



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$,
producidos por las altas temperaturas en la ciudad de Tarapoto.**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez

ASESOR:

Ing. M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez

Tarapoto – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$,
producidos por las altas temperaturas en la ciudad de Tarapoto.**

AUTOR:

Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez

Sustentada y aprobada el día 08 de mayo del 2019, ante el honorable jurado:


.....
Ing. Santiago Chávez Cachay
Presidente


.....
Ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo
Secretario


.....
Ing. Gilberto Aliaga Atalaya
Vocal


.....
Ing. M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez
Asesor

Declaración de Autenticidad

Giancarlo Gonzalo Aguinaga Sánchez, con DNI N° 70398375, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, en la Escuela profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada **Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $F'c=210$ kg/cm², producidos por las altas temperaturas en la ciudad de Tarapoto.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autonomía.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni totalmente ni parcialmente.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aporte a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, con el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar información e ideas de otras personas), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 08 de mayo del 2019


.....
Giancarlo Gonzalo Aguinaga Sánchez
DNI N° 70398375



Declaración Jurada

Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez, con DNI N° 70398375, con domicilio legal en el Jr. Bolognesi #128 – Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, a efecto de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **Declaro bajo juramento**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a los dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 08 de mayo del 2019



.....
Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez
DNI N° 70398375



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	AGUINAGA SÁNCHEZ GIANCARLOS GONZALO		
Código de alumno :	123132	Teléfono:	957465116
Correo electrónico :	gkm.ag19@gmail.com	DNI:	70398375

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(x)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Mitigación de los efectos negativos en el contacto de $F_k=210\text{kg/m}^2$ producidos por las altas temperaturas en la ciudad de Tarapoto.
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(x)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

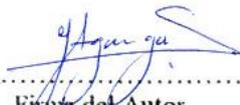
7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

21, 06, 2019



.....
Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mis padres, Violeta y Carlos, por todo su esfuerzo y apoyo brindado en mi formación profesional.

A mi novia Katherin y mi hijo Marcelo, quienes son una parte fundamental en mi vida profesional, siendo la inspiración y motivación a cumplir mis objetivos.

A mi abuelita Juana, quien en vida me cuidó y me apoyó en todo instante, y ahora desde el cielo, está bendiciendo y guiando mi camino familiar y profesional.

Agradecimiento

*A mi alma mater, la **Universidad Nacional de San Martín**, que me acogió por cinco años donde se me brindaron todas las herramientas necesarias para desempeñarme como un profesional al servicio de la comunidad local y nacional.*

*A mi asesor el **Ing. Eduardo Pinchi Vásquez**, por la cátedra recibida en sus cursos en la Universidad Nacional de San Martín, además por su asesoramiento en el presente trabajo de investigación, así como su incondicional apoyo, colaboración y crítica durante el desarrollo y término del mismo.*

A toda mi familia, amigos y docentes que de una u otra manera me apoyaron en mi formación profesional.

Índice general

Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice general	viii
Índice de tablas	xii
Índice de figuras	xiii
Índice de fotografías	xiv
Resumen	xv
Abstract	xvi
Introducción	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Planteamiento del problema.	3
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4. Justificación de la investigación	4
1.4.1 Justificación Teórica.	4
1.4.2 Justificación Práctica.	4
1.4.3 Justificación Social.	4
1.5. Limitaciones	4
1.6. Antecedentes de la investigación.....	5
1.6.1 A Nivel Internacional:.....	5
1.6.2 A Nivel Nacional:	5
1.6.3 A Nivel Local:	6
1.7. Bases teóricas.	6
1.7.1. El concreto.....	6
1.7.2. Componentes del concreto.	6
1.7.2.1 Cemento Portland.	7
1.7.2.2 Agregados.....	8
1.7.2.2.1 Agregado fino.	9
1.7.2.2.2 Agregado Grueso.	11
1.7.2.3 Agua.	13

1.7.2.3.1	Calidad del Agua	14
1.7.3.	Propiedades del concreto en estado fresco	15
1.7.3.1	Trabajabilidad	15
1.7.3.2	Consistencia.....	15
1.7.3.3	Compacidad:.....	17
1.7.3.4	Peso unitario.....	17
1.7.3.5	Contenido de aire:.....	17
1.7.3.6	Segregación	18
1.7.3.7	Exudación.....	18
1.7.3.8	Tiempo de fraguado.....	19
1.7.3.8.1	Factores que afectan el tiempo de fraguado del concreto.....	19
1.7.4.	Propiedades del concreto en estado endurecido.....	20
1.7.4.1	Módulo de elasticidad	20
1.7.4.2	Resistencia a la compresión	20
1.7.4.3	Absorción	20
1.7.5.	Curado del concreto.....	21
1.7.6.	Tipos de fracturas en los cilindros de concreto	22
1.7.6.1	Según Normativa ACI.....	22
1.7.7.	Efectos del clima cálido en las propiedades del concreto.....	23
1.7.7.1	Propiedades afectadas en estado fresco.....	23
1.7.7.1.1	Trabajabilidad y pérdida de trabajabilidad.....	23
1.7.7.1.2	Tiempos de fraguado.....	23
1.7.7.1.3	Retracción plástica y fisuración.....	24
1.7.7.2	Propiedades afectadas en estado endurecido.....	26
1.7.7.2.1	Resistencia mecánica.....	26
1.7.7.2.2	Durabilidad.....	27
1.7.7.2.3	Permeabilidad	27
1.7.7.2.4	Ataque por sulfatos	27
1.7.7.3	Parámetros térmicos ambientales.....	27
1.7.7.3.1	Temperatura ambiente.....	28
1.7.7.3.2	Radiación solar	28
1.7.7.3.3	Velocidad del viento	28
1.7.7.4	Temperaturas de los componentes del concreto.....	30
1.7.7.4.1	Temperatura del cemento.....	30

1.7.7.4.2	Temperatura de los agregados.....	30
1.7.7.4.3	Temperatura del agua.....	30
1.7.7.5	Temperatura inicial del concreto.....	31
1.7.7.6	Métodos de minimización de los efectos negativos.....	31
1.7.7.6.1	Adición de Puzolanas.....	32
1.7.7.6.2	Adición de Escoria.....	32
1.7.7.6.3	Enfriamiento de los áridos por evaporación.....	32
1.7.7.6.4	Utilización de agua fría.....	32
1.7.7.6.5	Adición de hielo.....	33
1.7.7.6.6	Uso de Aditivos.....	33
1.8.	Definición de términos básicos.....	34
1.9.	Hipótesis.....	36
1.10.	Sistema de Variables.....	36
1.10.1	Variable Independiente.....	36
1.10.2	Variable Dependiente.....	36
1.11.	Operacionalización de variables.....	36
	CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
2.1.	Materiales utilizados.....	38
2.1.1	Recursos Humanos.....	38
2.1.2	Recursos Materiales.....	38
2.1.2.1	Agrego Grueso y Fino.....	38
2.1.2.2	El Cemento.....	38
2.1.3	Recursos de equipos.....	40
2.1.4	Otros recursos.....	40
2.2.	Métodos.....	41
2.2.1	Tipo y Nivel de investigación.....	41
2.2.2	Universo y muestra.....	41
2.2.2.1	Población.....	41
2.2.2.2	Muestra.....	41
2.2.3	Diseño experimental de la investigación.....	41
2.2.4	Diseño de instrumentos.....	42
2.2.4.1	Descripción de ensayos en los agregados.....	44
2.2.4.1.1	Agregado Fino.....	44
2.2.4.1.2	Agregado Grueso.....	48

2.2.4.2	Diseño y Elaboración de mezclas de concreto.	50
2.2.4.3	Ensayos en Concreto Fresco.....	56
2.2.4.4	Desencofrado y Curado de Concreto.	59
2.2.4.5	Ensayos en Concreto Endurecido.	60
2.2.4.6	Procesamiento y presentación de la información.	62
CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		63
3.1.	Resultados.	63
3.1.1	Análisis de ensayos de los materiales.	63
3.1.2	Procedimiento del Diseño de Mezcla.	68
3.1.3	Dosificación y Elaboración de probetas.....	71
3.1.4	Análisis de la consistencia del concreto.....	72
3.1.5	Análisis de temperatura interna del concreto fresco.....	74
3.1.6	Análisis de la resistencia a la compresión del concreto.....	76
3.2.	Discusión de los resultados.	78
3.2.1	Agregados:.....	78
3.2.1.1	Agregado Fino.	78
3.2.1.2	Agregado Grueso.	79
3.2.2	Diseño de mezclas:	79
3.2.3	Propiedades del concreto:.....	79
3.2.3.1	Consistencia del concreto.....	79
3.2.3.2	Temperatura interna del concreto.	80
3.2.3.3	Resistencia a la compresión del concreto.....	80
CONCLUSIONES.....		81
RECOMENDACIONES		82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		83
ANEXOS		87
Anexo 1. Matriz de Consistencia.		88
Anexo 2. Datos Hidrometereologicos.		90
Anexo 3. Constancia de ejecución de ensayos de laboratorio.....		93
Anexo 4. Resultados de ensayos de los Agregados.		95
Anexo 5. Diseño de Mezcla.....		98
Anexo 6. Dosificación y elaboración de probetas de concreto.....		101
Anexo 7. Resistencia a la compresión.		103
Anexo 8. Panel fotográfico.....		119

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Proporciones Típicas en Volumen.</i>	7
Tabla 2 <i>Granulometría del agregado fino.</i>	10
Tabla 3 <i>Porcentajes máximos permitidos de sustancias perjudiciales en agregado fino ..</i>	11
Tabla 4 <i>Limites químicos para el agua de mezclado.</i>	15
Tabla 5 <i>Clasificación mezclas según asentamiento</i>	16
Tabla 6 <i>Operacionalización de variable independiente.</i>	36
Tabla 7 <i>Operacionalización de variable dependiente.</i>	37
Tabla 8 <i>Valores de asentamiento para diferentes tipos de obra.</i>	51
Tabla 9 <i>Resistencia a la compresión promedio</i>	51
Tabla 10 <i>Relación agua/cemento por resistencia.</i>	53
Tabla 11 <i>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.</i>	53
Tabla 12 <i>Análisis granulométrico de agregado fino.</i>	63
Tabla 13 <i>Análisis granulométrico de agregado grueso.</i>	63
Tabla 14 <i>Módulo de fineza.</i>	64
Tabla 15 <i>Peso Unitario de agregado fino.</i>	65
Tabla 16 <i>Peso Unitario de agregado grueso</i>	65
Tabla 17 <i>Peso específico y Absorción del agregado fino.</i>	66
Tabla 18 <i>Peso específico y Absorción del agregado grueso.</i>	66
Tabla 19 <i>Resumen de las características físicas de agregados.</i>	68
Tabla 20 <i>Volumen de Mezcla.</i>	70
Tabla 21 <i>Ajuste de la mezcla por humedad y absorción de agregados.</i>	71
Tabla 22 <i>Proporción en peso.</i>	71
Tabla 23 <i>Proporción por espécimen.</i>	72
Tabla 24 <i>Asentamiento de concreto patrón.</i>	72
Tabla 25 <i>Variación de los asentamientos en condiciones extremas.</i>	73
Tabla 26 <i>Temperatura interna del concreto con agua a temperatura ambiental.</i>	74
Tabla 27 <i>Temperatura interna del concreto con agua helada.</i>	75
Tabla 28 <i>Resistencia a la compresión a los 7 días.</i>	76
Tabla 29 <i>Resistencia a la compresión a los 14 días.</i>	77
Tabla 30 <i>Resistencia a la compresión a los 28 días.</i>	78

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Granulometría del Agregado Grueso.....	12
<i>Figura 2:</i> Medición de asentamiento y extensión.....	16
<i>Figura 3:</i> Relación de la resistencia a los 28días vs El tipo de curado	22
<i>Figura 4:</i> Tipos de Fractura en probetas de Concreto, según la Normativa ACI	22
<i>Figura 5:</i> Fisuras típicas por retracción plástica.....	25
<i>Figura 6:</i> Dirección de los esfuerzos de tracción, que se forman por retracción plástica..	25
<i>Figura 7:</i> Relaciones entre la retracción y el tiempo para concretos almacenados a diferentes humedades relativas..	26
<i>Figura 8:</i> Evaporación del agua superficial del hormigón..	29
<i>Figura 9:</i> Incremento de la temperatura del concreto en función de sus componentes	30
<i>Figura 10:</i> Cemento extraforte ICo.....	39
<i>Figura 11:</i> Composición química y propiedades físicas del Cemento.....	39
<i>Figura 12:</i> Metodología de la investigación.....	41
<i>Figura 13:</i> Diagrama de flujo de procesos	43
<i>Figura 14:</i> Condiciones de humedad de los agregados.....	47
<i>Figura 15:</i> Agua en lt/m^3 , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso.	52
<i>Figura 16:</i> Molde para prueba de revenimiento	58
<i>Figura 17:</i> Procedimiento de medición del revenimiento.....	59
<i>Figura 18:</i> Molde para espécimen.	71
<i>Figura 19:</i> Comparación de los asentamientos.....	73
<i>Figura 20:</i> Comparación de temperatura interna del concreto fresco.....	75
<i>Figura 21:</i> Variación de la resistencia a la compresión a los 7 días	77
<i>Figura 22:</i> Variación de la resistencia a la compresión a los 14 días	77
<i>Figura 23:</i> Variación de la resistencia a la compresión a los 28 días.	78

Índice de fotografías

<i>Fotografía 1:</i> Mezclado del concreto.....	55
<i>Fotografía 2:</i> Elaboración de probetas.	56
<i>Fotografía 3:</i> Medición de temperatura interna del concreto.	57
<i>Fotografía 4:</i> Curado en Laboratorio.....	60
<i>Fotografía 5:</i> Curado bajo condiciones de obra.	60
<i>Fotografía 6:</i> Máquina de ensayo uniaxial.	62
<i>Fotografía 7:</i> Selección de agregado fino.....	120
<i>Fotografía 8:</i> Selección de agregados grueso	120
<i>Fotografía 9:</i> Retiro de muestra del horno, para granulometría.....	121
<i>Fotografía 10:</i> Termómetros usados en los ensayos de laboratorio.	121
<i>Fotografía 11:</i> Pesado de componentes del concreto.	122
<i>Fotografía 12:</i> Medición de temperatura de los agregados.	122
<i>Fotografía 13:</i> Preparación del concreto.	123
<i>Fotografía 14:</i> Medición de la temperatura ambiental.	123
<i>Fotografía 15:</i> Medición de asentamiento del concreto.	124
<i>Fotografía 16:</i> Medición de temperatura del concreto.	124
<i>Fotografía 17:</i> Colocado del concreto en los moldes.....	125
<i>Fotografía 18:</i> Probetas listas para desencofrarse.	125
<i>Fotografía 19:</i> Curado de las probetas de concreto, en poza del laboratorio.	126
<i>Fotografía 20:</i> Pesado del agua helada para el mezclado.	126
<i>Fotografía 21:</i> Curado del concreto en condiciones extremas.....	127
<i>Fotografía 22:</i> Medición del diámetro y altura de cada probeta.	127
<i>Fotografía 23:</i> Pesado de cada espécimen para determinar la densidad.	128
<i>Fotografía 24:</i> Ensayo para determinar la resistencia la compresión del concreto.....	128
<i>Fotografía 25:</i> Probeta, después que fue sometida al ensayo.	129
<i>Fotografía 26:</i> Probeta con fractura tipo C.....	129

Resumen

En la presente investigación se ha puesto en manifiesto los problemas que pueden presentarse al elaborar concreto en presencia de altas temperaturas ambientales; en ese sentido se realizó el estudio del comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con el uso de agua helada en la fabricación, cuyo objetivo la reducción de la temperatura interna del concreto en la presencia de altas temperaturas ambientales de la ciudad de Tarapoto; se realizaron los ensayos de los agregados para obtener el diseño de mezcla y para las propiedades del concreto se realizó, análisis comparativos con un concreto patrón y concretos elaborados de manera convencional con agua a temperatura ambiental.

Los ensayos a los cuales fueron sometidos el concreto se desarrollaron en el laboratorio de suelos y de concreto, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, en los meses de noviembre y diciembre del 2018, siendo esta una investigación del tipo explicativa, con un método de diseño experimental.

Los materiales utilizados fueron: Cemento extraforte ICo y los agregados seleccionados son de uso frecuente en las distintas construcciones de la ciudad, agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga.

Con el uso del agua helada en la preparación de la mezcla, se obtuvo una consistencia promedio de 3.61", demostrando que con el uso de agua helada se obtiene una buena trabajabilidad del concreto, sin la necesidad de modificar la relación agua/cemento. La resistencia a la compresión a los 28 días, alcanzo un promedio de 175.15 kg/cm², siendo superior a los concretos preparados en las mismas condiciones, pero con agua a temperatura ambiental.

Además, se identificó que aquellas probetas que fueron curados a la intemperie sometidos directamente a las condiciones climatológicas de la ciudad de Tarapoto, no llegaron a superar la resistencia de diseño; sosteniendo que existe la necesidad de tener un adecuado control en el curado del concreto, siendo este una de las fases más importantes.

Palabras clave: Mitigación, Concreto, Temperatura, Calidad, Consistencia, Trabajabilidad, Resistencia.

Abstract

In the following investigation, problems that can arise when producing concrete in the presence of high environmental temperatures have been highlighted; In this sense, the study of the behavior of the physical and mechanical properties of concrete $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ was carried out with the use of ice water in the manufacture, whose objective was the reduction of the internal temperature of the concrete in the presence of high environmental temperatures of the city of Tarapoto; the aggregate tests were carried out to obtain the mix design and, for the properties of the concrete, comparative analyzes were carried out with a standard concrete and concretes elaborated in a conventional manner with water at room temperature.

The tests to which the concrete was subjected were developed in the soil and concrete laboratory of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martín, in the months of November and December of 2018, this being an investigation of the explanatory type, with an experimental design method.

The materials used were: ICo extraforte cement and the selected aggregates are frequently used in the different constructions of the city, fine aggregate of the Cumbaza river and heavy aggregate of the Huallaga river.

With the use of ice water in the preparation of the mixture, an average consistency of 3.61 "was obtained, demonstrating that with the use of ice water a good workability of the concrete is obtained, without the need to modify the water / cement ratio. The resistance to compression at 28 days, reached an average of 175.15 kg / cm^2 , being higher than concrete prepared in the same conditions, but with water at room temperature.

In addition, it was identified that those specimens that were cured in the open, subjected directly to the weather conditions of the city of Tarapoto, did not overcome the design resistance; holding that there is a need to have an adequate control in the curing of concrete, this being one of the most important phases.

Keywords: Mitigation, Concrete, Temperature, Quality, Slump, Workability, strength.



Introducción

El Perú, es un país poseedor de una gran variedad climática, generado por las diversas altitudes de la Cordillera de los Andes, desde climas extremadamente fríos en la Sierra, hasta los climas cálidos y semicálidos en la Costa y Selva. Es el caso de gran parte de la selva peruana, tal es así que la ciudad de Tarapoto ubicado a una altura de 356 m.s.n.m, en donde el clima es semi-seco-cálido, con una temperatura promedio media anual de 26°C, llegando a alcanzar temperaturas máximas superiores a los 35°C; además siendo una ciudad donde en los últimos años las construcciones y proyectos de ingeniería, han ido creciendo a gran escala, siendo el concreto el material de construcción de mayor uso a nivel nacional, es necesario que se tome un adecuado control en la fabricación, colocación y curado del concreto, de tal manera obtener un concreto de calidad.

