresión se suscita en la muestra de concreto con junta fría horizontal con tiempo de conformación de cuatro (04) horas.

Ahora, teniendo en cuenta los tiempos de fraguado del cemento que es de 4.04 Horas y 7.00 Horas, y los tiempos de conformación de la junta fría, se puede manifestar que:

- La máxima disminución de la resistencia a la compresión coincidentemente se suscita dentro del tiempo de fraguado del cemento.
- La resistencia a la compresión del concreto se ve afectada mínimamente aun antes del fraguado inicial del cemento.
- En la muestra con el mayor tiempo de conformación de la junta fría (08 horas), la resistencia a la compresión se ve disminuida en únicamente 4.55% respecto a la resistencia del concreto patrón.

Lo indicado en los párrafos anteriores, se infiere de lo mostrado en la Tabla 140, Figura 28, Figura 29, Figura 30 y Figura 31.

Tabla 140

Resistencia Promedio del Concreto con Junta Fría Horizontal de 02, 04, 06 y 08 horas y su Variación respecto a la Resistencia del Concreto Patrón.

TIEMPO	JUNTA HORIZONTAL		% F'C PATRÓN (kg/cm ²)	VARIACIÓN (-)	
	F'C PROMEDIO			kg/cm ²	%
02 h	226.44	kg/cm ²	243.04	16.60	6.83
04 h	212.90	kg/cm ²		30.14	12.40
06 h	220.75	kg/cm ²		22.29	9.17
08 h	231.99	kg/cm ²		11.05	4.55



Figura 28

Resistencia Promedio del Concreto con Junta Fría Horizontal de 02, 04, 06 y 08 horas y su Variación respecto a la Resistencia del Concreto Patrón.

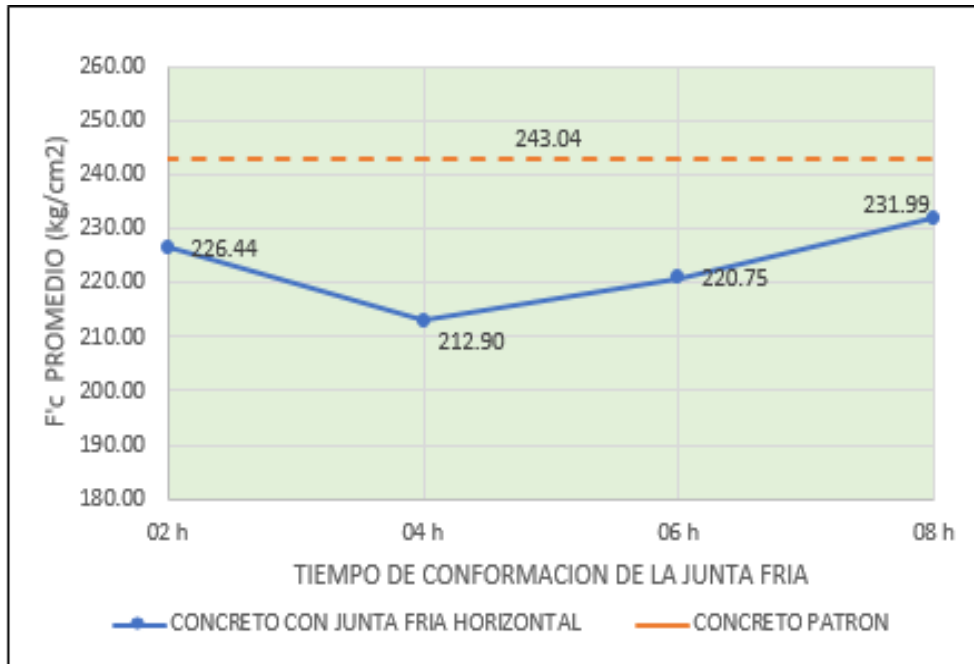


Figura 29

Resistencia Promedio del Concreto con Junta Fría Horizontal de 02, 04, 06 y 08 horas y su Variación respecto a la Resistencia del Concreto Patrón, expresado en porcentaje.

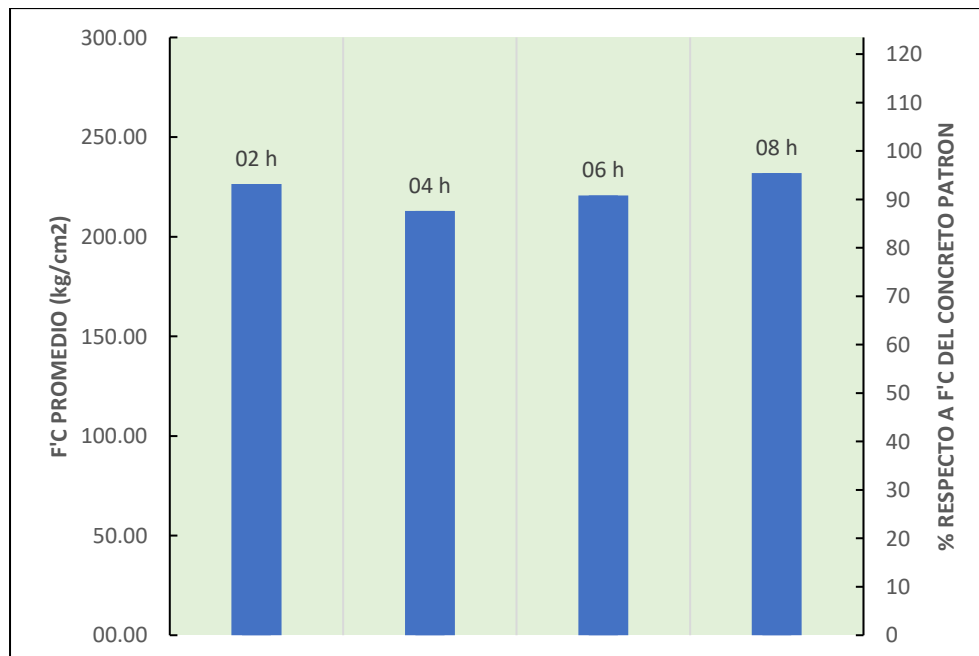




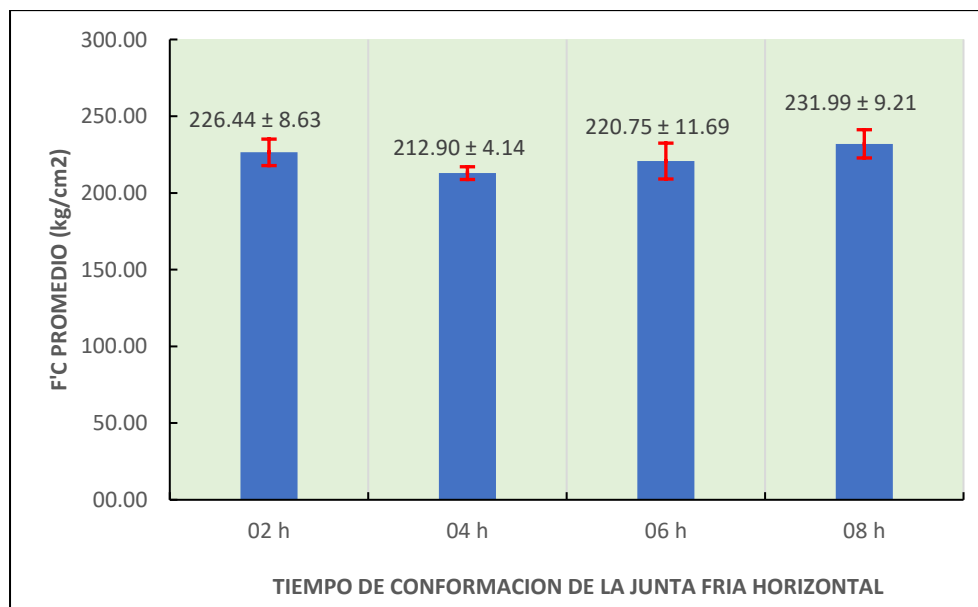
Figura 30

Disminución respecto a la Resistencia del Concreto Patrón, Caso de Concreto con Junta Fría Horizontal.



Figura 31

Desviación Estándar en las Muestras de Concreto con Junta Fría Horizontal



9.1.3. Concreto con junta fría vertical

En base a los resultados obtenidos en este tipo de muestra de concreto (32 und.), se manifiesta que la junta fría vertical influye en la resistencia a la compresión del concreto de la siguiente manera:



- o La mayor disminución de la resistencia a la compresión es del 22.57% de la resistencia del concreto patrón.
- o La mayor disminución de la resistencia a la compresión se suscita en la muestra de concreto con junta fría vertical con tiempo de conformación de seis (06) horas.

Ahora, teniendo en cuenta los tiempos de fraguado del cemento que es de 4.04 Horas y 7.00 Horas, y los tiempos de conformación de la junta fría, se puede manifestar que:

- o La máxima disminución de la resistencia a la compresión coincidentemente se suscita dentro del tiempo de fraguado del cemento. El tiempo de fraguado inicial del cemento se encuentra dentro de un rango de 3.75 a 4.33 horas por lo que en ciertos casos el fraguado podrá iniciarse antes de las cuatro (04) horas, así como también después de las cuatro (04) horas, por ello es que la máxima disminución también podrá presentarse en las juntas frías con tiempo de conformación de seis (06) horas.
- o La resistencia a la compresión del concreto se ve afectada mínimamente aun antes del fraguado inicial del cemento.
- o En la muestra con el mayor tiempo de conformación de la junta fría (08 horas), la resistencia a la compresión se ve disminuida en únicamente 13.97% respecto a la resistencia del concreto patrón.

Lo indicado en los párrafos anteriores, se infiere de lo mostrado en la Tabla 141, Figura 32, Figura 33, Figura 34 y Figura 35.

Tabla 141

Resistencia Promedio del Concreto con Junta Fría Vertical de 02, 04, 06 y 08 horas y su Variación respecto a la Resistencia del Concreto Patrón.

TIEMPO	JUNTA VERTICAL		% F'C PATRÓN (kg/cm ²)	VARIACIÓN	
	F'C PROMEDIO			kg/cm ²	%
02 h	235.94	kg/cm ²	243.04	7.10	2.92
04 h	250.19	kg/cm ²		-7.15	-2.94
06 h	188.19	kg/cm ²		54.85	22.57
08 h	209.10	kg/cm ²		33.94	13.97



Figura 32

Resistencia Promedio del Concreto con Junta Fría Vertical de 02, 04, 06 y 08 horas y su Variación respecto a la Resistencia del Concreto Patrón.



Figura 33

Resistencia Promedio del Concreto con Junta Fría Vertical de 02, 04, 06 y 08 horas y su Variación respecto a la Resistencia del Concreto Patrón, expresado en porcentaje.

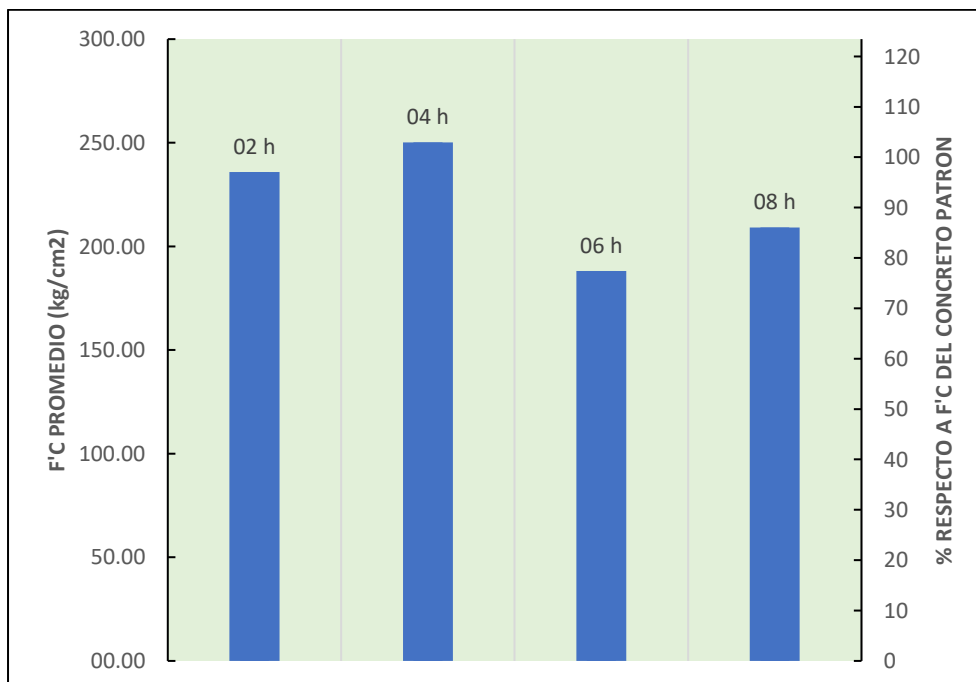




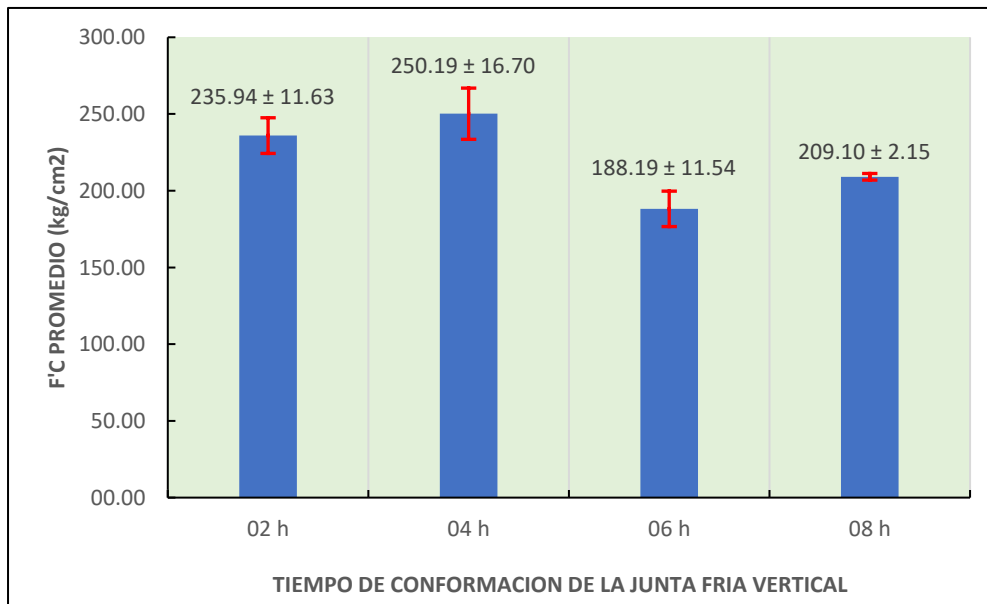
Figura 34

Disminución respecto a la Resistencia del Concreto Patrón, Caso de Concreto con Junta Fría Vertical.



Figura 35

Desviación Estándar en las Muestras de Concreto con Junta Fría Vertical



9.1.4. Concreto con junta fría diagonal

En base a los resultados obtenidos en este tipo de muestra de concreto (32 und.), se manifiesta que, la junta fría diagonal influye en la resistencia a la compresión del concreto de la siguiente manera:



- La mayor disminución de la resistencia a la compresión es del 25.75% de la resistencia del concreto patrón.
- La mayor disminución de la resistencia a la compresión se suscita en la muestra de concreto con junta fría diagonal con tiempo de conformación de seis (06) horas.

Ahora, teniendo en cuenta los tiempos de fraguado del cemento que es de 4.04 Horas y 7.00 Horas, y los tiempos de conformación de la junta fría, se puede manifestar que:

- La máxima disminución de la resistencia a la compresión coincidentemente se suscita dentro del tiempo de fraguado del cemento. El tiempo de fraguado inicial del cemento se encuentra dentro de un rango de 3.75 a 4.33 horas por lo que en ciertos casos el fraguado podrá iniciarse antes de las cuatro (04) horas, así como también después de las cuatro (04) horas, por ello es que la máxima disminución también podrá presentarse en las juntas frías con tiempo de conformación de seis (06) horas.
- La resistencia a la compresión del concreto se ve afectada mínimamente aun antes del fraguado inicial del cemento.
- En la muestra con el mayor tiempo de conformación de la junta fría (08 horas), la resistencia a la compresión se ve disminuida en únicamente 22.06% respecto a la resistencia del concreto patrón.

Lo indicado en los párrafos anteriores, se infiere de lo mostrado en la Tabla 142, Figura 36, Figura 37, Figura 38 y Figura 39.

Tabla 142

Resistencia Promedio del Concreto con Junta Fría Diagonal de 02, 04, 06 y 08 horas y su Variación respecto a la Resistencia del Concreto Patrón

TIEMPO	JUNTA DIAGONAL		% F'C PATRÓN	
	F'C PROMEDIO	(kg/cm ²)	kg/cm ²	%
02 h	229.29 kg/cm ²	243.04	13.75	5.66
04 h	184.54 kg/cm ²		58.50	24.07
06 h	180.46 kg/cm ²		62.58	25.75
08 h	189.42 kg/cm ²		53.61	22.06



Figura 36

Resistencia Promedio del Concreto con Junta Fría Diagonal de 02, 04, 06 y 08 horas y su Variación respecto a la Resistencia del Concreto Patrón.

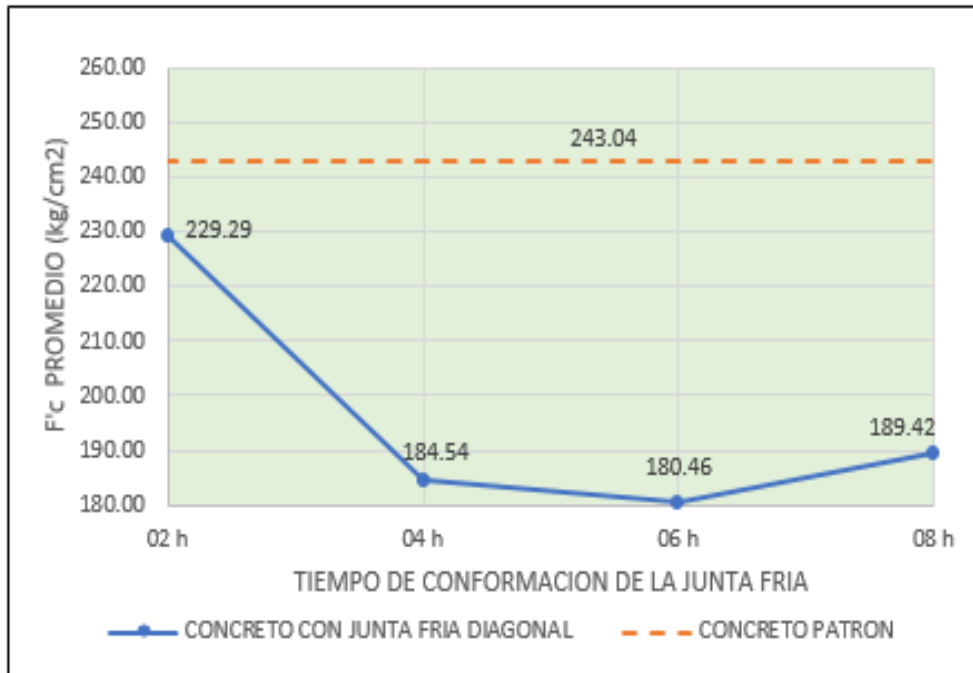


Figura 37

Resistencia Promedio del Concreto con Junta Fría Diagonal de 02, 04, 06 y 08 horas y su Variación respecto a la Resistencia del Concreto Patrón, expresado en porcentaje.