Siendo la temperatura uno de los parámetros a tener en cuenta para el diseño y elaboración de la mezcla. (Neville, A.M - Brooks, J.J, 1998), indica que “Una temperatura mayor de lo normal en el concreto fresco conduce a una hidratación más rápida del cemento y por tanto a un periodo de fraguado acelerado y a una resistencia de largo plazo más baja”.

En ese sentido, el objetivo de la presente investigación denominado “**Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c=210$ kg/cm², producidos por las altas temperaturas en la ciudad de Tarapoto**”, se enmarca a reducir los efectos negativos en el concreto $f'c=210$ kg/cm², producidos por las altas temperaturas de la ciudad de Tarapoto; por tanto mediante el uso de agua helada en la preparación de la mezcla se pretende reducir la temperatura interna del concreto fresco (inferior a 32 °C), para no tener dificultades durante el proceso de hidratación.

Metodológicamente, para el diseño de mezcla del concreto, se siguieron las especificaciones dadas por las normas técnicas peruanas y siguiendo la secuencia metodológica propuesto por el Comité ACI 211. Todos ensayos a los cuales fueron sometidos los agregados, el concreto fresco y así como el concreto endurecido, se desarrollaron en los Laboratorios de Concreto y Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín.

De tal manera esta investigación consta con el siguiente esquema capitular: En el **capítulo I** se presenta la revisión bibliográfica, que abarca el planteamiento y formulación del

problema, también se presentan los objetivos, la justificación y limitaciones de la investigación, así como los antecedentes, las bases teóricas, términos, conceptos y metodologías usadas para la realización de la investigación, y finalmente se presenta la hipótesis y variables; en el **capítulo II** se describen los materiales y la metodología usada en la investigación, donde se detallan todos los hechos ejecutados para obtener los resultados que se presentan en el siguiente capítulo; en el **capítulo III** se presentan los resultados, el análisis y discusión de los resultados es aquí donde se presenta la justificación y validación de los resultados obtenidos, para finalmente poder realizar el contraste de la hipótesis. Este capítulo es fundamental, ya que orienta a la toma de conclusiones y recomendaciones.

En la parte final se presenta las **Conclusiones y Recomendaciones**, la parte más importante de esta investigación, que fueron obtenidas de acuerdo a los resultados de los ensayos en concordancia con los objetivos y la hipótesis; además se presentan las **Referencias Bibliográficas**, detallando las fuentes que se usaron para el desarrollo de esta investigación; adicionalmente se presenta en forma de Anexos, los resultados firmados y sellados por el Jefe de Laboratorio, panel fotográfico, datos Hidrometeorológicos de la estación Tarapoto.

Esperando de que por medio a esta investigación sea de gran aporte para la tecnología del concreto local, y se busque generar conciencia a la población ligada a la construcción, y se tengan en cuenta las temperaturas de los materiales y factores que intervienen en su elaboración y de esa manera lograr un concreto de calidad con las propiedades físicas y mecánicas para el cual fue diseñado.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Planteamiento del problema.

La necesidad por desarrollar esta investigación, nace por la inquietud al ver que en la ciudad de Tarapoto aún existe informalidad casi generalizada por muy buena parte de profesionales; ingenieros, constructores y maestros de obra cuando se trata de elaborar concreto; pues en la mayoría de las construcciones, con excepciones de algunas de mayor envergadura que son pocas, el proceso de selección de los materiales, dosificación, producción y curado del concreto, vienen siendo encargados a maestros de obra, con ninguna o poca asistencia técnica por parte del ingeniero responsable, aun teniendo en cuenta que estamos en una zona donde se producen altas temperaturas, no existe la capacitación permanente y necesaria, para los profesionales ligados a la construcción, sobre la practica adecuada de la tecnología del concreto en la elaboración de concreto en clima cálido.

En la zona ya se han presentado problemas, muchos de ellos no tomados con la importancia necesaria y otros como el caso del Sr. Fernando Aquiles Tello que, en su propiedad ubicada en la ciudad de Tarapoto, que habiéndose vaciado concreto premezclado a medio día 12.00pm, para losa aligera; con alta temperatura ambiental, influenciando directamente en las características físicas y mecánicas del concreto. Condujeron a que, a pocas horas de terminarse el vaciado de concreto, se presenciaron agrietamientos en la superficie de la losa aligerada, que con intervención del Colegio de Ingenieros del Perú- Tarapoto, se tuvo que hacer la reparación de la losa aligerada con productos MAPELASTIC Y MAPELASTIC SMART por parte la empresa proveedora del concreto.

Entonces, elaborar concreto en la ciudad de Tarapoto en presencia de alta temperatura ambiental, siempre fue de alto riesgo a tener problemas físicos y mecánicos en el concreto, que no se han dado la importancia necesaria, por lo que es necesario tener control sobre la temperatura del concreto para evitar efectos negativos en el mismo.

1.2. Formulación del problema.

Para la fabricación del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, en la ciudad de Tarapoto en presencia de altas temperaturas se genera una velocidad considerable de hidratación y fraguado, por ende, el riesgo de tener una resistencia por debajo del diseño, en tal sentido:

¿Cómo reducir los efectos negativos en el concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, producidas por las altas temperaturas de la ciudad de Tarapoto?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General.

Reducir los efectos negativos en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, producidos por las altas temperaturas de la ciudad de Tarapoto.

1.3.2 Objetivos Específicos.

Fabricación de concreto con agua helada como mitigador de efectos negativos físicos y mecánicos en el concreto.

Control de la temperatura de los agregados y concreto fresco.

Realizar un análisis comparativo de la variación de la resistencia a la compresión del concreto en presencia de altas temperaturas ambientales.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación Teórica.

Sin el control de la temperatura del concreto, predecir su comportamiento es muy difícil, si no imposible. Un concreto con una temperatura inicial alta, tendrá una resistencia mayor a edades tempranas y más baja de lo normal a edades tardía.

1.4.2 Justificación Práctica.

Es conveniente el desarrollo de esta investigación puesto que en la ciudad de Tarapoto se encuentra en una zona donde se presenta altas temperaturas, que al fabricarse concreto la temperatura del mismo debe estar controlada dentro de los límites aceptables indicados en el reglamento y así evitar problemas tanto inmediatos como futuros.

1.4.3 Justificación Social.

Por medio de esta investigación, se pretende contribuir con los profesionales, Ingenieros civiles, constructores y maestros de obra; y la población en su conjunto; puesto que el tener una dosificación adecuada en donde el factor temperatura esté debidamente controlado, se garantizará un concreto de calidad que cumpla con la resistencia especificada por el diseño, y de esta manera no tener problemas a largo plazo.

1.5. Limitaciones

La presente investigación se limita al control de la temperatura en la fabricación de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$; que comprende la fabricación en laboratorio de mecánica de suelos, pavimentos y concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín y en Campo, donde las condiciones ambientales de la ciudad de Tarapoto actúen directamente con los materiales que componen el concreto.

1.6. Antecedentes de la investigación.

1.6.1 A Nivel Internacional.

El 2005 en España se ha desarrollado la tesis doctoral “Estudio experimental sobre la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del hormigón preparado”, a cargo de José Ángel Ortiz Lozano de la Universidad Politécnica de Catalunya. En dicha tesis los resultados experimentales obtenidos indican que cuando menor es el diferencial térmico entre la temperatura del hormigón y la temperatura ambiente, mejores son los resultados relativos a prestaciones mecánicas. Asimismo, la trabajabilidad está influenciada por las propiedades de los áridos, las cuales son susceptibles de variaciones en función de la temperatura. En este sentido, la temperatura actúa sobre la velocidad de absorción y el rozamiento interno de los áridos, mientras que en el hormigón tiene un efecto sobre su desempeño y sobre el coste final.

En el 2007 en Guatemala se desarrolló la tesis de grado “Evaluación de la incidencia de la temperatura y humedad relativa, en el comportamiento del concreto durante su mezclado y curado (siete días) utilizando dos tipos de cementos”, por Gilberto Pérez Chajón que de acuerdo a los resultados se comprueba la influencia que las condiciones ambientales en el lugar del proyecto, tienen en los concretos evaluados principalmente en los requerimientos de agua, tiempos de fraguado y resistencia mecánica, por lo que se sugiere a los usuarios considerar las recomendaciones que se presentan a efectos de minimizar los efectos que esto puede causar en sus obras.

1.6.2 A Nivel Nacional.

En 2005 se ha desarrollado la tesis de grado “Estudio de las características físico mecánicas del concreto en clima cálido”, por Javier Segundo Rodríguez Córdova de la Universidad Nacional de Ingeniería. En dicha tesis mediante el uso de aditivos químicos tales como plastificantes, se obtuvieron altas resistencias a los pocos días y a los 28 días una resistencia mayor en 4% que el concreto fabricado en condiciones normales, el Slump obtenido con la utilización del plastificantes se mantuvo constante durante toda la fabricación del concreto, el tiempo de fragua se incrementa hasta 10 % con el uso de aditivo plastificante y la exudación se reduce hasta 4 veces cuando se utiliza el aditivo plastificante de vacíos en consecuencia mayor resistencia.

En el 2018 se desarrolló la tesis de grado “Evaluación de la eficiencia de los aditivos SIKAMENT TM-140 y CHEMAMENT 440 en la elaboración de concreto para zonas de

clima cálido-desértico en Chiclayo-Lambayeque”, elaborada por Lenin Smith Llamo Fustamante y Santos Felipe Rodríguez Picon, donde ante la preocupación de que las temperaturas han cambiado notoriamente, estas temperaturas generan un gran impacto en la elaboración del concreto, con el uso de los aditivos superplastificantes(Sikament TM-140 y Chemament 440) le obtuvo mezcla con mayor trabajabilidad, permitiendo además que el concreto retarse su tiempo de fraguado ideal para mantener el agua del diseño en temperaturas altas especialmente en clima cálido-desértico; así mismo se obtuvo un aumento considerable en la resistencia especificada a la compresión del concreto.

1.6.3 A Nivel Local.

En la ciudad de Tarapoto, aún no se han encontrado estudios similares con el estudio de los efectos negativos y la mitigación de los mismos, producidos por la alta temperatura ambiental de la ciudad.

1.7. Bases teóricas.

1.7.1. El concreto.

El concreto siendo el objeto de estudio de la presente tesis, por lo que es necesario conceptualizarlo, y detallar sus componentes, sus propiedades y los riesgos que puedan ocasionar ciertos elementos a tener un concreto de calidad.

Según (Alvarado S. ,Guzman N. y Henriquez G., 2009)

El concreto puede considerarse como un material, artificial obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, cuyos componentes esenciales son cemento; agua, agregados y aire (incluido o no) y en algunas ocasiones aditivos. La calidad del concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta, que constituye del diez al cuarenta por ciento del volumen total de concreto y que está compuesta de cemento Portland, agua y aire atrapado o incluido.

1.7.2. Componentes del concreto.

Según (Pasquel, Topicos de Tecnología del Concreto, 1993)

La tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo. Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad.

(Guzman, 2001) Menciona que:

El principal componente del concreto es el cemento portland el cual ocupa entre el 7% y el 15% del volumen de la mezcla y tiene propiedades de adherencia y cohesión que proveen buena resistencia a la compresión. El segundo componente del concreto son los agregados los cuales ocupan entre el 59% y 76% del volumen de la mezcla, son materiales inertes naturales o artificiales de forma granular los cuales son seleccionados granulométricamente con el fin de separar las arenas de las gravas. El tercer componente es el Agua el cual ocupa entre el 15% y el 18% del volumen de la mezcla eh hidratada el cemento portland por medio de reacciones químicas. Adicionalmente el concreto contiene alguna cantidad de aire atrapado entre el 1% y el 3% del volumen de la mezcla, también puede contener aire incluido intencionalmente entre el 1% y el 7% del volumen de la mezcla los cuales se logran con el uso de aditivos o con cementos que tengan agentes inclusores de aire.

Tabla 1

Proporciones Típicas en Volumen.

Componentes del concreto	Volumen (%)
Aire	1% a 3%
Cemento	7% a 15%
Agua	15 a 22%
Agregados	60% a 75%

Fuente: (Pasquel, Topicos de Tecnologia del Concreto, 1993)

1.7.2.1 Cemento Portland

(Polanco) Lo define:

Como un producto comercial de fácil adquisición el cual se mezcla con agua, ya sea sólo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de combinarse lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente pulverizado, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contiene cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones, previamente establecidas, para lograr las propiedades deseadas.

Tipos de cemento portland

El cemento Portland se puede clasificar de la siguiente forma:

Tipo I: Cemento Portland estándar: para concreto de uso normal, sin propiedades especiales.

Tipo II: Cemento Portland modificado: para concretos expuestos a ataques moderados de sulfatos, como en suelos y aguas subterráneas, que tienen un bajo contenido de sulfatos. Se usa en estructuras masivas, en donde la temperatura debe ser controlada durante el proceso de hidratación. Retarda el proceso de hidratación.

Tipo III: Cemento Portland de alta resistencia a edades tempranas: es usado cuando se requiere resistencia a edades tempranas y en lugares fríos.

Tipo IV: Cemento Portland de bajo calor: cuando el calor durante el proceso de hidratación debe ser mínimo, por ejemplo, las presas de concreto donde se colocan grandes volúmenes de concreto.

Tipo V: Cemento Portland de alta resistencia a sulfatos: se usa en concreto que estará expuesto a altas concentraciones de sulfatos, por ejemplo: tuberías de aguas residuales, plantas de tratamientos de aguas residuales etc.

El cemento portland normal deberá cumplir con los requisitos indicados en la Norma ASTM C 150 para los Tipos I, II, y V, los cuales se fabrican en el Perú.

Alternativamente podrán emplearse los requisitos de la NTP 334.009 para cementos.

(PCA, 2004), menciona que el cemento es el que aporta un incremento mayor del calor de hidratación y este se genera por la reacción exotérmica cuando se mezcla con el agua. La cantidad de calor generado depende de la composición química del cemento, siendo el C3A (Aluminato tricálcico) y el C3S (Silicato tricálcico) los compuestos más importantes para la evolución del calor.

Almacenamiento del Cemento

El comportamiento de un cemento en el concreto puede ser afectado por las condiciones bajo las cuales el cemento es almacenado y por su manejo durante la entrega. Todo cemento puede ser almacenado por el tiempo indefinido siempre que él esté protegido de la humedad, incluida la del aire, este tipo de almacenamientos se dan por lo general en los sitios grandes. (Amaro, 2002)

1.7.2.2 Agregados

Siendo el segundo componente del concreto, que ocupa alrededor del 60% al 75% del volumen total del concreto, siendo gran influyente en las propiedades en la mezcla del concreto es por ello que se debe tener mucho cuidado en su selección, procurando que estos

estén libres de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan ser perjudiciales a la mezcla con la pasta cemento.

(Pineda, 2003) define como agregado al material granular proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas. Son los elementos inertes que representan el mayor porcentaje del peso total del concreto, generalmente son más resistentes y económicos que la pasta de cemento. Por su tamaño los agregados se clasifican en: Agregado Grueso (piedra) y Agregado Fino (arena). La combinación de ambos materiales se denomina Agregado Global.

(Gutierrez, 2017) Indica que los agregados son los componentes con mayor influencia sobre la temperatura del es por ello que es necesario generar formas económicas que puedan mantener la temperatura baja de los agregados y puedan aportar significativa en la temperatura.

Por su tamaño los agregados se clasifican en: Agregado Grueso (piedra) y Agregado Fino (arena).

1.7.2.2.1 Agregado fino

(Tufino, 2009) Define al agregado fino, como material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9,5 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33.

Granulometría del agregado fino (NTP 400.012)

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la NTP 400.012 o ASTM C136. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme o continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie Tyler. Se recomiendan para el agregado los siguientes límites.

La Norma ASTM C 33 recomienda que la diferencia entre el contenido que pasa una malla y el retenido en la siguiente, no debe ser mayor del 45% del total de la muestra. Entonces se logrará tener una granulometría más regular.

Módulo de fineza

Es el indicador aproximado del tamaño medio de las partículas, el cual es obtenido de la granulometría del agregado. Conforme a la norma ASTM C 125 el módulo de fineza se

obtiene a través de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: 3", 1 ½", ¾", 3/8", N°4, N°8, N° 16, N°30, N° 50 y N° 100, dividida entre 100.

Según la Norma ASTM la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.33 ni mayor que 3.1.

Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos de 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son más favorables para los concretos de alta resistencia (Abanto, 2013).

Tabla 2

Granulometría del agregado fino.

Malla	Diámetros	Porcentaje que pasa %
9,52 mm	3/8"	100
4,76 mm	N° 4	95 a 100
2,36 mm	N° 8	80 a 100
1,18 mm	N° 16	50 a 85
595 micrones	N° 30	25 a 60
297 micrones	N° 50	10 a 30
149 micrones	N° 100	2 a 10

Fuente: (NTP 400.012)

Requisitos de uso

(Abanto, 2013) Indica que:

El agregado fino será natural. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente.

El agregado fino debe estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias perjudiciales.

Debe cumplir las normas sobre su granulometría.

Se recomienda que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes:

Partículas deleznales: 3%

Materiales más finos que la malla N° 200: 5%

Tabla 3

Porcentajes máximos permitidos de sustancias perjudiciales en agregado fino.

Tipo de sustancia	Porcentaje % (Por peso)
Pedazos de arcilla y partículas desmenuzables	3.0
Material más fino que tamiz N° 200 (75 µm)	
Para concreto sujeto a abrasión	3.0*
Para otros concretos	5.0*
Carbón y lignito:	
Donde la apariencia de la superficie de concreto es importante	0.5
Otros concretos	1.0

Fuente: (ACI 207.1R, 2005)

1.7.2.2.2 Agregado Grueso

(Tufino, 2009) Indica que el agregado grueso, es un material proveniente de la desintegración natural o artificial, retenida en el tamiz 4,75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33.

(Rivva E. L., 1992) manifiesta que el agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.

El agregado puede ser grava natural o triturada, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales.

Grava Natural

Comúnmente llamados “canto rodado”, es el conjunto de fragmentos pequeños de piedra, provenientes de la disgregación, natural de las rocas, por acción del hielo y otras agentes atmosféricas, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural. (Abanto, 2013)

La forma redonda del “canto rodado” tiene un mejor efecto en la trabajabilidad y por ello requieren ligeramente menos agua, sin embargo, estos no son recomendables ya que no brinda una cohesión adecuada de todos los componentes del concreto. (Gutierrez, 2017)

Grava Partida o chancada

Se denomina así, al agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. Como agregado grueso se puede usar cualquiera clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente; además los ensayos indican que la piedra chancada da concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedra redonda. (Abanto, 2013)

Granulometría del agregado grueso (NTP 400.012)

El agregado grueso estará graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33. La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de la mezcla. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼”.