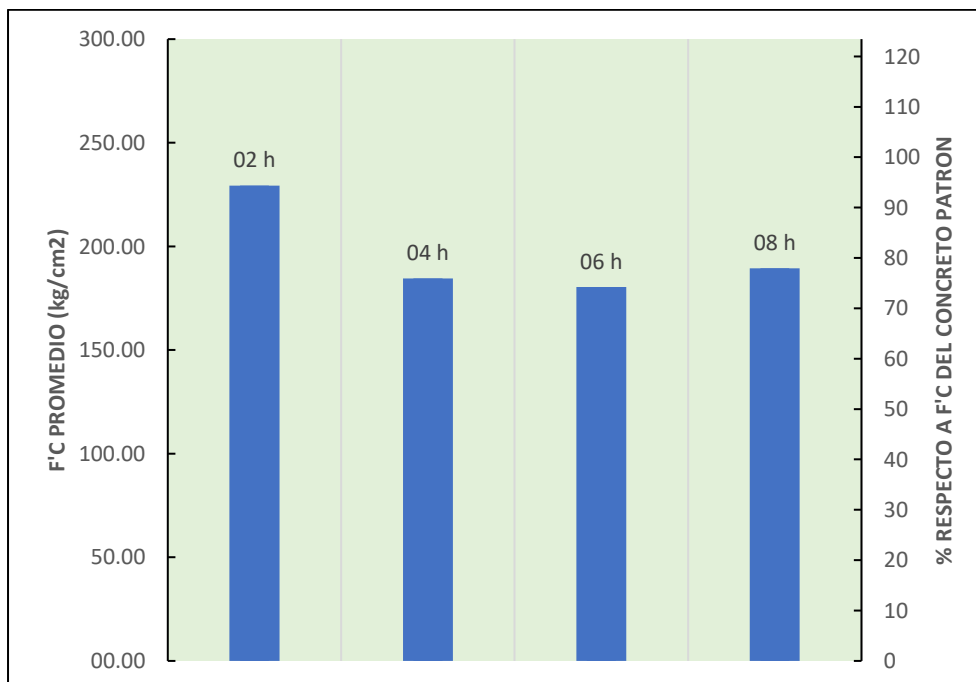




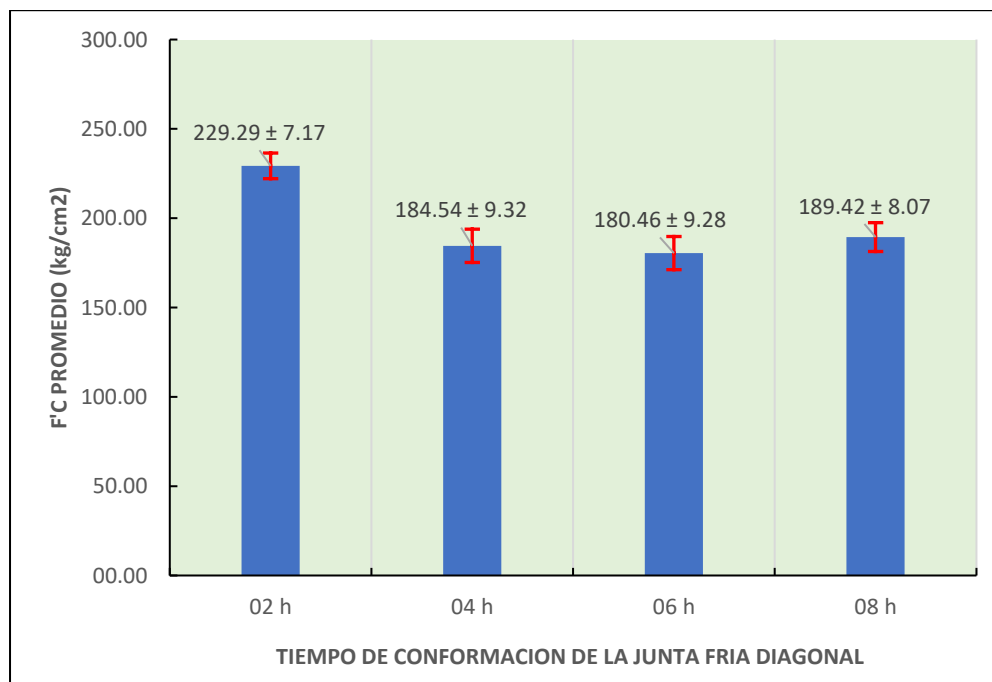
Figura 38

Disminución respecto a la Resistencia del Concreto Patrón, Caso de Concreto con Junta Fría Diagonal



Figura 39

Desviación Estándar en las Muestras de Concreto con Junta Fría Diagonal





9.1.5. Concreto patrón vs concreto con juntas frías

En base a lo descrito en los ítems 9.1.1, 9.1.2, 9.1.3 y 9.1.4, se infiere que:

- Las muestras de concreto con junta fría diagonal son las que presentan menor resistencia a la compresión en comparación a las muestras de concreto con junta fría horizontal y vertical.
- Las muestras de concreto con junta fría horizontal presentan resistencias a la compresión ligeramente menores que a las del concreto patrón
- La mayor disminución de la resistencia a la compresión se da en las muestras de concreto con junta fría diagonal (25.75%), seguidamente en las muestras de concreto con junta fría vertical (22.57%), y por último en las muestras de concreto con junta fría horizontal (12.40%).
- La mayor disminución de la resistencia a la compresión se suscita en las muestras de concreto con junta fría con tiempo de formación de cuatro (04) y seis (06) horas.
- La máxima disminución de la resistencia a la compresión coincidentemente se suscita dentro del tiempo de fraguado del cemento. El tiempo de fraguado inicial del cemento se encuentra dentro de un rango de 3.75 a 4.33 horas por lo que en ciertos casos el fraguado podrá iniciarse antes de las cuatro (04) horas, así como también después de las cuatro (04) horas, por ello es que la máxima disminución también podrá presentarse en las juntas frías con tiempo de conformación de cuatro (04) y también en seis (06) horas.
- La resistencia a la compresión del concreto se ve afectada mínimamente aun antes del fraguado inicial del cemento, disminuyéndole entre 2.92% a 6.83%, esto en los tres tipos de juntas frías.

En la figura 40 y figura 41 se muestran las resistencias a la compresión y sus disminuciones de las muestras de concreto con junta fría diagonal, junta fría vertical y junta horizontal, respecto a la resistencia a la compresión del concreto patrón.

Figura 40

Resistencia Promedio del Concreto con Junta Fría Diagonal, Vertical y Horizontal con tiempos de formación de 02, 04, 06 y 08 horas y su Variación respecto a la Resistencia del Concreto Patrón.

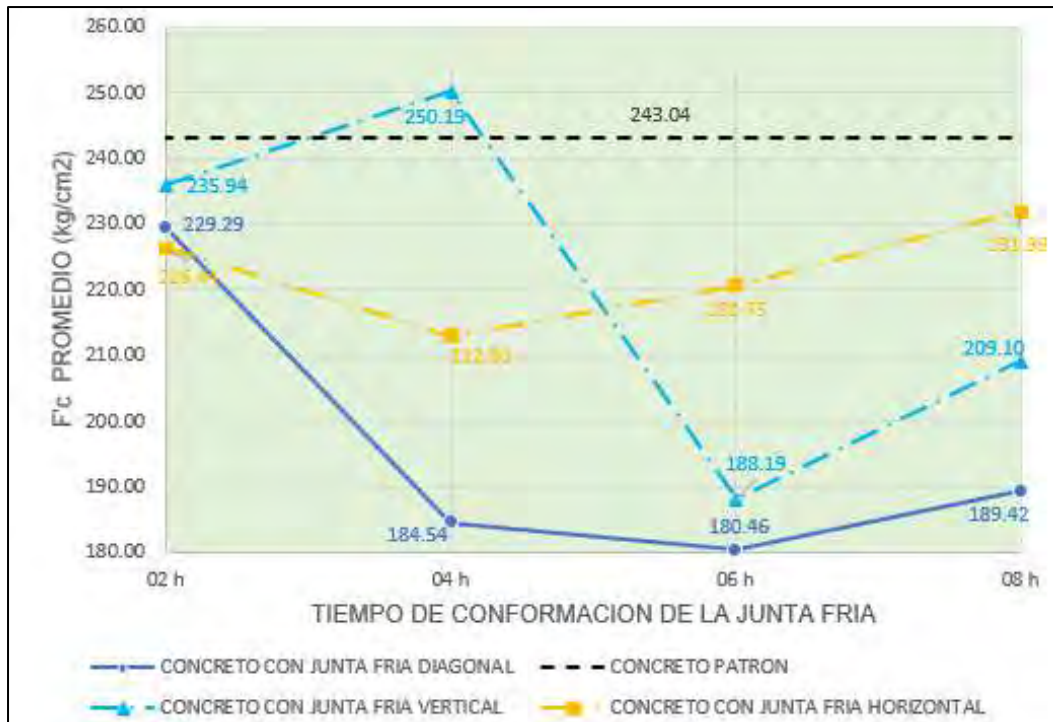
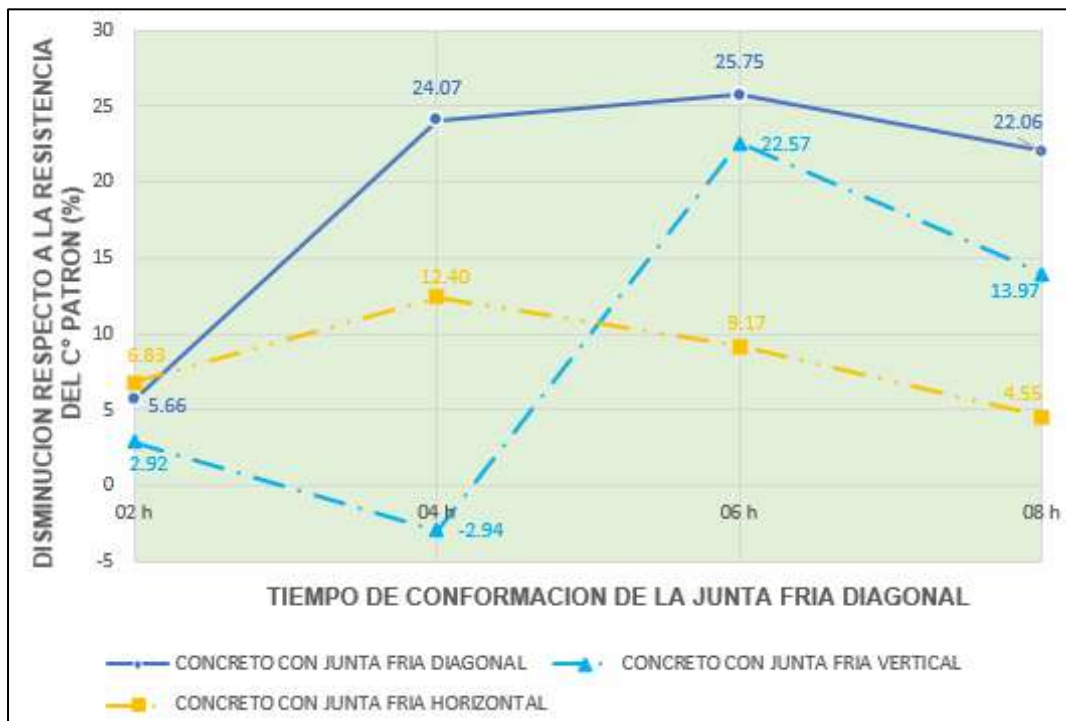


Figura 41

Disminución respecto a la Resistencia del Concreto Patrón, Caso de Concreto con Junta Fría Diagonal, Junta fría vertical y junta fría Horizontal.





CAPITULO X: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Conclusiones

Con respecto al objetivo principal de la investigación, el cual consistía en analizar la incidencia de la junta fría rugosa en la resistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP en la ciudad del cusco.

Se obtuvo las siguientes conclusiones:

- Las juntas frías rugosas inciden negativamente en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm² debido a que la disminuyen, siendo las juntas frías diagonales las que generan mayor disminución de la resistencia a la compresión.

Y con respecto a los objetivos específicos de la investigación, el cual consistía en establecer la influencia y/o afectación de las juntas frías horizontal, vertical y diagonal, rugosas, en la resistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm² con cemento tipo Yura IP en la ciudad del cusco.

Se obtuvo las siguientes conclusiones:

- La resistencia a la compresión del concreto $f_c= 210$ kg/cm² disminuye un máximo de 12.40% debido a la junta fría horizontal rugoso, este hecho se presenta en las juntas frías con tiempo de formación de cuatro (04) horas; adicionalmente, se ha observado de manera sorpresiva que en las juntas frías con tiempo de formación de ocho (08) horas se presenta una menor disminución de la resistencia a la compresión del orden de solo 4.55%.

El hecho de que exista una mayor disminución de la resistencia a la compresión en el concreto con juntas frías con tiempo de conformación de cuatro (04) horas que en el concreto con juntas frías con tiempo de formación de ocho (08) horas, se estaría debiendo a la perturbación del plano de contacto entre el concreto fresco y el concreto con fraguado inicial (concreto con edad de 04 horas), ocasionado durante el proceso consolidación del concreto fresco; Ya que según Pasquel (2022), la perturbación del plano de contacto entre el concreto fresco y el concreto con



fraguado inicial, ocasiona la ruptura de la estructura del concreto con fraguado inicial, y por consiguiente se genera en este plano un concreto de calidad inferior.

- La resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ disminuye un máximo de 22.57% debido a la junta fría vertical rugoso, este hecho se presenta en las juntas frías con tiempo de formación de seis (06) horas; adicionalmente, se ha observado de manera sorpresiva que en las juntas frías con tiempo de formación de ocho (08) horas se presenta una menor disminución de la resistencia a la compresión, del orden de solo 13.97%.

El hecho de que exista una mayor disminución de la resistencia a la compresión en el concreto con juntas frías con tiempo de conformación de seis (06) horas que en el concreto con juntas frías con tiempo de formación de ocho (08) horas, se estaría debiendo a la perturbación del plano de contacto entre el concreto fresco y el concreto con fraguado inicial (concreto con edad de 06 horas), ocasionado durante el proceso consolidación del concreto fresco; Ya que según Pasquel (2022), la perturbación del plano de contacto entre el concreto fresco y el concreto con fraguado inicial, ocasiona la ruptura de la estructura del concreto con fraguado inicial, y por consiguiente se genera en este plano un concreto de calidad inferior.

- La resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ disminuye un máximo de 25.75% debido a la junta fría diagonal rugoso, este hecho se presenta en las juntas frías con tiempo de formación de seis (06) horas; adicionalmente, se ha observado de manera sorpresiva que en las juntas frías con tiempo de formación de ocho (08) horas se presenta una menor disminución de la resistencia a la compresión, del orden de solo 22.06%.

El hecho de que exista una mayor disminución de la resistencia a la compresión en el concreto con juntas frías con tiempo de conformación de seis (06) horas que en el concreto con juntas frías con tiempo de formación de ocho (08) horas, se estaría debiendo a la perturbación del plano de contacto entre el concreto fresco y el concreto con fraguado inicial (concreto con edad de 06 horas), ocasionado durante el proceso consolidación del concreto fresco; Ya que según Pasquel (2022), la perturbación del plano de contacto entre el concreto fresco y el concreto con fraguado inicial, ocasiona la ruptura de la estructura del concreto con fraguado inicial, y por consiguiente se genera en este plano un concreto de calidad inferior.



10.2. Recomendaciones

Las recomendaciones que a continuación se dan, están basadas únicamente en los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión axial y en los tiempos de fraguado del cemento.

- Se recomienda que, el tiempo de conformación de la junta fría en lo posible no coincida con el tiempo de fraguado del cemento, ya que se ha observado que en ese tiempo la disminución de la resistencia a la compresión es la máxima, esto en los tres tipos de juntas desarrollados en la investigación. Esto para la ciudad de Cusco y cemento Yura tipo IP sería de: 4.0 horas a 7.0 horas.
- Se recomienda que, en caso se presente la necesidad de una junta fría el tiempo de conformación de esta junta sea antes del periodo de fraguado del cemento, debido a que antes de este periodo, la disminución de la resistencia a la compresión es menor. Esto para la ciudad del Cusco y cemento Yura tipo IP sería de: Antes de las 4.0 horas.
- Se recomienda que en lo posible los vaciados sean continuos, ya que se ha observado que incluso el concreto con juntas con tiempos de formaciones antes del tiempo de fraguado del cemento, presenta disminución de la resistencia a la compresión del orden de 2.92% a 6.83%, esto en los tres tipos de juntas frías.
- Se recomienda que, en el caso de que se presente la necesidad de una junta fría, se opte por una junta fría horizontal siempre y cuando en el elemento estructural en el que se va a requerir dicha junta prime los esfuerzos de compresión, esto debido a que se observa una menor disminución de la resistencia a la compresión en este tipo de junta (junta fría horizontal). Ahora, en el caso de que en el elemento estructural primase otros esfuerzos tales como el cortante u otros, se recomienda que se opte por una junta fría diagonal puesto que esta permite que el plano de la junta no se encuentre o ubique en un solo punto del elemento.
- Las juntas frías además de que afectan la resistencia a la compresión, afectarían a la resistencia al corte y otras resistencias más del concreto, por lo que su ubicación deberá ser determinada por un especialista estructural teniendo en cuenta la zona donde los esfuerzos sean mínimos en especial el cortante.
- Se recomienda implementar en la ejecución de obras, sistemas auxiliares de



producción de concreto que permitan mantener temporalmente la continuidad de los vaciados, esto en caso de desperfectos en el equipo principal de producción de concreto en obra o en caso de demora en la provisión de concreto premezclado. Esto a fin de evitar la formación de juntas frías.