N	Tamaño	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados												
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	#16
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90a1 00		25a6 0		0a15		0a5					
2	2 1/2" a 1 1/2"			100	90a1 00	35a7 0	0a15		0a5					
3	2" a 1"				100	90a1 00	35a7 0	0a15		0a5				
357	2" a #4				100	95a1 00		35a7 0		10a3 0		0a5		
4	1 1/2" a 3/4"					100	90a1 00	20a5 5	0a15		0a5			
467	1 1/2" a #4					100	95a1 00		35a7 0		10a3 0	0a5		
5	1" a 1/2"						100	90a1 00	20a5 5	0a10	0a5			
56	1" a 3/8"						100	90a1 00	40a8 5	10a4 0	0a15	0a5		
57	1" a #4							90a1 00		25a6 0		0a1 0	0a5	
6	3/4" a 3/8"							100	90a1 00	20a5 5	0a15			
67	3/4" a #4							100	90a1 00		20a5 5	0a1 0	0a5	
7	1/2" a #4								100	90a1 00	40a7 0	0a1 5	0a5	
8	3/8" a #8									100	85a1 00	10a 30	0a1 0	0a5

Figura 1: Granulometría del Agregado Grueso (Fuente: NTP 400.012)

Tamaño máximo.

(Rivva E. L., 1992) Manifiesta que:

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de:

- a) Un quinto, de la menor dimensión entre cara de encofrados.
- b) Un tercio del peralte de las losas
- c) Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzos, paquetes de barras, cables o ductos de presfuerzo.

En elementos de espesor reducido, o ante la presencia de gran cantidad de armadura, se podrá, con autorización de la Inspección, reducir el tamaño máximo nominal del agregado grueso, siempre que se mantenga una adecuada trabajabilidad, y se mantenga las propiedades especificadas para el concreto.

Las limitaciones anteriores podrán ser igualmente obviadas si, a criterio de la inspección, la trabajabilidad y los procedimientos de compactación utilizados en el concreto, permiten colocarlo sin formación de vacíos o cangrejas.

Requisitos de uso.

(Abanto, 2013) Indica que:

Las partículas deben estar libres de tierra, polvo, limo, humos, escamas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

Se recomienda que las sustancias dañinas no excedan los porcentajes máximos siguientes.

Partículas deleznales: 5%.

Materiales más finos que la malla N° 200: 1%.

Carbón y lignito: 0.5%.

1.7.2.3 Agua.

El agua es imprescindible en las diferentes etapas del concreto, mezclado, fraguado y curado.

(Rivera) Indica que el agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del concreto.

(Rivva E. L., Materiales para el concreto, 2008), sostiene que *“el agua es el disolvente universal y se combina químicamente con muchos componentes para formar ácidos y sales como sulfatos, cloruros, bicarbonatos, etcétera.”* No es la excepción, que el agua reaccione químicamente con el cemento, puesto que al mezclarse el agua con el cemento reacciona químicamente formando la pasta que unirá los demás componentes del concreto, constituyendo en un material heterogéneo.

(Steven, 1992), indica que, en relación con su empleo en el concreto, el agua tiene dos diferentes aplicaciones; como ingrediente en la elaboración de las mezclas y como medio de curado de las estructuras recién construidas. Al estudiar el primer caso el agua como elemento al reaccionar con el cemento, genera las propiedades aglutinantes, forma del 10 al 25 % del volumen del concreto recién mezclado; dependiendo del tamaño máximo de agregado que se utilice y del revenimiento que se requiera.

(Gonzalez, 2003), sostiene que la presencia del agua en la elaboración del concreto resulta inevitable, pues con esta se logra la formación del gel, asimismo y en el estado no endurecido se busca facilitar una adecuada manipulación y colocación de esta y genera la estructura de vacíos necesario en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

1.7.2.3.1 Calidad del Agua.

Para obtener una buena calidad del concreto es necesario de que el agua a emplearse este libre de excesivas impurezas, que puedan afectar negativamente las propiedades del concreto.

(Neville, A.M - Brooks, J.J, 1998), manifiesta que, en muchas especificaciones, la calidad del agua se considera en una cláusula que esta debe ser apta para beber. Esta agua muy rara vez contendrá sólidos disueltos por sobre 2000 partes por millos y por lo general menos de 1000 parte por millón.

Indicar que el agua sea apta para beber no llega ser un criterio en absoluto, puesto que el agua potable en el proceso de su tratamiento puede llegar a tener una alta concentración de sodio o potasio, y causar una reacción álcali-agregado.

Tabla 4*Limites químicos para el agua de mezclado.*

Parámetro	Limites	Método
Cloruros como Ion Cl^- , ppm	< 1000 ppm	NTP339.076
Sulfatos como Ion SO_4^{2-} , ppm	< 600 ppm	NTP339.074
Solidos totales, ppm	< 5000 ppm	NTP339.088
Materia orgánica ppm	< 3 ppm	NTP339.072
Álcalis (Na ₂ O + 0.568K ₂ O) ppm	< 1000 ppm	NTP339.114
pH	5.5-8 ppm	NTP339.073

Fuente: (Gutierrez, 2017)

1.7.3. Propiedades del concreto en estado fresco.**1.7.3.1 Trabajabilidad**

(Portugal Barriga, 2017), manifiesta que encontrar una definición de trabajabilidad, es ya una idea muy subjetiva, las diferentes definiciones tratan de enlazar parámetros calificables según la perspectiva de cada evaluador, sin embargo, encontrar una definición adecuada para la trabajabilidad de los concretos de alto desempeño es necesaria, la definición propuesta por Glanville, Collins y Matthews nos dice que “la trabajabilidad se puede definir mejor como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación total”, esta definición originada del supuesto que solo la fricción interna (esfuerzo de fluencia), es una propiedad intrínseca de la mezcla nos brinda una aproximación cuantitativa de la trabajabilidad, sin embargo define un estado ideal de compactación total la cual nunca se logrará, una corrección bastante simple a esta definición es la que a continuación proponemos, “la trabajabilidad se puede definir como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación adecuada de la mezcla”.

(Rivva E. L., 1992), revela que la trabajabilidad es aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser mezclado, manipulado, transportado, vaciado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación.

1.7.3.2 Consistencia (NTP 339.035, ASTM C143)

Se denomina consistencia a la resistencia que opone una mezcla de concreto a sufrir deformaciones y se mide mediante el Ensayo de Asentamiento o Slump en el "Cono de Abrams", prueba sencilla que se puede realizar tanto en laboratorio como en el campo y

consiste en llenar un recipiente troncocónico en tres capas de igual volumen compactadas cada una de ellas con 25 golpes de varilla lisa metálica normada, luego se procede a levantar dicho recipiente y se mide el asentamiento o descenso que sufrió la mezcla con respecto a la altura del cono. La consistencia es uno de los principales indicadores de trabajabilidad de los concretos, pero no el único, por ejemplo, pueden existir dos mezclas de igual consistencia (asentamiento) pero no necesariamente de igual trabajabilidad, porque pueden tener distinta viscosidad e incluso resistencia a la segregación. El ensayo de asentamiento es usado como herramienta para el diseño de mezcla de concretos normales y concretos de alto desempeño, la búsqueda de un asentamiento fijo para una resistencia mecánica dada, se logra mediante cambios en la dosificación de la mezcla de concreto hasta lograr el objetivo deseado.

Por la consistencia los concretos pueden agruparse como:

Tabla 5

Clasificación mezclas según asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	<2"	poco trabajable	Vibración normal
Plástica	2-4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluidos	> 6"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: (Abanto, 2013)

En concretos de consistencia normal (plásticos y blandos}, es común medir solamente los asentamientos, sin embargo, en mezcla fluidas, además del asentamiento, también se mide la extensión que alcanzó el flujo de la mezcla.

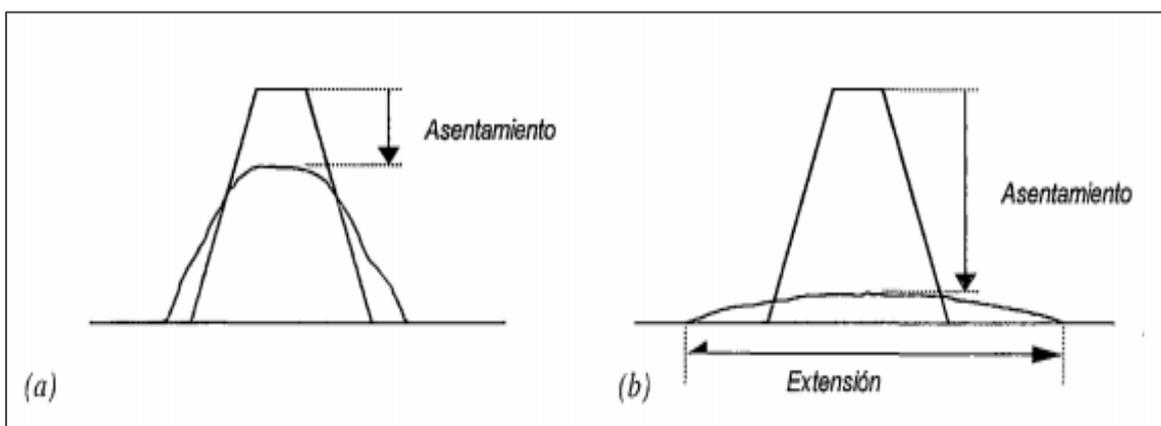


Figura 2: Medición de asentamiento y extensión. (Fuente: Pérez, 2007)

1.7.3.3 Compacidad

(Gonzalez, 2003), señala que es un factor característico de la trabajabilidad y está relacionado con la compactibilidad, y es la propiedad que debe tener todo concreto de modo que en un volumen fijo quepa la mayor cantidad de agregado grueso y la mayor cantidad de pasta. En estas condiciones se obtendrá un concreto muy denso de gran resistencia y más impermeable, es decir, muy estable cuando está endurecido.

Según (Rivva E. L., 2006), la compacidad es la capacidad de acomodamiento que tienen las partículas de los ingredientes sólidos que lo componen y se define como la cantidad de materiales sólidos (en volumen absoluto) por unidad de volumen del concreto. La compacidad depende de la calidad y cantidad de los ingredientes del concreto. La correcta distribución de sus componentes, a través de la masa, es importante para mantenerlo tan sólido como sea posible.

1.7.3.4 Peso unitario (NTP 339.046, ASTM C138)

El peso unitario de un concreto es la relación entre el peso de un concreto fresco compactado y el volumen del recipiente que lo contiene, es decir nos indica cual es el peso del concreto por unidad de volumen. El procedimiento de dicho ensayo es muy simple se compacta una muestra de concreto fresco de la misma manera que en el ensayo de asentamiento en un recipiente normado, posteriormente se pesa dicha muestra y se divide el peso de ésta entre el volumen del recipiente. El peso unitario real del concreto generalmente no es igual al peso unitario teórico obtenido del diseño de mezcla, por lo tanto, este ensayo es una manera de controlar la uniformidad del concreto y de sus materiales componentes.

1.7.3.5 Contenido de aire

(Gonzalez, 2003), en el proyecto de Tesis citado agrega que esta es una propiedad que tiene todo concreto, puesto que el aire es un volumen integrante de una mezcla y su presencia es inevitable. La importancia radica en el porcentaje de aire que contenga una mezcla y el cómo manejarlo para que su presencia no afecte las propiedades requeridas.

El contenido de aire influye en concretos que no hayan tenido una buena dosificación, transporte y compactación, originando cangrejeras formando un porcentaje de aire indeseable, constituyéndose en vías de ataque para los agentes climáticos.

Una cantidad significativa de material que pase la malla N° 200, especialmente en la forma de arcilla, puede reducir el contenido de aire en el concreto y obligar a que se emplee más aditivo incorporado de aire para obtener los mismos resultados.

1.7.3.6 Segregación

(Aybar, Miguel De La Torre), indica que:

La segregación representa el estado opuesto de la homogeneidad, se define como la descomposición mecánica del concreto fresco en sus partes constituyentes cuando el agregado grueso tiende a separarse del mortero.

Otras causas de segregación menos usuales puede ser el empleo del agregado grueso cuya gravedad específica difiere apreciablemente de la que tiene el agregado fino. Otra puede ser el empleo del agregado grueso cuyo tamaño máximo excede las dimensiones del elemento estructural. Este es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciéndose en el elemento llenado bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejas, etc.

(Gonzalez, 2003), manifiesta que en la etapa de producción de concreto en obra se tiene que tener bastante cuidado, puesto que generalmente los procesos de transporte, colocación, y compactación del concreto son las causas externas del fenómeno de segregación.

Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejas, etc.

1.7.3.7 Exudación

(Aybar, Miguel De La Torre), manifiesta que se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Este fenómeno ocurre momentos después que el concreto ha sido colocado en el encofrado.

Según (Pasquel, 1998) *“la exudación está gobernada por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades”*. Esta reacción en el concreto fresco es inevitable, pues es una propiedad inherente de su estructura, pero es muy importante evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos adversos que pueda ocasionar.

(Azang, 2017), Indica que, a consecuencia de la exudación, la parte superior de cada capa de concreto colocada puede quedar demasiado húmeda y si el agua queda atrapada por el concreto sobrepuesto, da por consecuencia una capa porosa débil y no perdurable de concreto. Si el agua exudada se vuelve a mezclar durante el acabado de la superficie superior, resultará una superficie de desgaste débil.

1.7.3.8 Tiempo de fraguado

Las mezclas de concreto mantienen su trabajabilidad durante cierto tiempo luego del cual empiezan a perder esa plasticidad que las caracteriza, a ese proceso se denomina fragua del concreto y el tiempo en el que se desarrolla está caracterizado por: el Tiempo de Fragua Inicial, tiempo en el cual el concreto empieza a perder la plasticidad que la caracteriza; y el Tiempo de Fragua Final, en el que la mezcla de concreto ya perdió toda capacidad de deformación (NTP 339.082, ASTM C403).

(Azang, 2017) Indica que es esencial que la fragua del cemento no sea ni demasiado rápida ni demasiado lenta. En el primer caso, no hubiese tiempo suficiente para transportar y colocar el concreto en las formaleas ya que éste se rigidizaría rápidamente. En el segundo caso, se producirán atrasos en el trabajo y usos de la estructura.

1.7.3.8.1 Factores que afectan el tiempo de fraguado del concreto

En su investigación “Tiempo de Fraguado del Hormigón” (Gabalec, 2008); sostiene que los factores más importantes son:

Temperatura/ clima. El aumento de la temperatura reduce el tiempo de fraguado. La disminución de la temperatura aumenta el tiempo de fraguado. La hidratación parará cuando la temperatura esté cerca de 0°C. La exposición a la luz del sol y las condiciones ventosas también influyen en el fraguado, especialmente en la superficie, en gran parte debido a los efectos de calor y refrigeración por evaporación.

Relación agua – cemento (a/c). Una relación a/c más baja reduce el tiempo de fraguado.

Contenido de cemento/adiciones. El aumento del contenido de cemento reduce el tiempo de fraguado.

Tipo de cemento. La química del cemento afectará fuertemente el tiempo de fraguado.

Aditivos químicos. Los aditivos aceleradores y retardadores se utilizan deliberadamente para controlar el tiempo de fraguado. La sobredosis de algunos reductores de agua puede dar lugar al retraso del fraguado.

Tiempo de adición de los aditivos. La adición retrasada de algunos reductores de agua puede evitar la rigidización temprana o el retraso.

Mezclado. La mejora del mezclado influye en la hidratación mejorando la homogeneidad y la dispersión de los reactivos y, así, también acelera el fraguado.

1.7.4. Propiedades del concreto en estado endurecido.

1.7.4.1 Módulo de elasticidad (ASTM C469)

El módulo de elasticidad es una medida de las propiedades elásticas del concreto, también es un indicador de su rigidez. Como el concreto no es un material linealmente elástico, no presenta en ningún momento algún tramo recto (ley de Hooke), por lo tanto, el denominado "Módulo de Elasticidad del Concreto" es simplemente la pendiente de la secante a la curva esfuerzo - deformación desde el origen a un punto de esfuerzo determinado (40% de la resistencia a la compresión). Para determinar el módulo de elasticidad se utilizó el método de los Niveles Ópticos cuyo equipo característico son los "Espejos de Martens". El procedimiento consiste en obtener lecturas de la deformación que sufre una probeta de concreto, similar a las usadas en los ensayos de compresión y tracción por compresión diametral, esta lectura se obtiene en los espejos del equipo de Martens al aplicar una carga de compresión axial.

1.7.4.2 Resistencia a la compresión (NTP 339.034, ASTM C39)

La resistencia a la compresión del concreto es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin agrietarse o romperse, es la propiedad más característica del concreto y que además define su calidad. Se determina mediante ensayos de probetas cilíndricas normales de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, moldeadas y curadas de acuerdo a norma y que son sometidas a compresión axial en máquinas especiales de laboratorio. La resistencia en general del concreto aumenta conforme pasa el tiempo y depende principalmente del contenido de humedad que tiene durante ese tiempo. Se sabe que la resistencia a la compresión es función de la relación agua/cemento principalmente, por ello la búsqueda de resistencias elevadas y con ello mayor durabilidad, involucra obtener relaciones a/c más bajas.

1.7.4.3 Absorción (ASTM C642-90)

Es la propiedad de los concretos endurecidos por la cual absorben fluidos del medio que los rodea, esta absorción de fluidos es un indicador de durabilidad de los concretos, porque la mayor absorción de estos materiales indica que se tiene un concreto muy permeable y en el que pueden ingresar fácilmente sales, sulfatos y otros materiales muy dañinos para el concreto, desde el medio que lo rodea.

El procedimiento para medir dicha absorción utiliza agua y consiste en obtener el peso seco de una muestra de concreto endurecido, para luego sumergir dicha muestra en un recipiente

con agua hasta lograr peso constante, después se compara el peso de agua absorbido con el peso seco de la misma muestra y así se obtiene el porcentaje de agua absorbida por el concreto. La muestra de concreto fue una probeta cilíndrica de 10 cm de diámetro y 20cm. de altura.

1.7.5. Curado del concreto.

(Abanto, 2013) Define como al “*curado como el proceso 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 curado es deficiente, el cemento no se hidratará adecuadamente y la resistencia obtenida será menor a la resistencia de diseño.

(Rivera) Sostiene que el curado es una de las operaciones más importantes en las construcciones con hormigón y lamentablemente una de las más descuidadas. Un buen curado aumenta la resistencia y durabilidad y en general todas las propiedades del concreto endurecido. El endurecimiento se produce con la hidratación, continúa solamente si no falta agua y si la temperatura es adecuada.

(Abanto, 2013) Señala que el concreto alcanza el 70% de su resistencia especificada a los 7 días del vaciado, entonces la resistencia final depende en gran manera de las condiciones de humedad y temperatura inicial.

(Rivera) Indica que “*hay tres sistemas muy usados para curar el concreto. Los dos primeros proporcionan la humedad requerida, con el fin que el concreto desarrolle completamente su resistencia potencial y durabilidad, el tercero aumenta la temperatura por lo tanto se incrementa el desarrollo de la resistencia*”. Pero por tratarse del propósito de la investigación, nos centraremos en los dos primeros métodos ya mencionados.

a) Mantenimiento un medio húmedo mediante aplicación continua o frecuente de agua.

Los procedimientos por este sistema pueden ser: la inmersión del elemento de concreto en agua, el uso de rociadores de agua, usando materiales que se mantengan saturados de agua como: aserrín, fique y algodón húmedos colocados sobre la estructura; empleando arena, tierra de contenido orgánico nulo y paja o heno húmedos sobre el concreto.

b) Evitando la pérdida de agua, usando materiales sellantes.