REFERENCIAS

- Biondi Shaw, A. (2016). *LOS CEMENTOS ADICIONADOS*.
- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. San Marcos.
- Alcázar Morales, G. J. (2014). *Evaluación comparativa de la resistencia a la compresión y módulo de ruptura de un concreto, utilizando puente de adherencia frente a un concreto tradicional para resistencia de 210 y 280 [Tesis de Licenciatura, Universidad Andina del Cusco. Repositorio Institucional.*
- Atayupanqui Checya, Y. D. (2017). *Comportamiento de las juntas de construcción a esfuerzos de compresión y flexión para resistencias estructurales de 175, 210, 280 kg/cm² y evaluación de juntas funcionales [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Repositorio Institucional.*
- Castillo Fernández, G. A. (2008). *Comportamiento de juntas de hormigonado a los esfuerzos de compresión y flexo tracción en hormigones H30, H25 y H20 [Tesis de Licenciatura, Universidad Austral de Chile. Repositorio Institucional.*
- Deybis, A. C. (2017). *Comportamiento de las juntas de construcción a esfuerzos de compresión y flexión para resistencias estructurales de 175, 210, 280 kg/cm² y evaluación de juntas funcionales [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Repositorio Institucional.*
- IMCYC. (2010). *El Concreto en Obra, Problemas, Causas y Soluciones*.
- INDECOPI. (2002). *AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. INDECOPI.
- INDECOPI. (2013). *AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*.
- INDECOPI. (2018). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. INDECOPI.
- INDECOPI. (2018). *AGREGADOS: Agregado para Concreto, Requisitos*.
- INDECOPI NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. INDECOPI.
- INDECOPI NTP 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*.
- INDECOPI NTP 400.018. (2013). *AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μ m (N° 200)*



por lavado en agregados. INDECOPI.

INDECOPI 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.* INDECOPI.

INDECOPI NTP 400.043;. (2015). *AGREGADOS. Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo.* INDECOPI.

Instituto Mexicano del cemento y concreto. (2010). *El concreto en la obra , problemas, causas y soluciones.*

MVCS, M. (2009). *Norma Tecnica de Edificacion E.060 CONCRETO ARMADO.*

NTP 339.034. (2008). *HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.*

NTP 339.037. (2015). *CONCRETO, Practica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de concreto.*

Rivva Lopez, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto.* Capitulo Peruano ACI.

Rivva Lopez, E. (2005). *Diseño de Mezclas.*

Salinas Seminario, M. (2015). *Supervision de Obras Publicas.* ICG.

Suprenant & Basham. (1993). *Placing and vibrating poured concrete walls.* Concrete construction.

Torres & Botia. (2010). *Análisis de la formación de juntas frías y su compromiso con la resistencia de cilindros normalizados de concreto.* Bogota.

Torres Palacio, A. F. (2014). *Simulación numérica del efecto de las juntas frías en la resistencia pico de cilindros normalizados de concreto.*

Yura S.A. (2022). *Ficha Tecnica IP CEMENTO MULTI-PROPOSITO.*

YESO DENTAMIX [Image]. (2017). Recuperado de

https://www.facebook.com/industriasCRAMSAC/photos/pb.100064482141199.-2207520000./295772174167260/?type=3&locale=es_LA

Pasquel, E. [Control Mix Express]. (2022, 18 de agosto). *MITOS Y REALIDADES SOBRE LA UNIÓN DE CONCRETO ANTIGUO CON CONCRETO NUEVO* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=5SG3rTKIsJE>



ANEXOS



PANEL FOTOGRÁFICO

Agregados finos y gruesos

Figura 42

Traslado de agregados a laboratorio de FAIC.



Figura 43

Muestreo de agregado fino





Figura 44

Muestreo de agregado grueso



Figura 45

Lavado de agregado grueso





Pruebas y/o ensayos de laboratorio de los agregados

Figura 46

Muestras de agregados para Ensayo de Granulometría



Figura 47

Agitado de muestras de Agregados





Figura 48

Granulometría de Agregado Grueso



Figura 49

Granulometría de Agregado Fino





Figura 50

Zarandeo De Agregado Fino



Figura 51

Agregado Fino Tratado (Cant. Vicho)





Figura 52

Granulometría de Agregado Fino Tratado



Figura 53

Peso Unitario Suelto, Agregado Fino Tratado.





Figura 54

Peso Unitario Compactado, Agregado Fino Tratado



Figura 55

Peso Unitario Suelto, Agregado Grueso





Figura 56

Peso Unitario Compactado, Agregado Grueso



Figura 57

Contenido De Humedad, Agregado Grueso Y Agregado Fino Tratado





Figura 58

Agregado Grueso Seleccionado para Ensayo de Abrasión



Figura 59

Ensayo De Abrasión, Agregado Grueso





Figura 60

Tamizado Del Agregado Grueso Después Del Ensayo de Abrasión



Figura 61

*Registro del Peso de Agregado Grueso Seleccionado Después Ensayo de
Abrasión.*





Figura 62

Ensayo, Material Mas Fino Que el Tamiz N°200, Agregado Grueso



Figura 63

Ensayo, Material Mas Fino Que El Tamiz N°200, Agregado Fino.





Figura 64

Agregado Fino y Grueso Lavados, Ensayo Material Mas Fino Que el Tamiz N°200.



Figura 65

Agregado Grueso Con Superficie Saturada Seca (S.S.S), Gravedad Especifica.





Figura 66

Peso Sumergido En Agua Del Agregado Grueso, Gravedad Especifica.



Figura 67

Gravedad Especifica Y Absorción En Agregado Fino Tratado.





Figura 68

*Verificación de Condición De Superficie Saturada Seca en Agregado Fino
Tratado*



Figura 69

*Peso del Picnómetro Mas Muestra Aforado Con Agua, Ensayo de Gravedad
Específica en Agregado Fino Tratado*





Figura 70

Peso del Picnómetro Aforado Con Agua, Ensayo De Gravedad Especifica En Agregado Fino Tratado.



Figura 71

Registro de Pesos en Ensayo De Porcentaje De Absorción.





Elaboración del concreto

Figura 72

Pesado de Cemento para Preparación de Mezcla De Concreto.



Figura 73

Pesado de Agregado Grueso para Preparación de Mezcla de Concreto.





Figura 74

Pesado de Agregado Fino para Preparación de Mezcla De Concreto.



Figura 75

Medición de Agua para Preparación de Mezcla De Concreto.





Figura 76

Carga de Material a Mezcladora.



Figura 77

Preparación De Mezcla De Concreto.





Figura 78

Preparación de Mezcla de Concreto.



Elaboración de briquetas

Figura 79

Identificación de Briquetas de Concreto Patrón (Sin Junta Fría).





Figura 80

Briquetas de Concreto Patrón (Sin Junta Fría).



Figura 81

Preparación de Briquetas de Concreto Con Junta Fría Horizontal de 2 Horas





Figura 82

Briquetas de Concreto con Junta Fría Horizontal de 2 Horas



Figura 83

Identificación de Briquetas de Concreto Con Junta Fría Horizontal de 2 Horas





Figura 84

Superficie Rugosa en la Junta Fría Horizontal de 2h, 4h, 6h Y 8h.



Figura 85

Briquetas de Concreto con Junta Fría Horizontal de 4 Horas





Figura 86

Identificación de Briquetas de Concreto con Junta Fría Horizontal de 4 Horas



Figura 87

Briquetas de Concreto Con Junta Fría Horizontal de 6 Horas





Figura 88

Identificación de Briquetas de Concreto con Junta Fría Horizontal De 6 Horas



Figura 89

Visualización de la Junta Fría Horizontal En Briquetas



Figura 90

Visualización de La Junta Fría Horizontal en Briquetas



Figura 91

Briquetas de Concreto con Junta Fría Horizontal de 8 Horas





Figura 92

Identificación de Briquetas de Concreto con Junta Fría Horizontal de 8 Horas



Figura 93

Identificación Lateral de Briquetas de Concreto con Junta Fría Horizontal (Auxiliar)

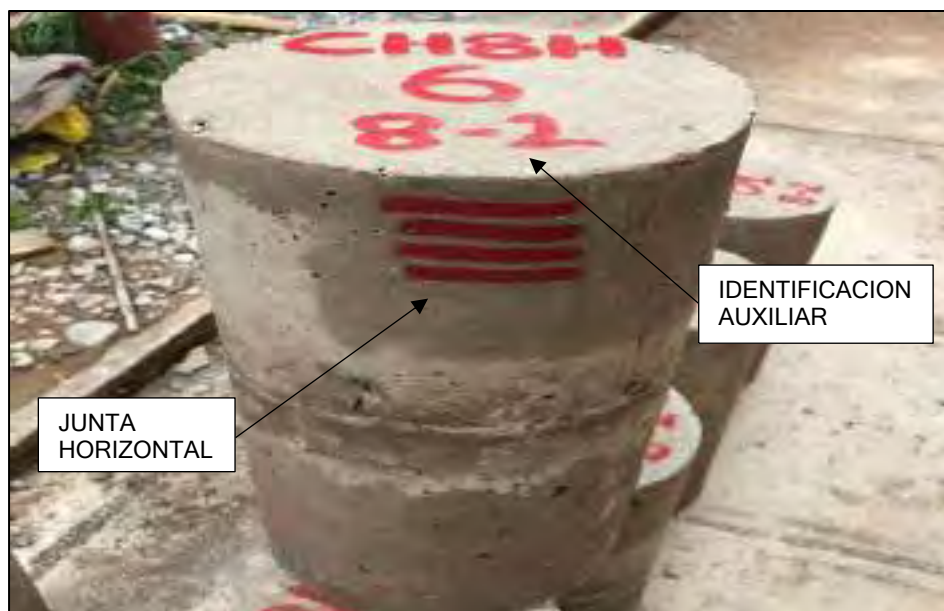




Figura 94

Proceso de Elaboración De Briquetas de Concreto con Junta Fría Vertical



Figura 95

Retiro del Tope Provisional para el Vaciado de la Segunda Parte de las Briquetas de Concreto con Junta Fría Vertical





Figura 96

Vista de la Junta Fría Vertical



Figura 97

Vaciado de la Segunda Parte de las Briquetas de Concreto Con Junta Fría Vertical





Figura 98

Briquetas de Concreto con Junta Fría Vertical de 02 Horas



Figura 99

Briquetas de Concreto Con Junta Fría Vertical de 04 Horas





Figura 100

Briquetas de Concreto con Junta Fría Vertical de 06 Horas



Figura 101

Briquetas de Concreto Con Junta Fría Vertical de 08 Horas





Figura 102

Identificación de las Briquetas de Concreto con Junta Fría Vertical de 02, 04, 06 Y 08 Horas



Figura 103

Vista de La Junta Fría Vertical





Figura 104

Colocación de Tope para la Fabricación de Briquetas de Concreto Con Junta Fria Diagonal (45°)



Figura 105

Vaciado de la Primera Parte de las Briquetas de Concreto Con Junta Fria Diagonal (45°).





Figura 106

Vista de la Superficie de la Junta Fría Diagonal (45°)



Figura 107

Briquetas de Concreto con Junta Fría Diagonal de 02 Horas





Figura 108

Briquetas de Concreto con Junta Fría Diagonal de 04 Horas



Figura 109

Identificación de Briquetas de Concreto Con Junta Fría Diagonal de 02 Horas





Figura 110

Identificación de Briquetas de Concreto Con Junta Fría Diagonal de 04 Horas



Figura 111

Briquetas de Concreto Con Junta Fría Diagonal de 06 Horas





Figura 112

Briquetas de Concreto Con Junta Fría Diagonal de 08 Horas



Figura 113

Identificación de Briquetas de Concreto Con Junta Fría Diagonal de 06 Horas





Figura 114

Identificación de Briquetas de Concreto Con Junta Fría Diagonal de 08 Horas



Figura 115

Vista de la Junta Fría Diagonal





Curado de briquetas

Figura 116

Curado de Briquetas de Concreto (Etapa De Inicio)



Figura 117

Curado de Briquetas de Concreto (Etapa Media)





Figura 118

Curado de Briquetas de Concreto (Etapa Final)



Revisión de muestras para su aceptación en el ensayo de compresión axial.

Figura 119

Medición de Diámetros de Especímenes de Concreto





Figura 120

Medición de Peso de Especímenes de Concreto



Refrentado de muestras, con yeso de alta resistencia.

Figura 121

Refrentado de Base de Especímen de Concreto.





Figura 122

Refrentado de Segunda Base de Espécimen de Concreto.



Figura 123

Especímenes de Concreto Refrentados con Yeso de Alta Resistencia Tipo III





Figura 124

Proceso de Refrentado de Especímenes de Concreto, Laboratorio FAIC.



Compresión axial del material de refrentado, para determinación del tiempo necesario para el ensayo de muestras después del refrentado.

Figura 125

Material Para Refrentado, Yeso De Alta Resistencia Tipo III



Figura 126

Muestras de Material de Refrentado de Lado 5cm.



Figura 127

Identificación de Muestras de Material de Refrentado de Lado 5cm (Para Ensayo A 24 Horas).





Figura 128

Identificación de Muestras de Material de Refrentado de Lado 5cm (Para Ensayo A 02 Horas).



Figura 129

Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Material de Refrentado de Lado 5cm (Edad 24 Horas).

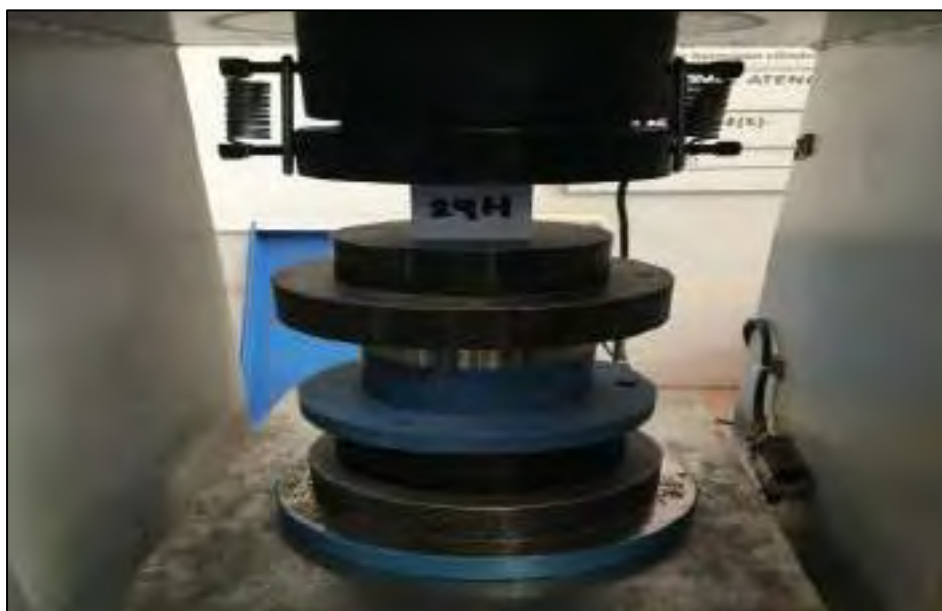




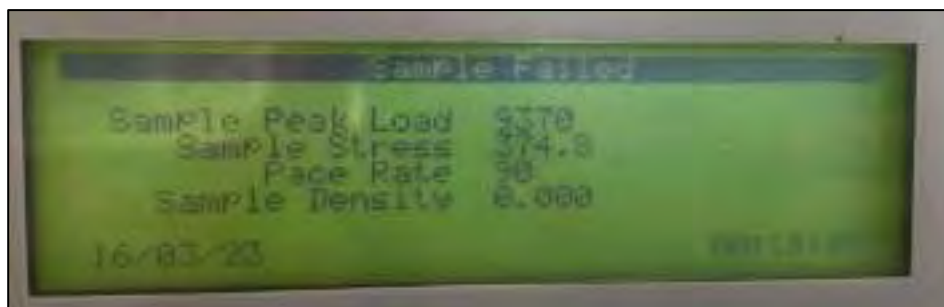
Figura 130

Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Material de Refrentado de Lado 5cm (Edad 02 Horas).



Figura 131

Resultados del Ensayo de Compresión Axial, de Muestras De Material De Refrentado.



Ensayo de resistencia a la compresión de testigos de concreto.



Figura 132

Extracción de Muestras (Briquetas) de la Posa de Curado, Para Ensayo de Compresión Axial



Figura 133

Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con Junta Fría Vertical De 04 Horas.





Figura 134

Ensayo de Compresión Axial De Muestras de Concreto Con Junta Fría Vertical de 02 Horas.



Figura 135

Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con Junta Fría Vertical de 06 Horas.





Figura 136

*Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con Junta Fría Vertical
de 08 Horas*



Figura 137

*Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con Junta Fría Vertical
de 08 Horas.*





Figura 138

*Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con Junta Fría
Diagonal de 02 Horas.*



Figura 139

*Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con Junta Fría Vertical
de 02 Horas.*





Figura 140

*Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con Junta fría Diagonal
de 04 Horas*



Figura 141

*Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con Junta fría Diagonal
de 04 Horas.*





Figura 142

Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con Junta fría Diagonal de 06 Horas.



Figura 143

Ensayo de Compresión Axial de Muestras de Concreto Con Junta fría Diagonal de 08 Horas.



Figura 144



Resultados del Ensayo de Compresión Axial, de Muestras de Concreto Patrón
y Muestras de Concreto Con Junta fría – Parte 01.