Son laminas o membranas colocadas sobre el concreto para evitar la pérdida de humedad; o parafinando el elemento de hormigón. Algunos de estos materiales son poco costosos y fáciles de manejar; entre ellos está la película plástica, que puede ser blanca

o negra, usada en estado de clima muy soleado. Otro material es el papel impermeable que funciona similar a la película plástica. Los compuestos líquidos que forman membrana como las ceras, resinas y disolventes de alta volatilidad se pueden usar inmediatamente el agua libre ha desaparecido de la superficie.

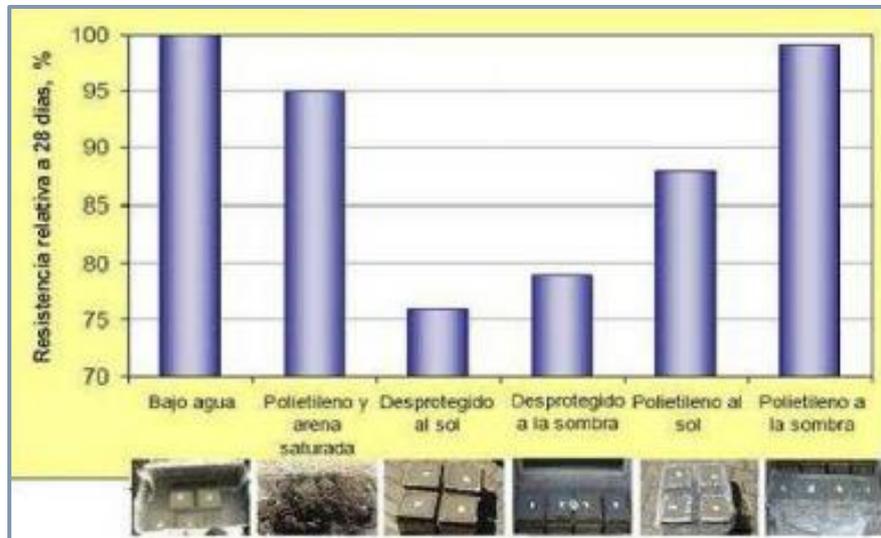


Figura 3: Relación de la resistencia a los 28 días vs El tipo de curado. (Fuente: Control de calidad del concreto – DINO).

1.7.6. Tipos de fracturas en los cilindros de concreto.

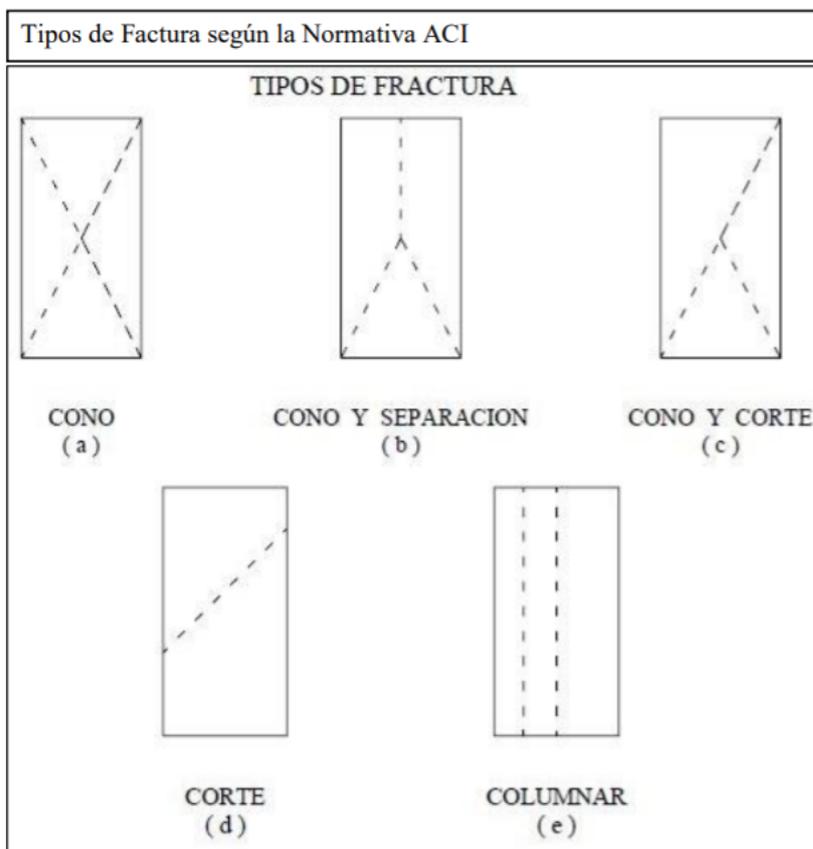


Figura 4: Tipos de Fractura en probetas de Concreto, según la Normativa ACI (Fuente: UTPL, 1976)

1.2.6.1 Según Normativa ACI.

1.7.7. Efectos del clima cálido en las propiedades del concreto.

El Comité ACI 305, define climas calurosos como cualquier combinación de altas temperaturas ambientales, altas temperaturas del concreto, baja humedad relativa, radiación solar y baja humedad relativa del concreto son más pronunciadas con el incremento en la velocidad del viento y pueden llevar a la rápida evaporación de la humedad, la causa principal del agrietamiento por retracciones plásticas en el concreto.

1.7.7.1 Propiedades afectadas en estado fresco.

1.7.7.1.1 Trabajabilidad y pérdida de trabajabilidad.

La temperatura juega un papel muy importante en la trabajabilidad del hormigón, es bien sabido que, bajo condiciones de clima cálido, se requiere una mayor cantidad de agua para una determinada consistencia o asentamiento. Por ejemplo (Soroka, 1993), Que basado en datos experimentales indica que un aumento de 10 °C en la temperatura del hormigón tiene como consecuencia la disminución en el asentamiento inicial de aproximadamente 25 mm; de igual forma, por cada 10 °C de aumento en la temperatura del hormigón, se necesitarán de 4 a 6 kg/m³ de agua para mantener un mismo asentamiento. El efecto de la temperatura en la demanda de agua es principalmente producido por su efecto en la velocidad de la hidratación del cemento y también en la tasa de evaporación del agua.

(Lozano, 2005) Indica que es necesario aclarar la diferencia entre la trabajabilidad y la pérdida de trabajabilidad. El asentamiento o índice de trabajabilidad deber ser determinado lo más pronto posible después del amasado del hormigón. El hormigón en estado fresco se va rigidizando con el tiempo y perdiendo trabajabilidad; este fenómeno es conocido como “pérdida de trabajabilidad”. La pérdida de trabajabilidad es producida por la hidratación del cemento, evaporación del agua de amasado y la absorción de los áridos de esta agua.

La actuación conjunta de estos efectos junto con el hecho de que la formación de los productos de hidratación consume parte del agua de la mezcla, tendrán como resultado una pérdida de agua libre, que se manifestará finalmente en la reducción del efecto lubricante del agua en el hormigón.

1.7.7.1.2 Tiempos de fraguado.

Por otra parte, (*Código Modelo CEB-FIP, 1990*), indica que la velocidad de cualquier reacción química es tanto mayor cuanto más alta sea la temperatura a la que ésta tiene lugar; así, a 35 °C el endurecimiento es casi dos veces más rápido que a 20 °C.

En algunos estudios hechos sobre los tiempos de fraguado inicial y final del hormigón en función de variables como la temperatura ambiental, la humedad relativa y la velocidad del viento, se encuentra que el incremento de temperatura y velocidad del viento aceleran el fraguado inicial y final del hormigón, de igual forma, un incremento en la humedad relativa tiene un efecto retardante en los fraguados inicial y final del hormigón (Ahmadi, 2000, págs. 511-514. Vol. 33).

Es evidente de que el fraguado es una de las propiedades directamente afectadas por la influencia de las altas temperaturas.

De esa manera (Gabalec, 2008) indica que:

La temperatura es uno de los parámetros que más influencia tienen en el desarrollo de resistencias del hormigón: un incremento de la temperatura hará que la mezcla madure más rápidamente que cuando ésta permanece constante. Esto se debe a una aceleración de la reacción de hidratación, que es térmicamente activada. Además, la temperatura puede provocar efectos adversos en el hormigón:

Una temperatura del hormigón demasiado elevada al inicio de la hidratación puede conducir a una pérdida permanente de resistencia.

Grandes variaciones de temperatura pueden generar la fisuración del hormigón.

1.7.7.1.3 Retracción plástica y fisuración.

Según (Lozano, 2005) ; la retracción plástica es un fenómeno característico del hormigón fresco, motivado por la tensión capilar del agua en el interior de los poros y que tiene lugar durante las primeras horas después de amasado el hormigón. Es frecuente su presencia en losas de gran superficie, y suele coincidir su aparición con el momento en el que desaparece el brillo de la superficie húmeda del hormigón por la evaporación del agua.

Si por las razones que sean, la pérdida de agua en la superficie excede de la cantidad aportada por la exudación, se invierten las fuerzas capilares en el interior de los poros, y se produce un vacío en la masa del mismo. Durante este proceso, si la disminución de volumen está coaccionada en zonas próximas a la superficie por donde ha tenido lugar la evaporación del agua, bien sea por el árido grueso, bien por las armaduras o el encofrado, al estar el concreto en estado fresco y no tener ninguna resistencia, la probabilidad de que se fisure es muy elevada.

Una temperatura elevada y una baja humedad relativa o la combinación de ambas aceleran la retracción plástica del hormigón y si esta retracción está impedida se produce fisuración.(Almusallam, 2001)



Figura 5: Fisuras típicas por retracción plástica (Fuente: Elaboracion Propia)

(Palomino, 2017) Manifiesta que los elementos planos al estar sometidos a las condiciones atmosféricas tales que favorezcan la rápida evaporación del agua superficial (velocidad de exudación menor que la de evaporación), sufren una contracción diferencial que genera fisuras cortas y de poca profundidad. A pesar que el interior del concreto restringe la contracción, se desarrollan esfuerzos de tracción que exceden la resistencia temprana del concreto.

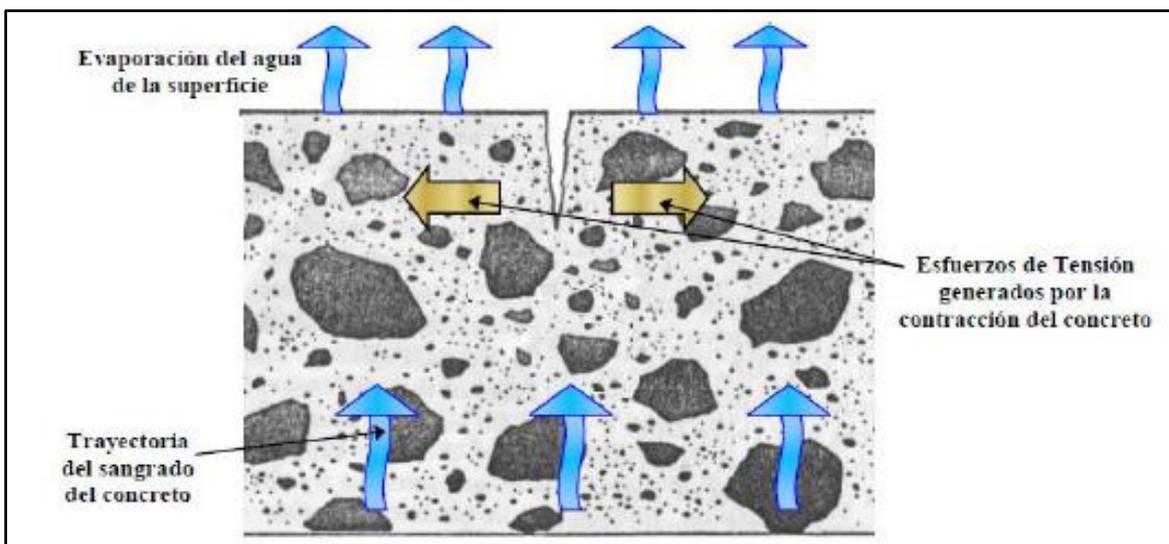


Figura 6: Dirección de los esfuerzos de tracción, que se forman por retracción plástica. (Fuente: Ministerio de Obas Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano de la Republica de El Salvador).

En la **Figura 7**: se muestra la relación de la retracción a la medida que van aumentando los días, pero para tres diferentes humedades relativas (50%, 70% y 100%).

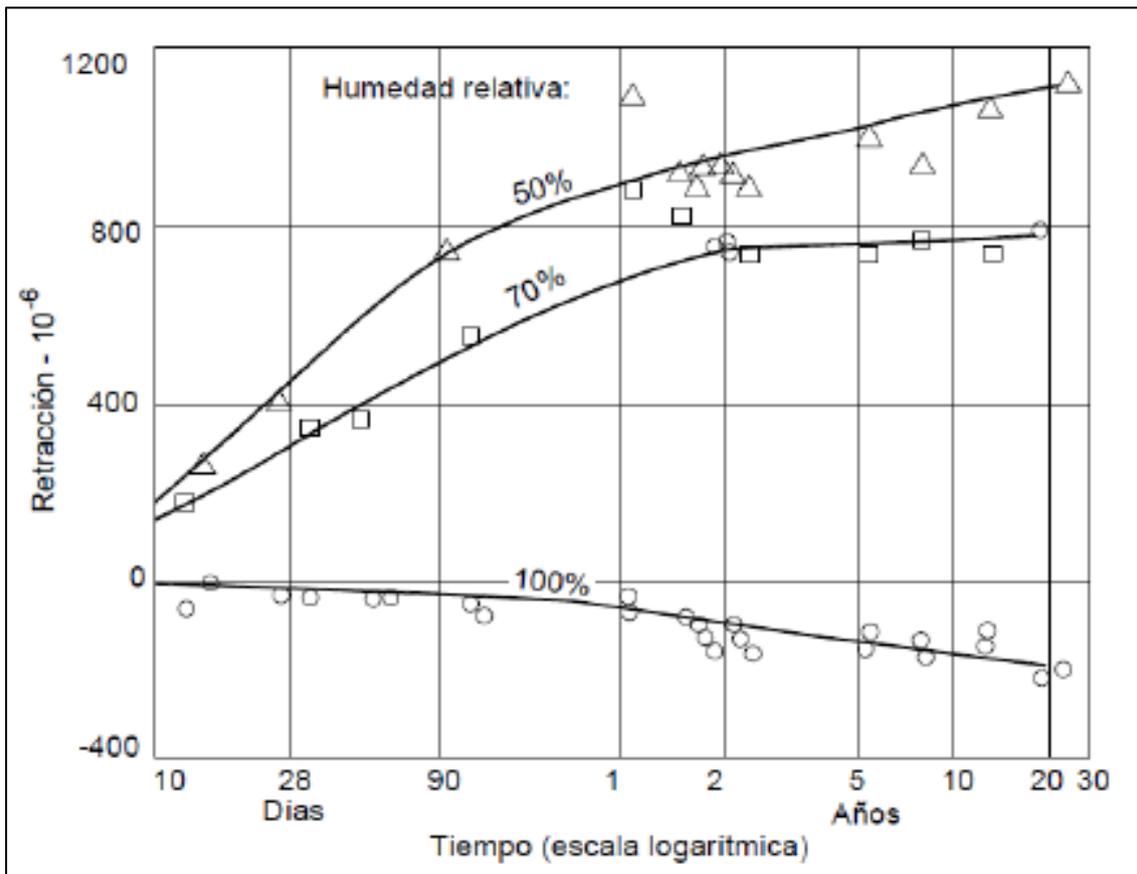


Figura 7: Relaciones entre la retracción y el tiempo para concretos almacenados a diferentes humedades relativas. (Fuente: Comité ACI 224).

1.7.7.2 Propiedades afectadas en estado endurecido.

1.7.7.2.1 Resistencia mecánica.

Una elevada temperatura, una baja humedad relativa y una alta velocidad del viento, o la combinación de estos factores pueden ocasionar problemas durante la fabricación, colocación, compactación y curado del hormigón, de igual forma estas condiciones existentes en climas cálidos pueden también afectar al comportamiento del hormigón en estado endurecido. (Lozano, 2005)

Las propiedades del hormigón en estado endurecido que están afectadas más radicalmente por estos factores son: el desarrollo de la resistencia a compresión y la estructura porosa. Varios estudios en este sentido, indican que las condiciones de contorno en climas cálidos aceleran la resistencia del hormigón a edad temprana, mientras que la resistencia a edades posteriores tiende a disminuir. (Almusallam, 2001)

Según (Soroka, 1993) :

La temperatura tiene efectos sobre la resistencia del hormigón sobre (i) la velocidad de hidratación, (ii) la naturaleza de la estructura del hormigón y (iii) la velocidad de evaporación y el resultante secado del hormigón. Generalmente, debido al incremento en la velocidad de hidratación, la temperatura acelera la ganancia de resistencia a edades tempranas, sin embargo, la resistencia a edades posteriores será perjudicada. Lo anterior es debido a que bajo temperaturas elevadas la porosidad de la pasta de cemento es mayor y menos uniforme.

1.7.7.2.2 Durabilidad.

La durabilidad del hormigón está en función de algunos agentes agresivos y procesos determinados, y sus efectos sobre el hormigón pueden ser acrecentados por la influencia de la temperatura. (Lozano, 2005)

1.7.7.2.3 Permeabilidad.

La temperatura tiene efectos sobre la porosidad del hormigón, tanto, sobre el tamaño de los poros como sobre la distribución de éstos. La exposición a altas temperaturas de un cemento en estado de hidratación produce un sistema poroso más grueso. Debido a que la permeabilidad está determinada por la porosidad del sistema, la permeabilidad puede ser incrementada en función de la temperatura. (Lozano, 2005)

1.7.7.2.4 Ataque por sulfatos.

Según (Lozano, 2005):

La vulnerabilidad de un hormigón a sufrir deterioro por ataque de sulfatos viene determinada por la composición del cemento, el contenido de cemento, la relación agua/cemento, la presencia de adiciones minerales como puzolanas y la temperatura.

Como se ha visto, las reacciones químicas son aceleradas considerablemente por efecto de la temperatura. Por lo tanto, es de esperarse que la intensidad de un ataque por sulfatos sea incrementada por efecto de la temperatura.

1.7.7.3 Parámetros térmicos ambientales.

Los parámetros climáticos que en general causan daños o efectos negativos en la elaboración del concreto son la temperatura ambiente, la radiación solar y la velocidad del viento.

1.7.7.3.1 Temperatura ambiente.

La Norma E.060 indica que cuando la temperatura ambiente sea menor que 5° C o mayor que 35° C, debe llevarse un registro de las temperaturas del concreto y de la protección dada al concreto durante su colocación y curado.

Cuando la temperatura interna del concreto durante el proceso de hidratación exceda el valor de 32° C, deberán tomarse medidas para proteger al concreto.

(Gutierrez, 2017) indica que en el proceso de fraguado cuando las temperaturas de la superficie y cerca de la superficie decrecen en la noche, y la temperatura interior del concreto permanece alta, crea deformaciones por tracción que pueden exceder la capacidad de deformación del concreto. Es necesario tener un control de la temperatura del medio ambiente y en función al tipo de clima considerar medidas para contrarrestar los efectos adversos.