Sample ID	Sample Peak Load (kg)	Sample Stress (kg/cm ²)	Face Rate (mm/min)	Sample Density (kg/cm ³)	Date	Time
01-03-23	45220	278.9	530	0.000	01-03-23	22:21:36
01-03-23	46170	282.4	530	0.000	01-03-23	22:24:01
01-03-23	45120	278.0	530	0.000	01-03-23	22:32:09
01-03-23	40550	251.7	530	0.000	01-03-23	22:54:48
01-03-23	48290	295.0	530	0.000	01-03-23	23:00:00
01-03-23	48290	295.0	530	0.000	01-03-23	23:00:00



Figura 145

*Resultados del Ensayo de Compresión Axial, de Muestras de Concreto Patrón
y Muestras de Concreto Con Junta fría – Parte 02.*

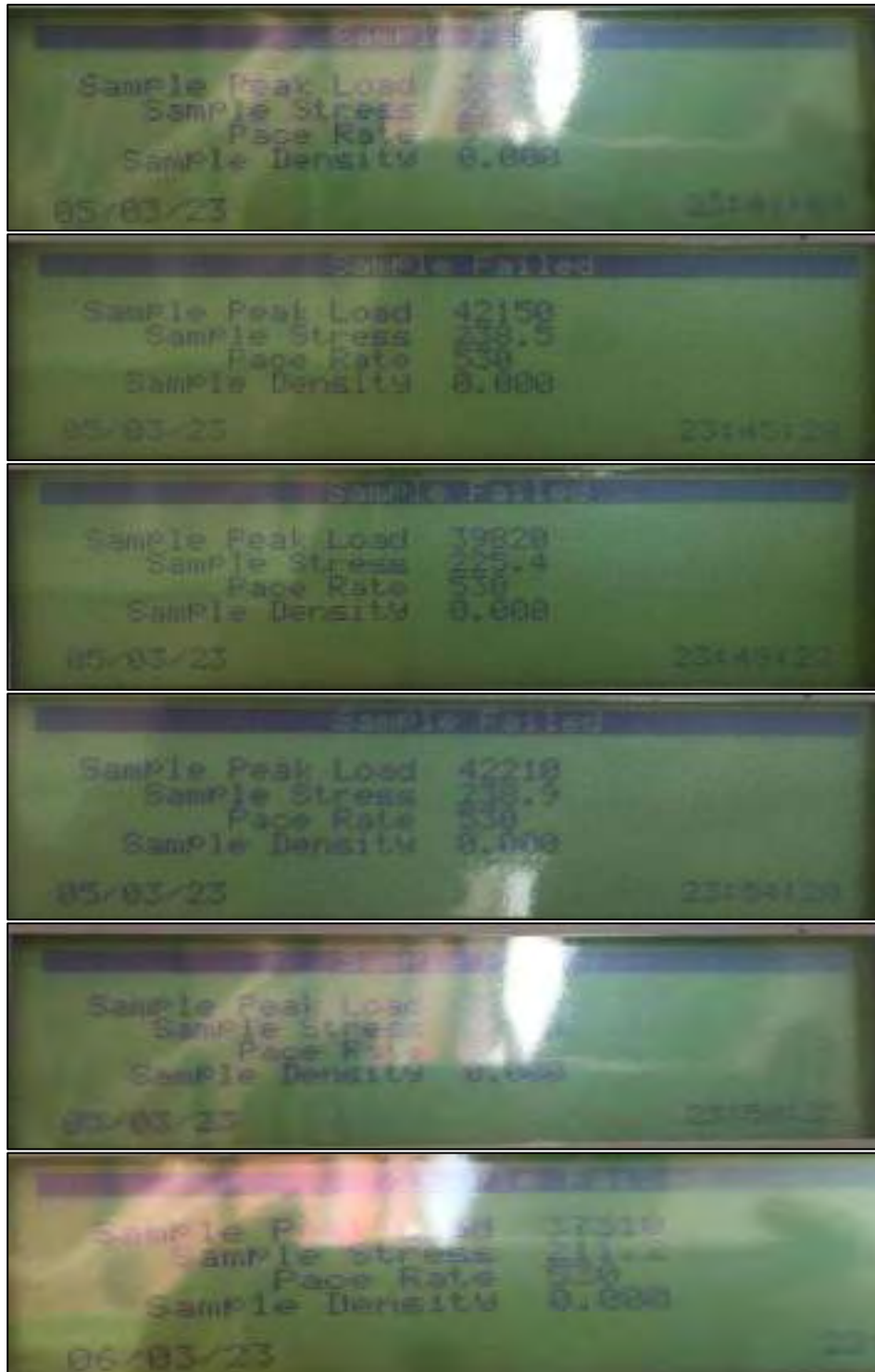




Figura 146

*Resultados del Ensayo de Compresión Axial, de Muestras de Concreto Patrón
y Muestras de Concreto Con Junta fría – Parte 03.*

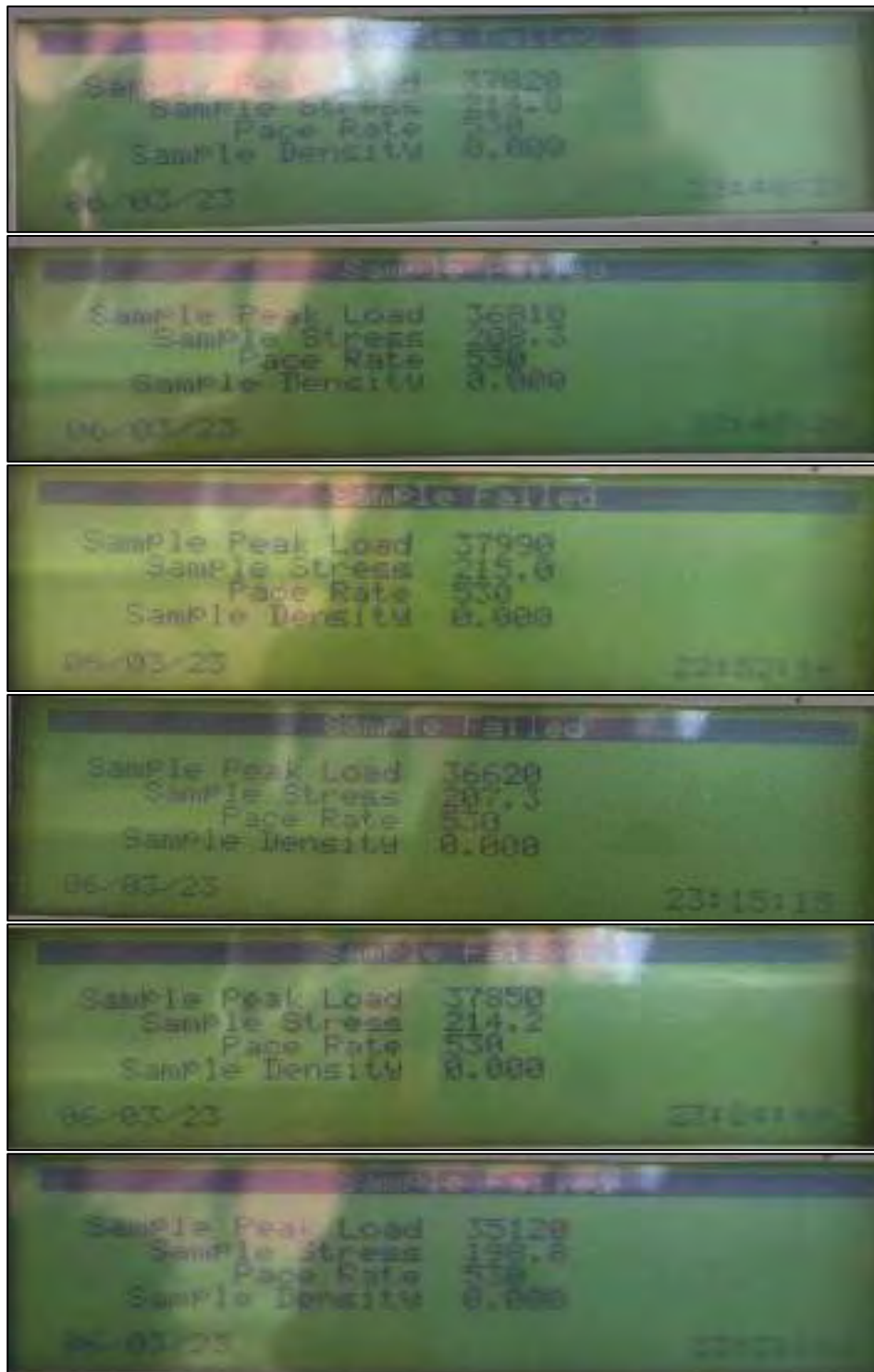




Figura 147

*Resultados del Ensayo de Compresión Axial, de Muestras de Concreto Patrón
y Muestras de Concreto Con Junta fría – Parte 04.*

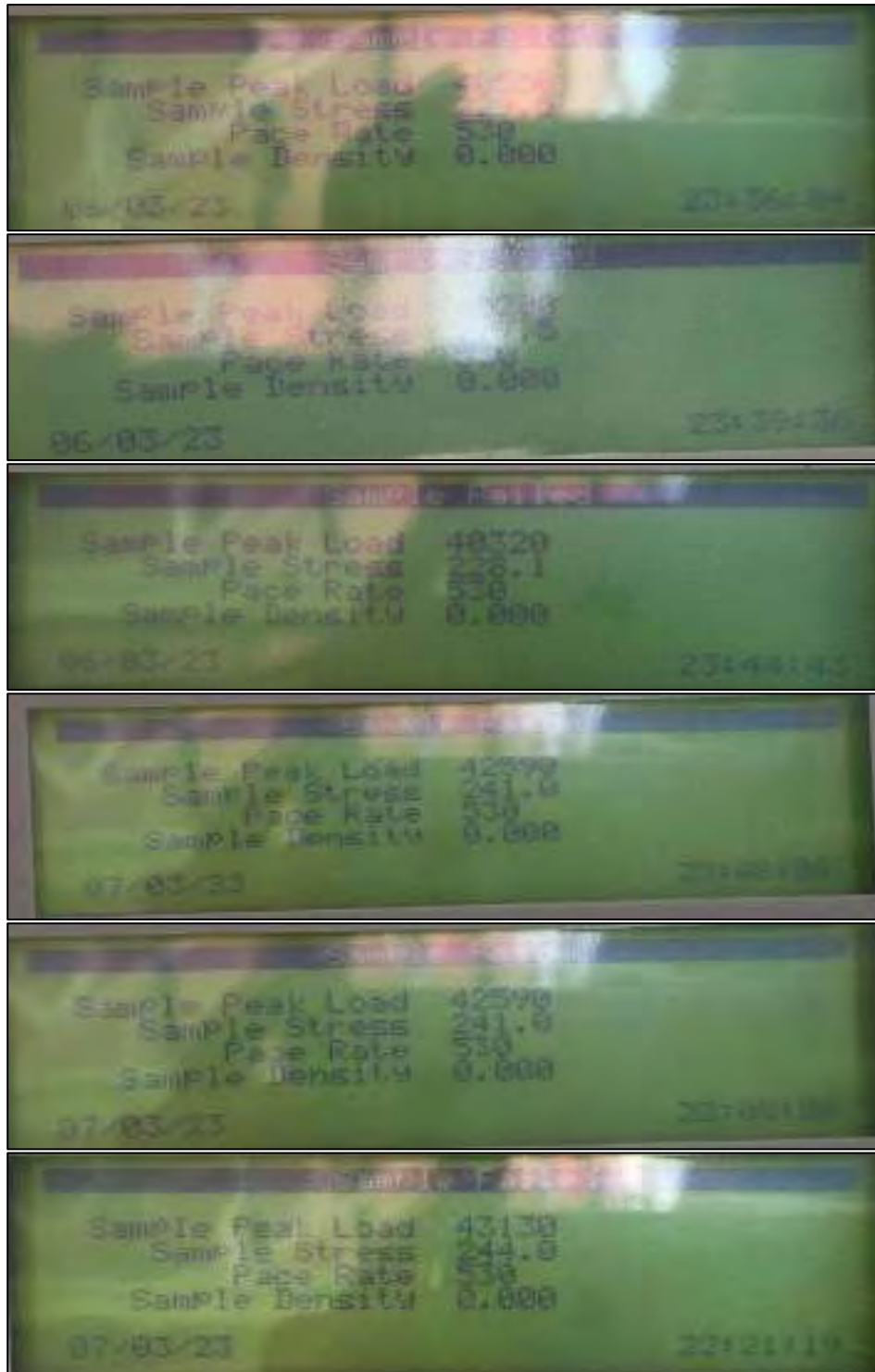




Figura 148

*Resultados del Ensayo de Compresión Axial, de Muestras de Concreto Patrón
y Muestras de Concreto Con Junta fría – Parte 05.*





Figura 149

*Resultados del Ensayo de Compresión Axial, de Muestras de Concreto Patrón
y Muestras de Concreto Con Junta fría – Parte 06.*





Figura 150

Resultados del Ensayo de Compresión Axial, de Muestras de Concreto Patrón
y Muestras de Concreto Con Junta fría – Parte 07.

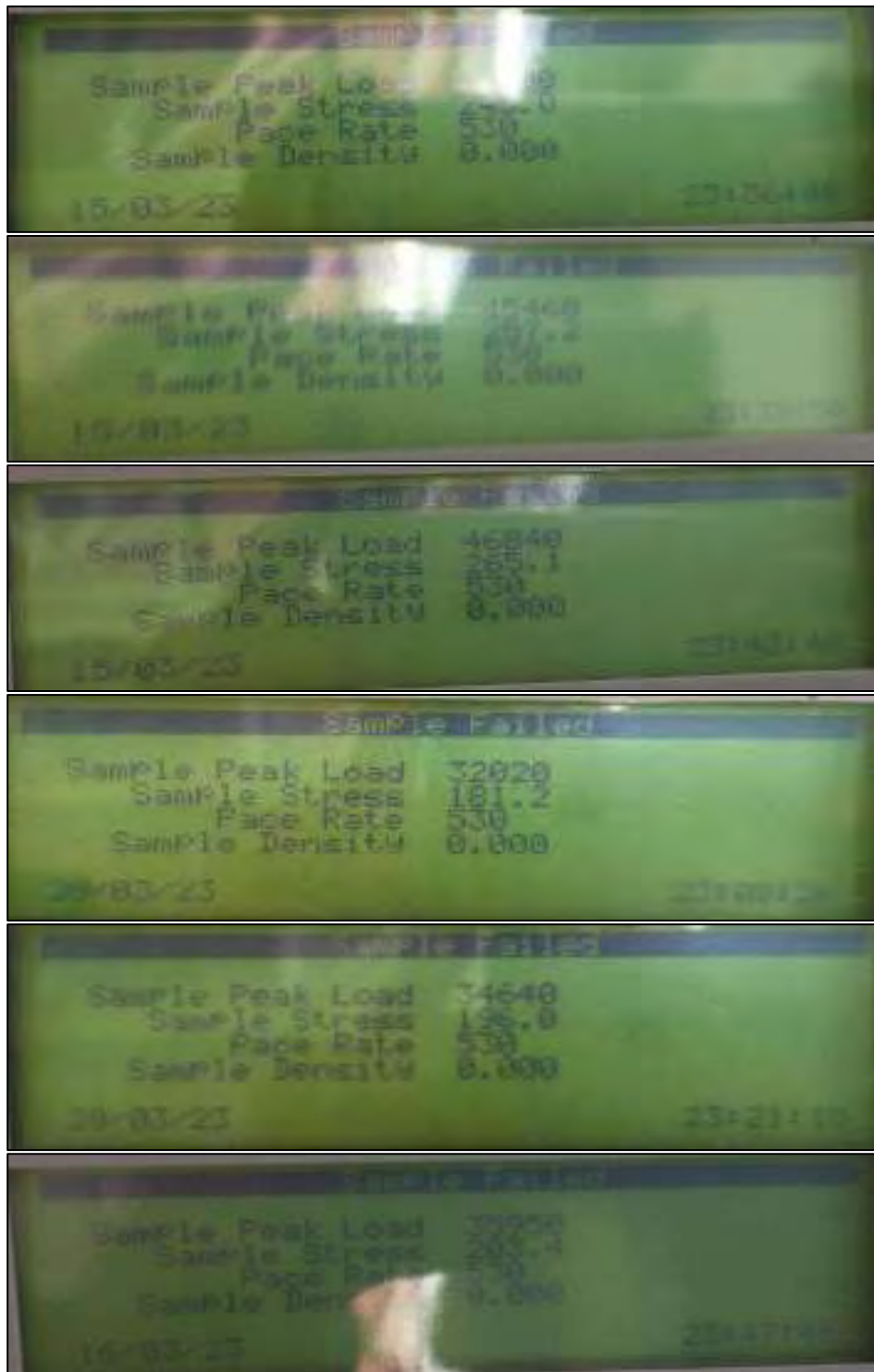




Figura 151

*Resultados del Ensayo de Compresión Axial, de Muestras de Concreto Patrón
y Muestras de Concreto Con Junta fría – Parte 01.*

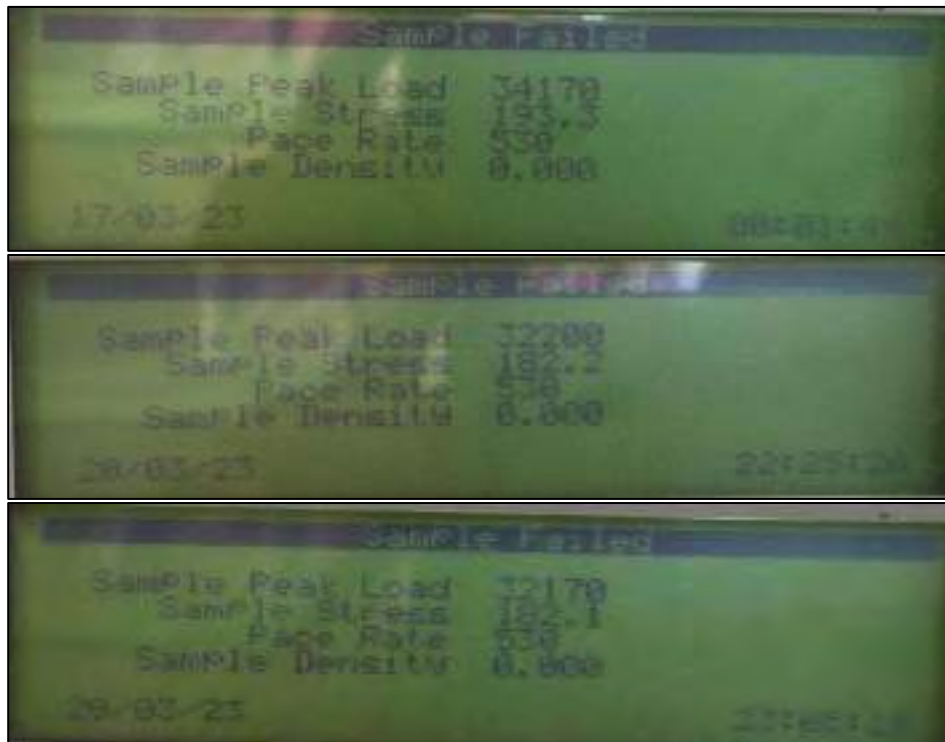


Figura 152

Muestra de Concreto Ensayadas



Determinación de la consistencia normal de la pasta de cemento.



Figura 153

Cemento Para Ensayo de Determinación de la Consistencia Normal.



Figura 154

Agua Para Ensayo de Determinación de la Consistencia Normal.





Figura 155

Pasta de Cemento Para Ensayo de Determinación de la Consistencia Normal.



Figura 156

Ensayo de Determinación de la Consistencia Normal (Aguja Vicat).



Ensayo para determinar el tiempo de fraguado inicial.



Figura 157

*Materiales y Equipos Para el Ensayo de Determinación del Tiempo de
Fraguado Inicial del Cemento.*



Figura 158

*Determinación del Tiempo de Fraguado Inicial del Cemento Mediante Aguja de
Vicat.*