En el Plan de Desarrollo urbano elaborado por la Municipalidad Provincial de San Martín (2011) la temperatura en la ciudad de Tarapoto tiene una media anual de 33.3 °C, con máximas que pueden llegar a 38.8 °C; además indica que Tarapoto tiene una humedad relativa media anual de 77%.

1.7.7.3.2 Radiación solar.

Según (Lozano, 2005):

Los efectos de este parámetro sobre los áridos resultan en un incremento de su temperatura, lo que a su vez supondrá problemas al hormigón en sus dos facetas (fresco y endurecido). Respecto al efecto de la radiación solar sobre el hormigón en estado fresco y en edades muy tempranas, tiene repercusiones negativas ya que, asimismo, incrementa la temperatura de éste, ocasionándole una excesiva evaporación de agua y los daños adicionales que se han mencionado.

1.7.7.3.3 Velocidad del viento.

(Lozano, 2005) Sostiene que la velocidad del viento afecta a las propiedades del hormigón en estado fresco, bajo el mecanismo principal de la evaporación del agua del hormigón. Posteriormente este efecto tiene consecuencias sobre las propiedades del hormigón en estado endurecido, principalmente sobre la resistencia mecánica y la durabilidad, ya que la hidratación del cemento no es completa, lo que disminuye las propiedades mecánicas y la impermeabilidad.

En la ciudad de Tarapoto según el Plan de Desarrollo urbano elaborado por la Municipalidad Provincial de San Martín (2011), indica vientos persistentes de dirección Norte de velocidad media de 3.2 Km. /hora y en menor porcentaje de dirección Sur con velocidad media de 6.3 Km. /hora.

La Figura 8: muestra la magnitud de agua evaporada en función de la temperatura del hormigón, la humedad relativa ambiental y la velocidad del viento.

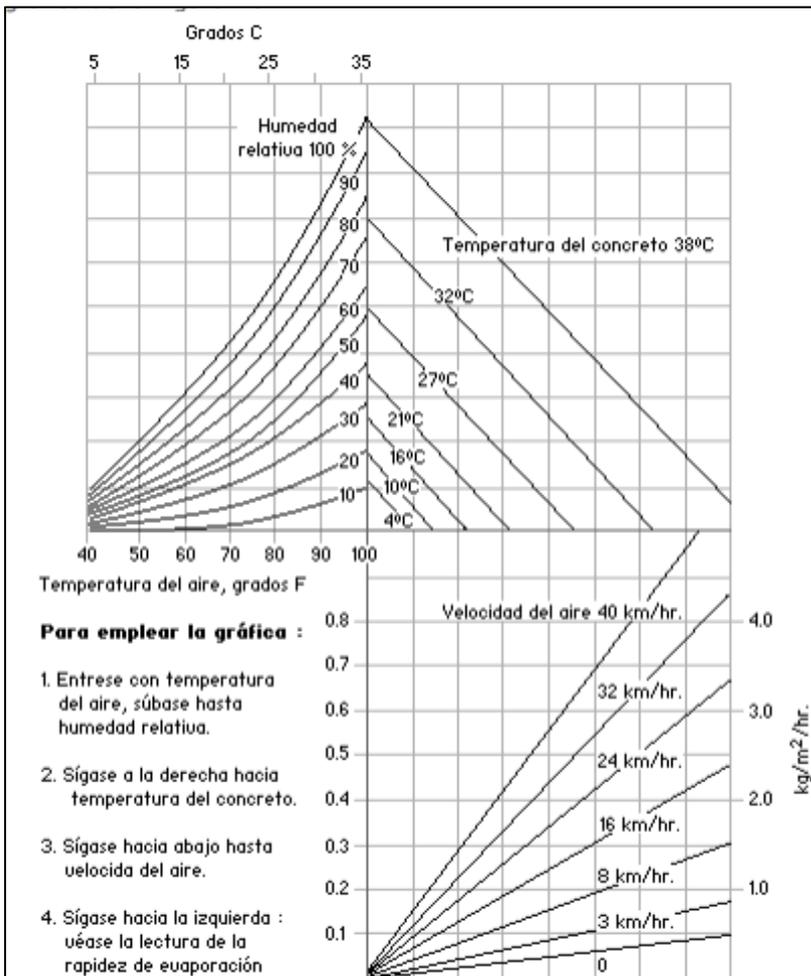


Figura 8: Evaporación del agua superficial del hormigón. (Fuente: ACI Committee 305, 1991).

Para utilizar el ábaco se seguirá el procedimiento siguiente:

Iniciar con la temperatura ambiente, y luego avance hacia arriba a la humedad relativa.

Avance hacia la derecha a temperatura del concreto.

Descienda a la velocidad del viento.

Retrocede hacia la izquierda, para obtener la velocidad aproximada de evaporación.

1.7.7.4 Temperaturas de los componentes del concreto.

1.7.7.4.1 Temperatura del cemento.

(Lozano, 2005) El cemento representa alrededor del 15% de la masa del concreto en peso. La temperatura del cemento (corroborado en laboratorio y en obra) no presenta un efecto significativo en las propiedades de los hormigones. Debido a su bajo calor específico y a su relativa baja proporción en las mezclas, presenta un efecto reducido en la temperatura del hormigón, en este caso la temperatura de los áridos y del agua de amasado presenta mayor incidencia que el cemento.

1.7.7.4.2 Temperatura de los agregados.

(Lozano, 2005) Los agregados del concreto son los materiales inertes que ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total de la mezcla, si se reduciría la temperatura en los agregados, disminuiría de forma muy significativa la temperatura del hormigón. Sin embargo, debido al calor específico, que es del orden de 0,22 aprox. Respecto al del agua, requiere más tiempo y de más recursos energéticos que, por ejemplo, el agua. La figura N° 13, muestra el efecto de la temperatura de los agregados en la temperatura final del concreto; el cual es el componente de mayor influencia en la temperatura final del concreto.

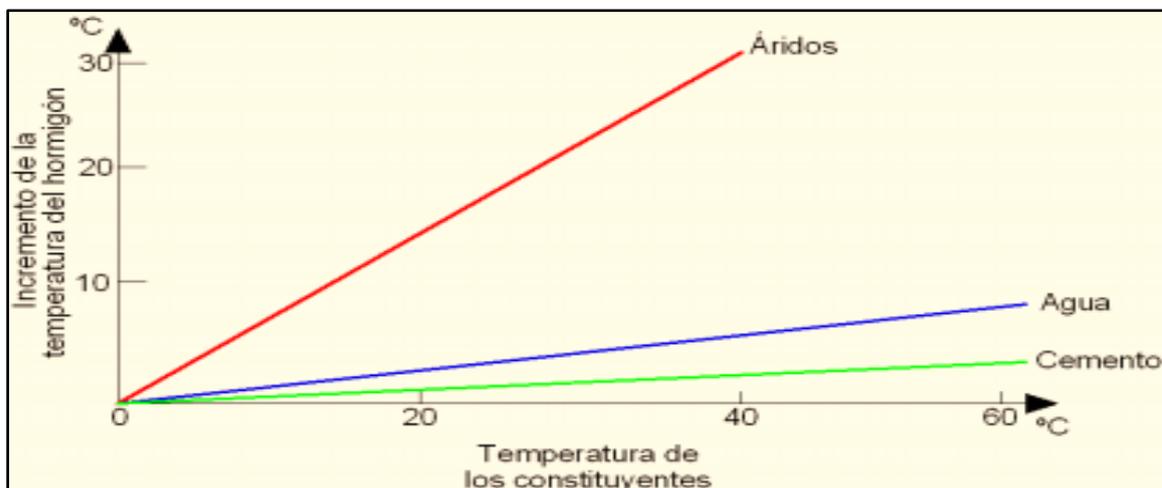


Figura 9: Incremento de la temperatura del concreto en función de sus componentes. (Fuente: Lozano, 2005).

1.7.7.4.3 Temperatura del agua.

(Lozano, 2005) El agua representa alrededor del 7,5% de la masa del hormigón en peso. La temperatura del agua tiene la ventaja de poder ser más fácilmente controlada (calor específico = 1), y a pesar de que se emplea en menores cantidades que los otros

constituyentes, el uso de agua fría efectuará una moderada reducción en la temperatura del hormigón. Además, siempre que sea permisible puede agregarse hielo como reemplazo del agua de amasado, aunque solo es aplicable en casos muy específicos, ya que los costes se incrementan.

1.7.7.5 Temperatura inicial del concreto.

La temperatura inicial del concreto es un factor muy importante para el desarrollo de la temperatura máxima, de tal forma que, si la temperatura inicial es mayor, alcanzará una mayor temperatura final. Por lo tanto, es esencial controlar la temperatura al inicio en elementos de grandes volúmenes. La temperatura inicial del concreto fresco 'Ti' puede ser calculada mediante la siguiente fórmula (NRMCA, 1962):

$$T = \frac{0.22(T_a M_a + T_c M_c) + T_w M_w}{0.22(W_a + W_c) + W_w} \quad (1)$$

Donde:

Ti = temperatura inicial del concreto (°C).

T_a = temperatura de los agregados(°C).

T_c = temperatura del cemento (°C).

T_w = temperatura del agua de la mezcla (°C).

W_a = masa de los agregados (kg).

W_c = masa del cemento (kg).

W_w = masa del agua de mezcla (kg).

El valor de 0.22 es la relación aproximada entre el calor específico de los componentes del concreto y el calor específico del agua. En realidad, la temperatura inicial del concreto será un poco mayor que la calculada mediante esta ecuación debido a la energía mecánica del proceso de mezclado del concreto.

1.7.7.6 Métodos de minimización de los efectos negativos.

(Lozano, 2005) Para poder evadir los problemas que conlleva la climatología cálida en los procesos de fabricación y de construcción, así como en las propiedades del concreto en

estado fresco y endurecido, es necesario aplicar algunas recomendaciones prácticas, sin tener en ningún caso una metodología o proceso sistemático aplicado.

La clave para tener éxito en las tareas de hormigonado en climas cálidos es llevar a cabo una debida planeación y preparación. Mediante una cuidadosa selección de materiales y procesos de construcción, los fabricantes de hormigón y los usuarios de éste podrán evitarse muchos problemas.

1.7.7.6.1 Adición de Puzolanas.

Según (Gutierrez, 2017) las puzolanas en el concreto masivo pueden utilizarse para reducir la generación de calor, mejorar la trabajabilidad, minimizar la posibilidad de potencial daño por la reactividad álcali-agregado y el ataque de sulfatos.

1.7.7.6.2 Adición de Escoria.

(Gutierrez, 2017) indica que, si se trabaja con cemento portland Tipo I, se puede utilizar proporciones de hasta 70% de escoria finalmente pulverizada del material cementoso total, donde esta adición de escoria llega a reducir la velocidad de la generación de calor.

1.7.7.6.3 Enfriamiento de los áridos por evaporación.

(Lee, 1989, págs. págs. 791-796, Vol 34, N° 9) Simplemente empapando los acopios de áridos con agua, estos pueden ser enfriados por evaporación, sin embargo, la efectividad de este proceso está limitada al nivel de humedad relativa. Un árido húmedo no se enfría tanto en un clima húmedo debido a que la humedad relativa es mayor y la evaporación menor. Asimismo, utilizando este método de enfriamiento de áridos, no será posible bajar su temperatura más allá de la temperatura ambiental medida con bulbo húmedo.

1.7.7.6.4 Utilización de agua fría.

(Nambiar, O.N.N. y Krishnamurthy, V., 1984, págs. 67-73, Vol. 58, No 3) La utilización de agua fría para la producción de hormigón preparado puede hacerse mediante dos formas: ya sea que los áridos sean empapados en agua fría por un período de tiempo, o bien, rociándola directamente sobre éstos. En ambos casos, se deberá dar el tratamiento un tiempo suficiente para dejar escurrir el agua excedente, si no la trabajabilidad y la resistencia serán más difíciles de controlar.

(Gutierrez, 2017) Sostiene que a pesar que la temperatura del concreto dependa principalmente de los agregados, el enfriamiento del agua puede ser eficiente. Por su calor específico alto en comparación con los otros componentes del concreto.

1.7.7.6.5 Adición de hielo.

El hielo puede ser agregado como sustitución parcial o total del agua de la mezcla con el objetivo de disminuir la temperatura del concreto.

(Lozano, 2005) El hielo puede estar machacado o en “hojuelas” de no más de 10 mm de tamaño, lo cual hace que el hielo se mezcle totalmente en la masa del hormigón antes de que este sea vaciado y colocado. Se ha registrado experimentalmente (Nambiar, O.N.N. y Krishnamurthy, V., 1984) que la temperatura del hormigón fresco puede ser reducida en 1 °C mediante la adición de aproximadamente 7 kg de hielo por metro cúbico.

1.7.7.6.6 Uso de Aditivos.

Los aditivos son de naturaleza orgánica o inorgánica, estos componentes pueden generar modificaciones en las propiedades del concreto y de esa manera asegurar la calidad del concreto.

(Rodríguez, 2005) En su investigación *“Estudio de las características físico mecánicas del concreto en clima cálido”* recomienda el uso de aditivos plastificantes en climas cálidos, ya que con el uso de estos se logra obtener resistencias por encima de las resistencias obtenidas en condiciones normales: A los 7, 21 y 28 días se obtuvieron resistencias de 37% 10% y 4% respectivamente por encima de las resistencias obtenidas en condiciones normales.

Además, nos señala que el uso de aditivo curador no fue beneficioso en cuanto a la resistencia del concreto, puesto que con el uso de este aditivo en los primeros días se obtuvo una resistencia mayor que la obtenida en condiciones normales, sin embargo, a los 28 días esta resistencia bajo con respecto a la obtenida en condiciones normales en 14 %.

En la ciudad de Chiclayo donde en verano se presencia altas temperaturas llevo a que (Llamo, Lenin & Rodríguez, Santos, 2018) En su investigación *“Evaluación de la eficiencia de los aditivos Sikament Tm-140 y Chemament 440 en la elaboración de concreto para zonas de clima cálido- desértico en Chiclayo – Lambayeque”*, utilizara aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440) en la mezcla de concreto ocasionó un aumento considerable en la resistencia especificada a la comprensión del concreto. Siendo mayores en ambos casos que el concreto patrón, siendo esta propiedad la más importante la cual mide la calidad del concreto. Además, indica que mejora la trabajabilidad de la mezcla, retardando el tiempo de fraguado, ideal para mantener el agua del diseño ante las temperaturas altas.

1.8. Definición de términos básicos.

Agua: (Abanto, 2013), indica que el agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

Absorción: (Aybar, Miguel De La Torre), manifiesta que la absorción es la cantidad de agua que puede absorber un agregado, expresado en porcentaje.

Agregado: (Association, 2004) Los agregados fino y grueso son componentes del concreto que ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto.

Aditivos: La norma ASTM C-123, los define como material diferente del agua, de los áridos y del cemento, que se emplea como un componente del concreto o mortero.

ASTM: American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para pruebas y Materiales).

Cemento portland: (Abanto, 2013), lo considera 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 minerales, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida.

Clima cálido: (Pasquel, Topicos de Tecnologia del Concreto, 1993) Una o más combinación de las siguientes condiciones que tienden a perjudicar la calidad del concreto fresco o endurecido acelerando la tasa de hidratación del cemento, o por otro lado causando resultados perjudiciales: Alta temperatura ambiente, alta temperatura del concreto, baja humedad relativa y alta velocidad del viento.

Concreto: Del Reglamento Nacional de Edificaciones, indica que es la mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Curado: Tratamiento que se da al concreto buscando condiciones favorables de humedad y temperatura del concreto por varios días después de su colocación.

Diseño de mezcla: Proceso que consiste en el proporcionamiento de los componentes que forman el concreto, con el fin de obtener las características deseadas del concreto.

Fraguado: (Garcia, 2013), sostiene que fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón (o mortero de cemento), producido por la desecación y re cristalización de los hidróxidos metálicos procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento.

Hidratación: Reacción química entre el cemento y el agua.

Módulo de fineza: Es 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. (Abanto, 2013).

NTP: Norma Técnica Peruana.

Peso específico: Es el peso entre el volumen sin vacío.

Peso unitario: Es el peso entre el volumen considerando los vacíos.

Probeta o testigo: Muestra del material, el cual será sometido a los estudios de sus propiedades mecánicas.

Trabajabilidad: (Abanto, 2013), lo sostiene como la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

Relación agua – cemento(a/c): Cociente obtenido al dividir las proporciones de agua y el cemento a usarse en el diseño de mezcla

Resistencia a la compresión: Es la carga máxima soportada por una unidad de área que resiste una muestra de concreto, antes de fallar por compresión.

Retracción o Contracción: Acortamiento del concreto que tiene lugar durante el fraguado. El concreto se contrae cuando pierde humedad por evaporación. (Gonzales M., 2017).

Sangrado: Tipo de segregación, en la que el agua de la mezcla tiene a subir a la superficie del concreto recién colocado motivado por la incapacidad de retención de los componentes solidos de todo el agua de mezclado cuando se asienten en el fondo del molde. (Pinchi, 1997).

1.9. Hipótesis

Mediante el uso de agua helada en la fabricación del concreto, se reducirá los efectos negativos en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, ocasionados por la presencia de altas temperaturas de ciudad de Tarapoto.

1.10. Sistema de Variables

1.10.1 Variable Independiente.

La temperatura del ambiente, en la ciudad de Tarapoto.

1.10.2 Variable Dependiente.

Resistencia a la compresión del Concreto de las probetas elaboradas.

1.11. Operacionalización de variables.

Variable independiente

Tabla 6

Operacionalización de variable independiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumento
La temperatura ambiente es aquella que puede ser medida en un sitio y momento determinado.	Temperatura moderada	<28°C	¿Cuál es la temperatura empleada para el diseño de mezcla en óptimas condiciones?	-Investigación bibliográfica. -Observación de laboratorio. -Fichas de registro
	Alta temperatura Ambiental	>28°C	¿Cuál es la temperatura máxima, con la que se puede elaborar concreto en la ciudad de Tarapoto?	-Investigación bibliográfica. -Fichas de registro

Fuente: Elaboración propia

Variable dependiente

Tabla 7

Operacionalización de variable dependiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumento
<p>Consiste en aplicar una carga axial al espécimen, en dirección de su eje longitudinal, que provoca un acortamiento de la misma y cuyo valor se irá incrementando hasta la rotura, nos permite determinar la resistencia de los materiales como las deformaciones del espécimen.</p>	Resistencia a compresión del concreto	Curado en laboratorio:	¿Cuál es el esfuerzo a la compresión máximo?	-Manual de ensayo de materiales.
		- 7 días.		-Ensayos de Laboratorio.
		- 14 días.		-Fichas de registro.
		- 28 días.		
		-Probetas expuestas a temperaturas de ambiente.	¿Cuál es el esfuerzo a la compresión máximo?	-Manual de ensayo de materiales.
		-Uso de hielo triturado en la preparación del concreto.		-Ensayos de Laboratorio.
				-Fichas de registro.

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Materiales utilizados.

2.1.1 Recursos Humanos.

Tesista, encargado de formular, planificar, desarrollar y supervisar todo el desarrollo del trabajo de investigación, para así alcanzar los objetivos planteados; para lo cual se trabajó en contante coordinación con el Ingeniero asesor, el técnico especialista del laboratorio y el jefe de laboratorio.

El asesor, profesional encargado en orientar y coordinar el desarrollo de la metodología de la investigación de este trabajo, con la finalidad de cumplir con estándares académicos y lograr satisfactoriamente los objetivos planteados.

Técnico especialista de Laboratorio, profesional especializado, quien con su experiencia brindo todas las facilidades y garantías para el uso del laboratorio durante los ensayos realizados, acompañando siempre a que se dé el uso adecuado de los equipos y materiales.

Jefe de Laboratorio, profesional responsable del Laboratorio, con quien se coordinó en todo momento durante el proceso de diseño, ensayos y pruebas, y que emitió una certificación final de las pruebas realizadas.

2.1.2 Recursos Materiales.

2.1.2.1 Agregado Grueso y Fino.

Tanto el agregado grueso chancado de 1” como el agregado fino se extrajeron de la cantera del Rio Huallaga (Sector Shapaja) y Rio Cumbaza (Sector 3 de Octubre) respectivamente, siendo los agregados de estas canteras más utilizados en las múltiples obras civiles de la ciudad de Tarapoto, puesto que el agregado grueso de la cantera del Rio Huallaga tiene una mayor resistencia al desgaste, y esfuerzos mecánicos; mientras que el agregado fino de la cantera del Rio Cumbaza por ser más limpia y tener un menor costo en comparación con la de otras canteras.

2.1.2.2 El Cemento.

En gran parte de la Región de San Martín incluyendo a la ciudad de Tarapoto se abastece con el CEMENTO EXTRAFORTE ICo (cemento Portland Compuesto), es el cemento más comercial en comparación con otras marcas debido al precio y la disponibilidad en el mercado de la ciudad, por tal motivo es que se elaboró los ensayo con este producto.



Figura 10: Cemento extraforte ICo. (Fuente: Cementos Selva S.A.)

El CEMENTO EXTRAFORTE ICo, es un cemento adicionado de uso general recomendado para columnas, vigas, losas, cimientos y otras obras siempre que estos no se encuentren en ambientes húmedos – salitrosos. Este tipo de cemento es producido por “Cementos Selva S.A” (subsidiaria de “Cementos Pacasmayo S.A.A.”), industria que se localiza en el distrito Elías Soplín Vargas, provincia de Rioja, departamento de San Martín.

Composición química		CSSA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	1,5	Máximo 6,0
SO ₃	%	3,2	Máximo 4,0
Propiedades físicas		CSSA	Requisito NTP 334.090
Contenido de aire	%	3	Máximo 12
Expansión en autoclave	%	0,09	Máximo 0,8
Superficie específica	cm ² /g	4950	No específica
Retenido en M 325	%	3,6	No específica
Densidad	g/ml	3,00	No específica
Resistencia a la rotura por compresión			
Resistencia a los 3 días	MPa (kg/cm ²)	22,1 (225)	Mínimo 13,0 (Mínimo 133)
Resistencia a los 7 días	MPa (kg/cm ²)	27,4 (279)	Mínimo 20,0 (Mínimo 204)
Resistencia a los 28 días	MPa (kg/cm ²)	33,4 (341)	Mínimo 25,0 (Mínimo 255)
Tiempo de fraguado			
Fraguado inicial	Minutos	174	Mínimo 45
Fraguado final	Minutos	299	Máximo 420

Figura 11: Composición química y propiedades físicas del Cemento (Fuente: Cementos Selva S.A.).

2.1.3 Recursos de equipos.

- Balanza Digital para determinar la Humedad.
- Mezcladora de concreto de Laboratorio.
- Moldes Cilíndricos de Plástico.
- Cono de Asentamiento de Abrams y varilla compactadora.
- Los Tamices.
- Balanza Electrónica de Precisión Estándar.
- Balanza Electrónica de Precisión Especiales
- Bandejas y Recipiente de Mezclado.
- Termómetro Digital tipo pluma TP3001
- Termómetro IR Fluke 62 MAX
- Dispositivo de compresión ADR 1500

2.1.4 Otros recursos.

En la elaboración del presente trabajo de investigación también se utilizaron los siguientes materiales y equipos de gabinete:

Material Bibliográfico

- Bibliografía
- Manual de diseño de mezclas de concreto ACI 211-1
- Norma E-060
- Normas Técnicas Peruanas (NTP)
- Normas ASTM

Material de Escritorio: CD-R. USB, papel A-4, Folder manila A-4, lapiceros, lápices, tinta para impresora, etc.

Software de Computo: Microsoft Office 2013 (Word, Excel y Power Point)

Internet : Acceso a información actualizada de libros, publicaciones, reglamentos, etc.

Hardware : Computadora Intel Core i7

Impresora : Epson L110 series.

2.2. Métodos.

2.2.1 Tipo y Nivel de investigación

La metodología a utilizar en la investigación es la EXPERIMENTAL – EXPLICATIVA, pues se realizará determinadas pruebas para establecer los efectos de las altas temperaturas en la resistencia a la compresión del concreto preparado y vaciado en obra, y como reducir dichos efectos, generando datos y resultados que serán explicados en una memoria que se presentará al terminar la ejecución del proyecto de tesis.

2.2.2 Universo y muestra

2.2.2.1 Población.

Estado – Laboratorio :03 muestra (diseño de mezcla estándar y de 100% de confianza).

Estado – Campo :15 muestras (diseño de mezcla estándar con variaciones de Temperatura.

Estado – Laboratorio :15 muestras (diseño de mezcla con uso de agua helada).

2.2.2.2 Muestra.

Se considera como muestra a los 99 especímenes de concreto elaboradas en laboratorio, en campo con presencia de altas temperaturas y con el uso de agua helada.

2.2.3 Diseño experimental de la investigación

El diseño de la investigación es el siguiente:

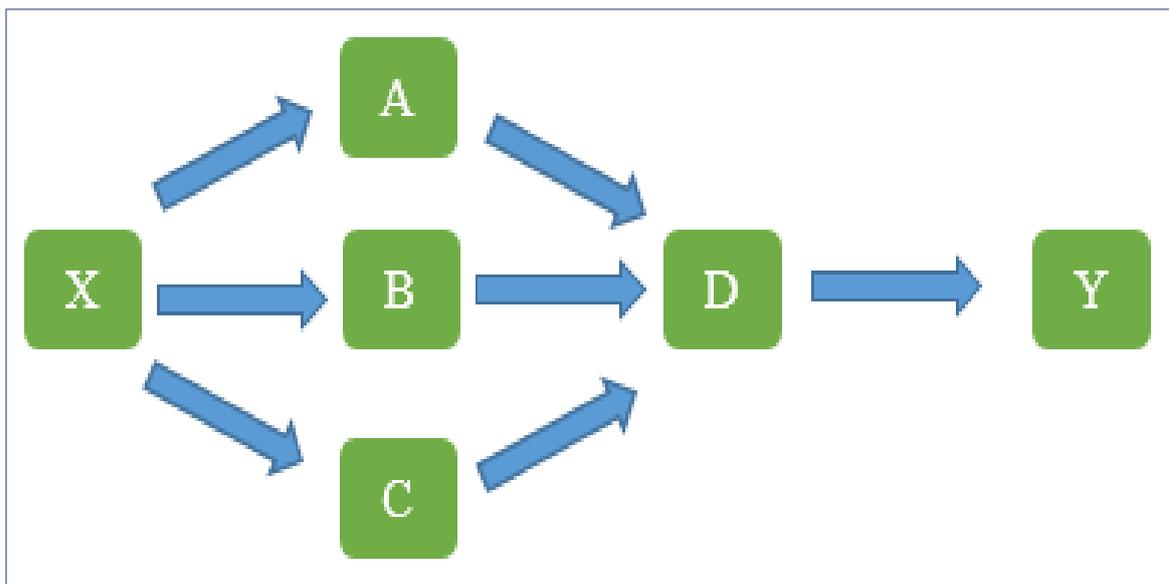


Figura 12: Metodología de la investigación (Fuente: Elaboración propia).

Siendo:

- X = Métodos para la reducción de los efectos negativos en el concreto producidos por las altas temperaturas.
- A = Diagnóstico de la situación del problema; para determinar la situación del conocimiento.
- B = Estudios técnicos de ingeniería, para obtener la información requerida.
- C = Estudio de parámetros medio ambientales, para complementar la información.
- D = Procesamiento, comparación y análisis de datos, para validar la hipótesis.
- Y = Resultado de la investigación.

2.2.4 Diseño de instrumentos.

El desarrollo de la investigación, se desarrolló en el laboratorio de concreto y suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Donde los procedimientos para la elaboración del concreto se hicieron respetando los requerimientos exigidos en las NTP y ASTM.

A continuación se presenta los procesos y rutinas que se proyectó y ejecutó en la presente investigación, iniciando desde la adquisición, selección y traslado de los agregados finos y agregados gruesos (piedra chancada), para luego para hacer la preparación de muestras en el laboratorio y mediante procesos normados (NTP y ASTM), se cuantificara y valorar las características físicas y mecánicas, para proceder con las particularidades de los diseños especificados en sus estados frescos y endurecidos.

En la figura N°13 se detalla el diagrama de flujo de procesos para la investigación.

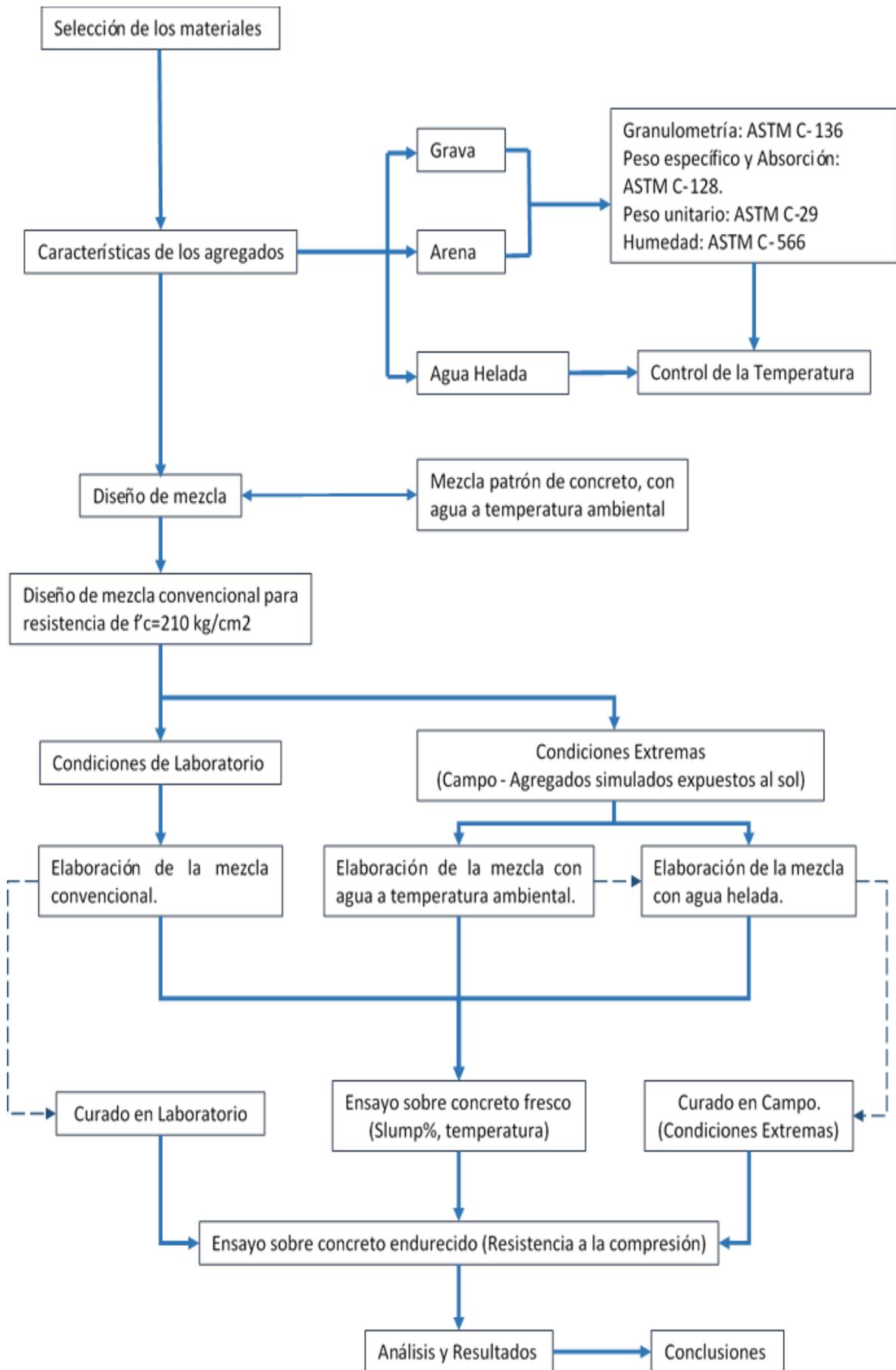


Figura 13: Diagrama de flujo de procesos. (Fuente: Elaboración propia).

2.2.4.1 Descripción de ensayos en los agregados.

2.2.4.1.1 Agregado Fino.

a) Análisis Granulométrico (ASTM C136/ NTP 400.012).

Procedimiento:

Colocar la muestra en la estufa a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta conseguir que dos pesadas consecutivas, a una hora de intervalo, no difieran más de 0.1%.

Colocando la muestra en la malla superior del juego de tamices, dispuestos en forma decreciente, según abertura, se procede al tamizado con forma manual o mecánica, prevaleciendo en caso de duda el primero.

Si el tamizado se realiza en forma manual, se tomará cada tamiz con tapa y base, imprimiéndoles diferentes movimientos de vaivén. No se permitirá en ningún caso, presionar las partículas con la mano para que éstas pasen a través del tamiz.

Si en el transcurso de un minuto, no pasa más del 1% en peso del material retenido sobre el tamiz, la operación del tamizado se dará por concluida.

b) Módulo de finura (ASTM C136 / NTP 400.012).

Método de Ensayo:

Este factor empírico, al igual que el tamaño máximo de agregado, se determina junto con el análisis granulométrico.

Expresión de resultados:

Se calcula a partir del análisis granulométrico, sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100; y dividiendo dicha suma por 100, aunque en otras referencias se toma el módulo de finura utilizando también los tamices 3", 1 1/2", 3/4" y 3/8"; en los ensayos de laboratorio se calculará únicamente el Módulo de Finura del Agregado Fino, de ahí la razón de tomar como tamiz máximo el N° 4.

c) Tamaño Máximo del agregado.

Método de Ensayo:

Está referido al método de ensayo del análisis granulométrico para los agregados gruesos.

Expresión de resultados:

El tamaño máximo del agregado, se obtiene como consecuencia del ensayo de análisis granulométrico y puede ser expresado en pulgadas o milímetros.

d) Peso Unitario (ASTM C29 / NTP 400.017).**Equipo:**

Balanza, con precisión de 0.1%.

Barra compactadora de acero, circular, recta, de 5/8" de diámetro y 60 cm. de largo, con extremo redondeado.

Recipiente cilíndrico y de metal, suficientemente rígido para condiciones duras de trabajo.

Preparación de la muestra:

La muestra deberá estar completamente mezclada y seca a temperatura ambiente.

Procedimiento:

Peso Unitario Suelto:

Este procedimiento se emplea para agregados que tengan un tamaño máximo no mayor a 10 cm. Se llenó el recipiente el cual se le conoce el volumen hasta rebosar, descargando el material a una altura no mayor de 5 cm, y se registró el peso neto del agregado en el recipiente (W_s).

Peso Unitario Compactado:

En este procedimiento se debe llenar un 1/3 del recipiente con la muestra, se compacto con 25 golpes y repetir el procedimiento a los 2/3, al llenar el recipiente se debe enrasar y compactar nuevamente con 25 golpes; seguidamente se determinará el peso neto del agregado en el recipiente (W_a).

e) Peso Específico y Absorción de los Agregados (ASTM C128 / NTP 400.022).**Equipo:**

Balanza, con precisión de 0.1gr. y capacidad no menor a 1 kg.

Frasco Volumétrico de capacidad de 500 cm³ calibrado hasta 0.10 cm³ a 20°C. - Molde Cónico, metálico, diámetro de 4 cm a 9 cm y altura de 7.5 cm.

Varilla de metal, con un extremo redondeado de 25 +/- 3 mm de diámetro 340 +/- 15 gr. de peso.

Estufa, capaz de mantener una temperatura de 110°C +/- 5°C

Preparación de la Muestra:

Coloque aproximadamente 1 000 gr. de agregado fino, obtenido por el método del cuarteo, y secarlo en un envase a una temperatura de 100°C, después de 24 horas cubrir la muestra con agua y déjala en reposo durante 24 horas. Después extender en una superficie plana expuesta a una corriente de aire tibio y remuévala con frecuencia para un secado uniforme. Continúe esta operación hasta que los granos del agregado fino no se adhieran marcadamente entre sí, luego coloque el agregado fino en forma suelta en el molde cónico, golpee la superficie suavemente 25 veces con la varilla de metal y levante el molde verticalmente. Si el agregado fino mantiene su forma significa que existe humedad libre, repetir la operación hasta que el cono de arena se derrumbe al retirar el cono. Procedimiento: Introducir de inmediato en el frasco (fiola) una muestra de 500 gr. del material preparado y llénelo de agua hasta alcanzar casi la marca de 500 cm³ a una temperatura de 20°C. Enseguida haga rodar la fiola sobre una superficie plana, hasta eliminar todas las burbujas de aire, después de lo cual se colocará en un baño a temperatura constante de 23 °C +/- 2°C. Después de aproximadamente de una hora llénelo con agua hasta la marca de 500 cm³ y determine el peso total del agua introducida en el frasco con 0.1 gr. de aproximación. Con cuidado saque el agregado fino del frasco, séquelo hasta peso constante a una temperatura de 100°C - 110°C, enfríelo a temperatura ambiente en un secador y péselo.

f) Contenido de Humedad de la arena (Polanco).

Objetivos:

Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de arena, con respecto al peso seco de la muestra. Esta prueba se lleva a cabo antes de hacer una mezcla de concreto, con el fin de hacer los ajustes en la cantidad de agua de mezclado.

Formula:

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de arena seca}} \times 100 \quad (2)$$

Equipo y material que se utiliza:

Estufa

Balanza con aproximación al 0.1 gr.

Charola y cápsula de aluminio

Espátula

Cristal de reloj

Procedimiento:

Se anota el número de la charola y se pesa, anotándola como tara (T).

Se vacía arena húmeda a la charola y se pesa, anotándola como tara + suelo húmedo ($T + Sh$).

Se pone a secar el suelo en la estufa, moviéndolo algunas veces para que sea más rápido el secado, se coloca encima el cristal de reloj para comprobar que el suelo ya no tenga humedad; esto ocurrirá cuando ya no empañe el cristal.

Posteriormente, se deja enfriar (charola y suelo)

Se procede a pesar, lo que sería charola + suelo seco ($T + A's$).

Y se realizan los cálculos para determinar el contenido de agua por el método rápido.

$$\omega = \frac{(T + Sh) - (T + A's)}{(T + A's) - T} \times 100 = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (3)$$

Las condiciones de humedad de los agregados se muestran en la Figura N° 7. Se designan como:

Secado al horno. Completamente absorbentes.

Secados al aire. Secos en la superficie de la partícula, pero conteniendo cierta humedad interior, siendo por lo tanto algo absorbentes.

Saturados y superficialmente secos (SSS). No absorben ni ceden agua a la mezcla de concreto.

<i>Estado:</i>	Secado al horno	Secado al aire	Saturado, superficialmente o mojado seco	Húmedo
				
<i>Humedad total:</i>	Ninguna	Menor que la absorción potencial	Igual a la absorción potencial	Mayor que la absorción

Figura 14: Condiciones de humedad de los agregados.(Fuente: Polanco)

2.2.4.1.2 Agregado Grueso.

a) Análisis Granulométrico (ASTM C136/ NTP 400.012)

Procedimiento:

Colocar la muestra en la estufa a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta conseguir que dos pesadas consecutivas, a una hora de intervalo, no difieran más de 0.1%.

Colocando la muestra en la malla superior del juego de tamices, dispuestos en forma decreciente, según abertura, se procede al tamizado con forma manual o mecánica, prevaleciendo en caso de duda el primero.

Si el tamizado se realiza en forma manual, se tomará cada tamiz con tapa y base, imprimiéndoles diferentes movimientos de vaivén. No se permitirá en ningún caso, presionar las partículas con la mano para que éstas pasen a través del tamiz.

Si en el transcurso de un minuto, no pasa más del 1% en peso del material retenido sobre el tamiz, la operación del tamizado se dará por concluida.

b) Densidad relativa y absorción de grava (Polanco)

Objetivos:

Determinar la densidad de la grava, empleando el principio de Arquímedes para obtener el volumen de gravas y también determinar el porcentaje de absorción que tienen las gravas; ambos resultados tienen aplicación en el diseño de mezcla de concreto.

Equipo y material que se utiliza:

Balanza con aproximación al 0.1 gr.

Horno o estufa

Franela

Canastilla

Charola de aluminio

Espátula

Cristal de Reloj

Procedimiento:

Se dejan las gravas en saturación por 24 hrs.

Se les retira el agua y se secan superficialmente con una franela ligeramente húmeda, se pesa una cantidad de material cercana a los 500 gr, obteniéndose de esta forma el peso saturado y superficialmente seco de gravas (W_{sss}).

Se procede a determinar el volumen desalojado de gravas (V_{des}), para esto se emplea el Principio de Arquímedes, pesando las gravas en una canastilla, sumergidas en agua, obteniéndose el peso de gravas sumergidas (W_{sum}).

$$V_{des} = \frac{W_{sss} - W_{sum}}{\gamma_w} \times 100 \quad (4)$$

Sin que haya pérdida de material, se vacían las gravas a una charola para secarlas totalmente ya sea en la estufa o en el horno, obteniéndose el peso de gravas secas (W_s).

Con los datos anteriores se obtiene el porcentaje de absorción de las gravas, de la siguiente manera:

$$Absorción = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} \times 100 \quad (5)$$

Se determina la Densidad relativa (D_r) o Gravedad específica de la siguiente manera:

$$D_r = \frac{W_s}{(V_{real})\gamma_w} = \frac{W_s}{(V_{des.} - V_{abs.})\gamma_w} \quad (6)$$

Dónde:

V_{real} = Volumen real, en cm^3

$V_{abs.}$ = Volumen absorbido, en cm^3

$$V_{abs} = \frac{W_{sss} - W_s}{\gamma_w} \quad (7)$$

c) Contenido de humedad (Polanco)**Objetivos:**

Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de grava, con respecto al peso seco de la muestra. Esta prueba se lleva a cabo antes de hacer una mezcla de concreto, con el fin de hacer los ajustes en la cantidad de agua de mezclado.

Formula:

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de gravas secas}} \times 100 \quad (8)$$

Equipo y material que se utiliza:

Estufa

Balanza con aproximación al 0.1 gr.

Charola y cápsula de aluminio

Espátula

Cristal de reloj

Procedimiento:

Se anota el número de la charola y se pesa, anotándola como tara (T).

Se vacía suelo húmedo a la charola y se pesa, anotándola como tara + suelo húmedo ($T + Sh$).

Se pone a secar el suelo en la estufa, moviéndolo algunas veces para que sea más rápido el secado, se coloca encima el cristal de reloj para comprobar que el suelo ya no tenga humedad; esto ocurrirá cuando ya no empañe el cristal.

Posteriormente, se deja enfriar (charola y suelo)

Se procede a pesar, lo que sería charola + suelo seco ($T + S's$).

Y se realizan los cálculos para determinar el contenido de agua por el método rápido.

$$\omega = \frac{(T + Sh) - (T + S's)}{(T + S's) - T} \times 100 = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (9)$$

d) Pesos volumétricos secos: suelto y compactado.

Estos ensayos se realizan en forma similar al agregado fino.

2.2.4.2 Diseño y Elaboración de mezclas de concreto.**a) Diseño de Mezcla: Método del ACI 211.1**

El Comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple, el cual basándose en algunas tablas que presentaremos, permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica de concreto.

Paso 1: Selección del Slump.

Cuando este no se especifica el informe del ACI incluye una tabla en la que se recomiendan diferentes valores de Slump de acuerdo con el tipo de construcción que se requiera. Los valores son aplicables cuando se emplea el vibrado para compactar el concreto, en caso contrario dichos valores pueden ser incrementados en dos y medio centímetros.

Tabla 8

Valores de asentamiento para diferentes tipos de obra.

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatatas y muros de cimentación Armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones, y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: ACI C211.1

Paso 2: Selección de la resistencia promedio.

Se determina la resistencia promedio necesaria para el diseño, la cual está en función del $f'c$. Cuando no se tiene registro de resistencia de probetas correspondientes a obras y proyectos anteriores, se puede emplear:

Tabla 9

Resistencia a la compresión promedio

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: ACI C211.1

Paso 3: Selección del tamaño máximo de agregados.

Debe considerar la separación de los costados de la cimbra, el espesor de la losa y el espacio libre entre varillas individuales o paquetes de ellas. Por consideraciones económicas es preferible el mayor tamaño disponible, siempre y cuando se utilice una trabajabilidad adecuada y el procedimiento de compactación permite que el concreto sea colocado sin

cavidades o huecos. La cantidad de agua que se requiere para producir un determinado Slump depende del tamaño máximo, de la forma y granulometría de los agregados, la temperatura del concreto, la cantidad de aire incluido y el uso de aditivos químicos. En conclusión, se requiere estudiar cuidadosamente los requisitos dados en los planos estructurales y en especificaciones de obra.

Asentamiento	Agua en 1/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	193	181	145	124
6" - 7"	243	228	216	216	202	190	160	...
% de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	184	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	197	197	174	166	154	...
% de aire en función del grado de exposición								
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderada	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	5	4

Figura 15: Agua en lt/m³, para los tamaños máximos nominales de agregado grueso.(Fuente: ACI C211.1).

Paso 4: Estimación del agua de mezclado.

Se presenta una tabla con los contenidos de agua recomendables en función del Slump requerido y el tamaño máximo del agregado, considerando el concreto con o sin aire incluido.

Paso 5: Estimación del aire contenido.

Las operaciones propias del proceso de puesta en obra dan como resultado el aire atrapado, este depende del aporte de los materiales, las condiciones de operación y la del día. La presencia de aire en la mezcla tiende a reducir la resistencia del concreto por incremento en la porosidad del mismo. La **figura 15** da el porcentaje aproximado de aire atrapado, en mezclas sin aire incorporado, para diferentes tamaños máximos nominales de agregado grueso adecuadamente graduado dentro de los requisitos de la norma NTP 400.037. Esta tabla también tiene sus limitaciones pudiendo variar entre +- 0.5 %.

Paso 6: Selección de la relación agua/cemento.

Como sexto paso, el ACI proporciona una tabla con los valores de la relación agua/cemento de acuerdo con la resistencia a la compresión, a los 28 días que se requiera, por supuesto la

resistencia promedio seleccionada debe exceder la resistencia especificada con un margen suficiente para mantener dentro de los límites especificados las pruebas con valores bajos.

Tabla 10

Relación agua/cemento por resistencia.

f'c (28 días)	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: ACI C211.1

Paso 7: Cálculo del volumen de agregado grueso.

Para el octavo paso del procedimiento el ACI maneja una tabla con el volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto, los valores dependen del tamaño máximo nominal de la piedra y del módulo de finura de la arena. El volumen de agregado se muestra en metros cúbicos con base en varillado en seco para un metro cúbico de concreto, el volumen se convierte a peso seco del agregado grueso requerido en un metro cúbico de concreto, multiplicándolo por el peso volumétrico de varillado en seco.

Tabla 11

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto para diversos módulos de fineza del 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: ACI C211.1

Paso 8: Cálculo del volumen de agregado fino.

Hasta el paso anterior se tienen estimados todos los componentes del concreto, excepto el agregado fino, cuya cantidad se calcula por diferencia. Para este noveno paso, es posible emplear cualquiera de los dos procedimientos siguientes: por peso o por volumen absoluto.

Nota:

Al variar el contenido de cemento los contenidos de agregado grueso y fino se determinarán siguiendo los procedimientos por peso o por volumen absoluto, pero manteniendo la proporción de agregados de la dosificación considerando el 100 % de contenido de cemento.

Paso 10: Ajuste de la mezcla por humedad de agregados.

El décimo paso consiste en ajustar las mezclas por humedad de los agregados, el agua que se añade a la mezcla se debe reducir en cantidad igual a la humedad libre contribuida por el agregado, es decir, con humedad total menos absorción.

b) Elaboración de mezclas de concreto.

Una vez obtenido el diseño de mezcla, se procedió a la elaboración de las mezclas en el Laboratorio de Suelos y Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil-UNSM. En este ambiente se encuentran las instalaciones y las herramientas necesarias de acuerdo a las normas ASTM y normas técnicas peruanas para la elaboración y caracterización del concreto.

Instrumentos:

Balanza, con precisión de 0.5 gr y capacidad no menor a 5 kg.

Mezcladora mecánica

Recipientes.

Cuchara para el muestreo

Procedimiento:

Se pesan todos los componentes del concreto y se colocan en la mezcladora mecánica.

Para el mezclado de los componentes se siguió la normativa, primero el agregado grueso con una parte de agua, luego se iniciaba el funcionamiento de la mezcladora agregándole agregado fino, cemento y la otra parte del agua

El tiempo de mezclado del concreto fue de 1:30 min como mínimo

La muestra fue tomada personalmente y en compañía del técnico de laboratorio con uso del cucharón

Se registraron las temperaturas ambientales y la temperatura del concreto en el momento del muestreo; en ítem 3.2.5.3.b especifica el procedimiento.



Fotografía 1: Mezclado del concreto.

c) Elaboración de probetas cilíndricas.

Para el ensayo a la compresión se determinará para las probetas, bajo la norma ASTM C 199 o NTP 339.183.

Moldes cilíndricos de 150 mm x 300mm

Varilla lisa de 5/8'' de diámetro y 60 cm de longitud,

Aceites derivados de petróleo

Plancha

Aceites derivados de petróleo.

Procedimiento:

El molde estuvo listo sin restos de concreto utilizado en ensayos anteriores de lo contrario se limpió con una escobilla de cerdas de acero.

El molde se engrasó tanto interior como exteriormente, para no quedar adherido concreto a los tornillos o mariposas de ajuste durante el proceso.

Se colocaron los moldes en una superficie nivelada libre de vibraciones

Se humedeció el cucharón, varilla y plancha para engrasar.

Se comenzó con el llenado de los moldes en tres capas, con $\frac{1}{3}$ de la altura del molde. Por cada capa se compactó 25 golpes con la varilla y 15 golpes a los costados con el mazo de goma

Llenar los moldes en tres capas, en capas de $\frac{1}{3}$ de la altura, por cada capa se compactará con 25 golpes con la varilla y 15 golpes en los costados del molde con el mazo de goma.

La superficie de concreto se engrasó con la plancha logrando una superficie plana, suave y perpendicular a la generatriz del cilindro, desechando el material excedente del molde.



Fotografía 2: Elaboración de probetas.

2.2.4.3 Ensayos en Concreto Fresco.

a) Temperatura interna del concreto fresco (ASTM C 1064).

Objetivo:

Determinar la temperatura de la mezcla del concreto fresco.

Equipo que se utiliza:

Termómetro Digital tipo pluma TP3001.

Procedimiento

Coloque el aparato medidor de temperatura en la mezcla de hormigón fresco de modo que el sensor de temperatura esté sumergido al menos en 3pulg (75 mm). Presione suavemente la superficie del hormigón alrededor del aparato medidor de temperatura de modo que la temperatura ambiental no afecte la medición.

Deje el aparato medidor de temperatura en la mezcla de hormigón recién mezclado por un período mínimo de 2 minutos, o hasta que la lectura de temperatura se estabilice, entonces regístrela lectura.

La norma peruana E-060 indica que la temperatura interna del concreto al momento de ser vaciado, no deberá ser mayor de 32 °C, por lo tanto, durante el proceso de hidratación exceda de 32 °C, se deberán tomar medidas para proteger el concreto.



En la situación de “condiciones extremas” de la investigación se presentaron temperaturas mayores a 32 °C.

Fotografía 3: Medición de temperatura interna del concreto.

b) Prueba de revenimiento ASTM C143/C143M-10a.

Objetivo:

Determinar la fluidez del concreto fresco por el método del asentamiento del cono de Abrams.

Equipo que se utiliza:

Molde metálico, troncocónico, abierto por ambos extremos, con un diámetro superior de 10 cm. e inferior de 20 cm, además de pisaderas y asas (Fig. siguiente).

Varilla punta de bala lisa, de un diámetro de 1.6 cm. y largo 60cms. Placa de apoyo, rígida, no absorbente y por lo menos de 40 x 60 cm. Cucharón metálico.

Cinta métrica (con una precisión de al menos ¼")

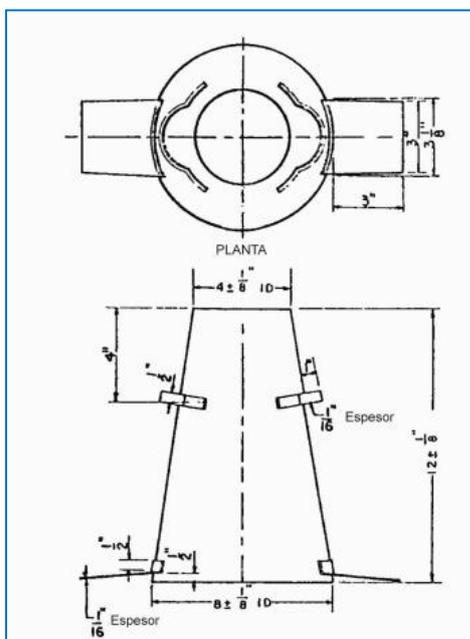


Figura 16: Molde para prueba de revenimiento.(Fuente: ASTM C143/C143M – 10a)

Procedimiento:

La cantidad de concreto necesario para efectuar el ensayo, no debe ser inferior a 8 lt.

Se coloca el molde sobre una superficie de apoyo horizontal, ambos limpios y humedecidos con agua, (no se permite humedecer con aceites ni grasa).

El operador pisa sobre las pisaderas del molde, evitando el movimiento de éste durante el llenado.

Se llena el molde en tres capas de aproximadamente igual volumen y se apisona cada capa con 25 golpes de la varilla pisón distribuidos uniformemente. La capa inferior se llena hasta aproximadamente 7 cm de altura y la capa media hasta aproximadamente 16 de altura. Al apisonar la capa inferior se darán los primeros golpes con la varilla pisón ligeramente inclinado alrededor del perímetro. Al apisonar la capa media y superior se darán los golpes de modo que la varilla pisón penetre 2.5 cm. la capa subyacente. Durante el apisonado de la última capa se deberá mantener permanentemente un exceso de concreto sobre el borde superior del molde.

Se enrasa la superficie de la capa superior con la varilla pisón y se limpia el concreto derramado en la zona adyacente al molde. Inmediatamente después de terminado el llenado, enrase y limpieza, se carga el molde con las manos, sujetándolo por las asas y dejando las pisaderas libres y se levanta en dirección vertical sin perturbar el concreto en un tiempo de 5 a 12 segundos.

Toda la operación de llenado y levantamiento del molde no debe demorar más de tres minutos.

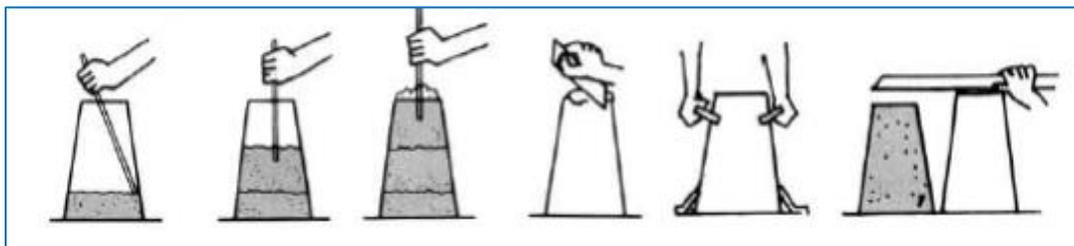


Figura 17: Procedimiento de medición del revenimiento. (Fuente: Polanco).

2.2.4.4 Desencofrado y Curado de Concreto.

Pasado las $24h \pm 4h$, se desencofro las probetas de concreto, y se marcaron indeleblemente de tal manera poder identificarlas. Seguidamente se trasladó para el curado según las siguientes condiciones.

a) Curado en Laboratorio.

Este tipo de curado se realizaron para las probetas patrón, los especímenes fueron sumergidas en la poza de agua de cal (3g/l), del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimento de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, acción denominado como curado húmedo y cuya finalidad es maximizar la hidratación del cemento, el tiempo de curado de las probetas en el laboratorio fueron de 7, 14 y 28 días.



Fotografía 4: Curado en Laboratorio.

b) Curado bajo condiciones de obra.

Este tipo de curado se realizó para las probetas que se realizaron en presencia de condiciones extremas para el concreto (Agregados simulados expuestos a altas temperaturas ambientales), y para las probetas de condiciones extremas – fabricadas con agua helada. Para todas las probetas mencionadas de la presente investigación, se dejó a la intemperie en los exteriores del laboratorio de mecánica de suelos, pavimentos y concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, expuestas directamente a las condiciones climatológicas de la ciudad de Tarapoto, para que tomen la humedad del medio ambiente como elemento curador y ver cómo es su comportamiento a la resistencia a edades de 7, 14 y 28 días.



Fotografía 5: Curado bajo condiciones de obra.

2.2.4.5 Ensayos en Concreto Endurecido.

a) Resistencia la compresión axial (NTP 339.04)

Objetivo:

Determinar la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto.

Equipo que se utiliza:

- Máquina de ensayo uniaxial.
- Balanza de capacidad igual o superior a 25 kg.

Procedimiento:

- Medición de probetas (debe efectuarse antes del cabeceo) Las probetas se retiran del curado inmediatamente antes del ensayo y se mantienen mojadas hasta el ensayo.
- Medir dos diámetros perpendiculares entre sí (d1, d2) aproximadamente a media altura; y la altura de la probeta en dos generatrices opuestas (h1 y h2), aproximando a 1mm.
- Determinar el peso del cilindro, aproximando a 50 gr, para obtener el peso volumétrico del concreto.
- Limpiar las superficies de contacto de las placas de carga y de la probeta y colocar la probeta en la máquina de ensayo alineada y centrada.
- Acercar la placa superior de la máquina de ensayo y asentarla sobre la probeta de modo de obtener un apoyo lo más uniforme posible.
- Aplicar carga en forma continua y sin choques de velocidad uniforme cumpliendo las siguientes condiciones: Alcanzar la rotura en un tiempo igual o superior a 100 s. Velocidad de aplicación de carga no superior a 3,5 kg/cm² /s.
- Registrar la carga máxima (P) expresada en kg.
- Dividiendo esta carga entre el área y nos da la resistencia del espécimen en kg/cm².

$$\text{Cálculos } R = P/A$$

Dónde:

R: esfuerzo a la compresión, kg/cm²

P: máxima carga aplicada, kg

A: área de espécimen sometida a la carga, cm²



Fotografía 6: Máquina de ensayo uniaxial.

2.2.4.6 Procesamiento y presentación de la información.

El objetivo de un estudio del tipo experimental explicativo con nivel científico básico es alcanzar una conclusión a partir de la información contenida en sus datos.

Es así como, en este trabajo de investigación para efectos de diseño, análisis y discusión, se empleó como medida estadística a la media aritmética con el fin de determinar la predisposición central del grupo de valores obtenidos en cada caso desarrollado, teniendo siempre en cuenta los lineamientos instaurados en cada norma técnica para evitar en los resultados las perplejidades y por consiguiente el desarrollo de exámenes de dispersión.

Es de destacar que los factores valorados en el presente trabajo de investigación fueron para los agregados grueso y fino las características físicas y mecánicas; y para el concreto, sus propiedades tanto en su estado fresco como en su estado endurecido.

En el estado fresco y endurecido del concreto, se valoró la temperatura del concreto influenciada por la temperatura ambiental, al momento de su colocación y curado en las 3 situaciones planteadas en la investigación. Cabe indicar que en cada caso se presentan las tablas resúmenes de los factores valorados los cuales se exponen en el CAPITULO III de la presente investigación. Los detalles de estos se presentan en los ANEXOS.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.Resultados.

3.1.1 Análisis de ensayos de los materiales.

Los ensayos se realizaron según la metodología descrita en 2.2.4.1 allí se detalla la descripción del procedimiento para cada uno de los ensayos efectuados.

a) Análisis Granulométrico de agregados.

Tabla 12

Análisis granulométrico de agregado fino.

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido	Retenido (%)	Ret. acum. (%)	Acum. pasante (%)
3/8"	9.525				
Nº 4	4.760	0,17	0,00	0,00	100,00
Nº 8	2.360	23,16	2,30	2,30	97,70
Nº 16	1.18	103,86	10,40	12,70	87,30
Nº 30	0.600	339,06	33,90	46,60	53,40
Nº 50	0.300	349,89	35,00	81,60	18,40
Nº 100	0.15	114,83	11,50	93,10	6,90
< Nº 100	0.00	69,03	6,90	100,00	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Análisis granulométrico de agregado grueso.

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido	Retenido (%)	Ret. acum. (%)	Acum. pasante (%)
2"	50.800				
1 ½"	37.500				
1"	25.400				100.00
¾"	19.050	780.00	13.50	13.50	86.50
½"	12.700	2170.00	37.50	51.00	49.00
3/8"	9.525	1328.00	23.00	74.00	26.00
Nº4	4.760	1360.00	23.50	97.50	2.50
< Nº4	0.000	142.00	2.50	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de finura

Tabla 14

Módulo de fineza.

Mallas	Abertura (mm)	Porcentaje. Acumulado (%)
Nº 4	4.760	0,00
Nº 8	2.360	2,30
Nº 16	1.18	12,70
Nº 30	0.600	46,60
Nº 50	0.300	81,60
Nº 100	0.15	93,10

Fuente: Elaboración propia.

$$MF = \frac{\sum \%RET.ACUM.TAMICES(N^{\circ}_4, N^{\circ}_8, N^{\circ}_{16}, N^{\circ}_{30}, N^{\circ}_{50}, N^{\circ}_{100})}{100} \quad (10)$$

$$MF = \frac{0.00 + 2.30 + 12.70 + 46.60 + 81.60 + 93.10}{100}$$

$$MF = 2.40$$

Según la norma ASTM el agregado fino no debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1; además (Abanto, 2013, pág. 29) en su libro “Tecnología del concreto” indica que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación.

b) Tamaño Máximo del agregado.

El tamaño máximo (TM) y el tamaño máximo nominal (TMN) agregado fino:

$$TM = 3/8''$$

$$TMN = 4.76\text{mm}$$

El tamaño máximo (TM) y el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso (piedra chancada):

$$TM = 1''$$

$$TMN = 3/4''$$

c) Peso Unitario

$$\text{Peso Unitario} = \frac{\text{Peso del material}}{\text{volumen del molde}} \quad (11)$$

Tabla 15

Peso Unitario de agregado fino.

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	6.098	6.095	6.515	6.519
2. Peso molde	[Kg]	1.703	1.703	1.703	1.703
3. Peso del material	[Kg]	4.395	4.392	4.812	4.816
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	1570.00	1569.00	1719.00	1720.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]	1570.00		1720.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Peso Unitario de agregado grueso

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	18.295	18.295	19.750	19.749
2. Peso molde	[Kg]	5.156	5.156	5.156	5.156
3. Peso del material	[Kg]	13.139	13.139	14.594	14.593
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0092	0.0092	0.0092	0.0092
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	1428.00	1428.00	1586.00	1586.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]	1428.00		1586.00	

Fuente: Elaboración propia.

d) Peso Específico y Absorción de los Agregados

Para el agregado fino se usaron las siguientes formulas:

$$\text{Peso Esp. de masa} = \frac{W_s}{W_{SSS} - V_a} \quad (12)$$

$$\text{Absorción} = \frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} \times 100 \quad (5)$$

W_{SSS} : Peso de arena saturada de superficie seca (s.s.s.)

W_s : Peso de arena secada al horno a 110 °C.

V_a : Volumen de agua añadida (Peso de agua)

Tabla 17*Peso específico y Absorción del agregado fino.*

Procedimiento		
1. Peso de arena s.s.s. + fiola + peso del agua	[gr]	999.58
2. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola	[gr]	689.55
3. Peso Agua	[gr]	310.03
4. Peso de arena secada al horno + fiola	[gr]	686.00
5. Peso de la fiola N° 01	[gr]	192.00
6. Peso de arena secada al horno	[gr]	494.00
7. Peso de arena s. s. s.	[gr]	500.00
8. Volumen del balón	[cc]	500.00
9. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.60
10. Peso específico de masa sup.seco	[gr/cc]	2.63
11. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.69
12. Porcentaje de absorción	[%]	1.21

Fuente: Elaboración propia.

Para el agregado grueso se usaron las siguientes formulas:

$$Peso\ Esp.\ de\ masa = \frac{W_s}{W_{sss} - W_{ma}} \quad (12)$$

$$Absorción = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} \times 100 \quad (5)$$

W_{sss} : Peso de muestra saturada de superficie seca (s.s.s.).

W_s : Peso de muestra secada al horno a 110 °C.

W_{ma} : Peso de muestra saturada dentro del agua.

Tabla 18*Peso específico y Absorción del agregado grueso.*

Procedimiento		
1. Peso de muestra secada al horno	[gr]	3190.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca	[gr]	3217.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua	[gr]	2029.0
4. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.69
5. Peso específico de masa superficialmente seco	[gr/cc]	2.71
6. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.75
7. Porcentaje de absorción	[%]	0.85

Fuente: Elaboración propia.

e) Contenido de Humedad.**Para el agregado fino:**

$$\omega = \frac{(T + Ah) - (T + A's)}{(T + A's) - T} \times 100 = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (3)$$

 T : Tara. Ah : Arena húmeda. $A's$: Arena seca. W_w : Peso de agua. W_s : Peso de muestra seca.

$$T + Ah = 1371.4$$

$$T + A's = 1301.4$$

$$T = 93.4$$

$$W_w = 1371.4 - 1301.4 = 70 \text{ gr.}$$

$$W_s = 1301.4 - 93.4 = 1208.0 \text{ gr.}$$

$$\omega = 5.80\%$$

Para el agregado grueso:

$$\omega = \frac{(T + Sh) - (T + S's)}{(T + S's) - T} \times 100 = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (9)$$

 T : Tara. Sh : Suelo húmedo. $S's$: Suelo seco. W_w : Peso de agua. W_s : Peso de gravas secas.

$$T + Sh = 1371.4$$

$$T + S's = 1301.4$$

$$T = 402.1$$

$$W_w = 5132.08 - 5097.8 = 34.28 \text{ gr.}$$

$$W_s = 5097.8 - 402.1 = 4695.7 \text{ gr.}$$

$$\omega = 0.73\%$$

3.1.2 Procedimiento del Diseño de Mezcla.

Características de los materiales.

Cemento:

Marca y tipo	:	Cemento Pacasmayo extraforte ICo.
Procedencia	:	Pacasmayo (Rioja).
Densidad relativa	:	3.00 g/ml

Agua : Agua potable de la red pública de Tarapoto – San Martín.

Peso específico : 1000 kg/m³

Agregados:

Tabla 19

Resumen de las características físicas de agregados.

Características físicas		Ag. Fino	Ag. grueso
Peso específico	[gr/cc]	2.60	2.69
Absorción	[%]	1.21	0.85
Peso unitario suelto	[Kg/m ³]	1570.0	1428.0
Peso unitario compactado	[Kg/m ³]	1720.0	1586.0
Tamaño máx.	[pulg]	3/8"	1"
Tamaño máx. nominal	[pulg]		3/4"
Módulo de fineza		2.40	-
Cont. humedad	[%]	5.80	0.73
Porcentaje de agreg.	[%]	0.40	0.60

Fuente: Elaboración propia.

Características del concreto.

Resistencia a la compresión especificada : 210 kg/cm²

Desviación estándar promedio en obra : Se desconoce

Tipo de Asentamiento : 3" a 4"

Condiciones ambientales y de exposición.

Lugar de preparación de mezcla : Tarapoto

Temperatura ambiental : Se detalla la temperatura para cada tanda.

Condiciones de exposición : Con y sin curado.

Diseño.

a). Resistencia requerida.

Utilizaremos la *tabla 10* para determinar la resistencia requerida.

$$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$$

b). Asentamiento

Utilizando la tabla 9 para determinar el asentamiento requerido, cumple para (vigas y columnas), y según (Rivva E. L., 1992) en su libro diseño de mezclas, indica que para una asentamiento de 3" a 4" se considera de una consistencia plástica y de un concreto trabajable.

$$\text{Asentamiento} = 3" \text{ a } 4"$$

c). Tamaño Máximo del agregado.

De acuerdo a la granulometría obtenida:

$$TM = 1"$$

d). Contenido de aire total.

Dado las condiciones especificadas no se requieren incluir aire. Se utilizó la *tabla 11* para calcular el % de aire atrapado para nuestro caso $TMN = 3/4"$.

$$\text{Contenido de aire atrapado} = 1.5\%$$

e). Contenido de agua.

Depende del Asentamiento y del Tamaño máximo nominal del agregado, según la *tabla 11* para nuestro caso: Slump = 3" – 4", $TMN = 3/4"$ y sin aire incorporado.

$$\text{Cantidad de agua requerida} = 205 \text{ lt/m}^3$$

f). Relación a/c:

Por la experiencia del laboratorista, y por las características de los agregados se consideró que la relación:

$$a/c = 0.50$$

g). Contenido de cemento:

Para el presente diseño *Agua*: 205 kg y $a/c = 0.5$

Cemento = 414.0 kg

h). Calculo de volumen de agregado grueso:

Depende del Tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino; según la tabla 13 para el caso del diseño TMN = 3/4" y módulo de fineza = 2.4

$V = 0.57$

i). Volumen de la mezcla.**Tabla 20**

Volumen de Mezcla.

Material	Peso Seco (kg)	Peso Específico (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento (kg)	414.0	3.00	0.138
Agua (lt)	195.0	1000	0.205
Aire (%)	1.5		0.015
	Total		0.358

Fuente: Elaboración propia.

$$Volumen\ de\ piedra = \left(\frac{Vol.agregado\ grueso\ x\ Peso\ Unitario\ Comp.}{Peso\ especifico} \right) \quad (13)$$

$$Volumen\ de\ piedra = \frac{0.57 \times 1586}{2.69} = 0.336\ m^3$$

$$Volumen\ parcial\ de\ mezcla = 1 - 0.358 - 0.336 = 0.306\ m^3$$

j). Pesos secos de agregados.

$$ARENA\ (p.e.\ x\ vol.\ parcial\ de\ mezcla): \quad 0.306 * 2,60 = 795.00\ m^3$$

$$PIEDRA\ (vol.\ de\ agr.\ Gr.\ x\ p.u.c.): \quad 0.57 * 1586,0 = 904.00\ m^3$$

$$Total = 1699.00\ m^3$$

k). Ajuste de la mezcla por humedad de agregados.

Tabla 21

Ajuste de la mezcla por humedad y absorción de agregados.

Material	Peso Seco de agregados (m ³)	Absorción	Aporte de Humedades de los agregados (Lt.)
Arena	795.00	-1.21	-9.60
Piedra	904.00	-0.85	-7.70
	Total		-17.30

Fuente: Elaboración propia.

Agua efectiva = 205 lt. + 17.30 lt. = 222.30 lt.

3.1.3 Dosificación y Elaboración de probetas.

De acuerdo a los cálculos para la dosificación de la mezcla de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ según el Método ACI 211.1, las proporciones en peso de la mezcla será:

Tabla 22

Proporción en peso.

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
414/414	765/414	934/414	222.30*42.5/414	
1.00	1.80	2.30	22.80	Lt./bls.

Fuente: Elaboración propia.

a). Molde para la elaboración de probeta.

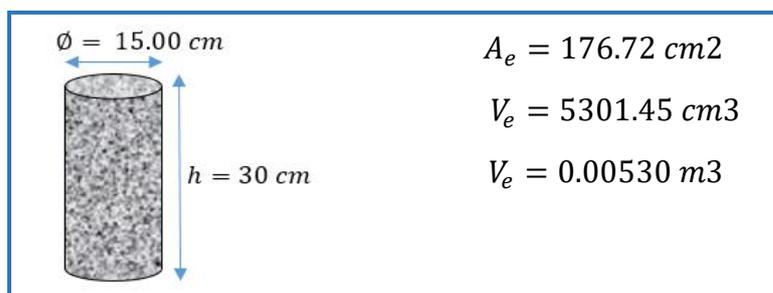


Figura 18: Molde para espécimen. (Elaboración propia).

b). Diseño efectivo en Laboratorio.

Cemento	=	414.00 kg/m ³
Agua	=	222.30 kg/m ³
Arena	=	765.00 kg/m ³
Piedra	=	934.00 kg/m ³
P. Unitario C°	=	2335.3 kg/m ³
P. Unitario C° x Unidad	=	2335.3 x 0.00530
P. Unitario C° x Unidad	=	12.38 kg

c). Proporción por espécimen.

Tabla 23

Proporción por espécimen.

Materiales	Diseño efectivo (kg/m3)	Volumen de espécimen (m3)	Proporción por espécimen (kg)	% de desperdicio	Proporción por espécimen Incl. Desperdicio(kg)
Cemento	414	0.00530	2.19	30	2.85
Agua	222.30	0.00530	1.18	30	1.53
Arena	765.00	0.00530	4.05	30	5.27
Piedra	934.00	0.00530	4.95	30	6.44
P. Especimen			12.38		

Fuente: Elaboración propia.

d). Elaboración de probetas.

Por cada tanda se elaboró concreto para 3 especímenes.

Cemento	=	8.56	kg
Agua	=	4.60	kg o litros
Arena	=	15.82	kg
Piedra	=	19.31	kg

3.1.4 Análisis de la consistencia del concreto.

De acuerdo al diseño de mezcla, el concreto debe tener un Slump de 3" a 4". Para determinar el asentamiento de las diferentes mezclas realizadas en el laboratorio de concreto fresco se elaboraron tres (03) tandas de mezcla experimentales para la muestra patrón y quince (15) tandas para las otras dos condiciones, midiendo el revenimiento mediante el método del cono de Abrams, luego se calculó el promedio del asentamiento para cada caso los resultados se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 24

Asentamiento de concreto patrón.

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	ASENTAMIENTO (PULG.)
M-01	Concreto patrón	3.4
M-02	Concreto patrón	3.5
M-03	Concreto patrón	3.7
Promedio		3.53

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25

Variación de los asentamientos en condiciones extremas.

<i>DESCRIPCION</i>	<i>ASENTAMIENTO o SLUMP (Pulg.)</i>	
	<i>Concreto con agua a temperatura ambiental</i>	<i>Concreto con agua helada</i>
M-1	2.00	3.75
M-2	2.75	3.50
M-3	1.75	3.75
M-4	2.25	3.50
M-5	2.50	3.25
M-6	2.30	3.85
M-7	2.75	3.50
M-8	1.80	3.50
M-9	2.00	3.50
M-10	2.75	3.75
M-11	2.75	3.75
M-12	2.50	3.75
M-13	2.75	3.75
M-14	2.50	3.50
M-15	2.50	3.50
Promedio	2.39	3.61

Fuente: Elaboración propia.

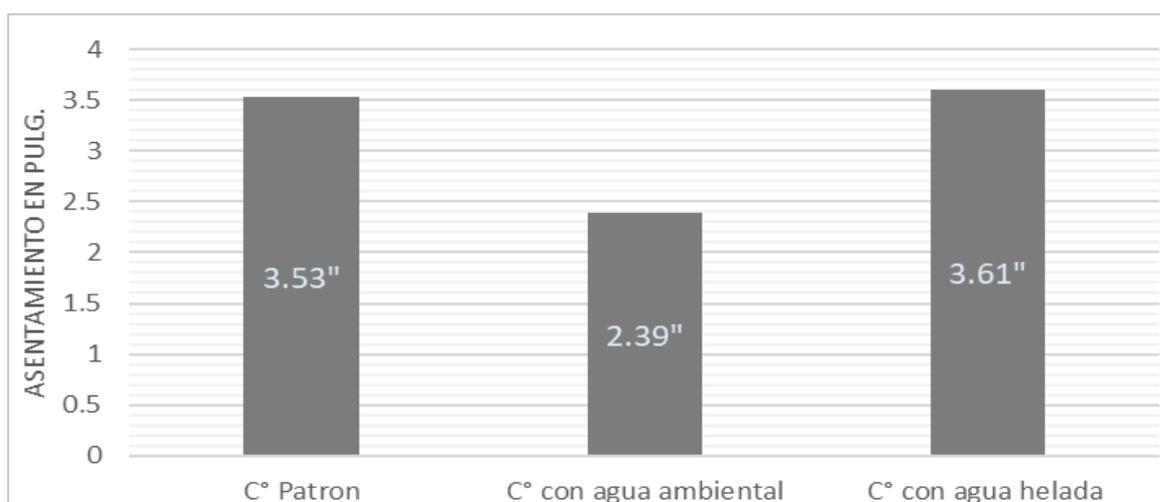


Figura 19: Comparación de los asentamientos. (Fuente: Elaboración propia).

En la figura anterior, se muestra las muestras obtenidas en condiciones extremas no cumplieron con la trabajabilidad plástica de diseño (3'' – 4''). Además, también se puede

apreciar que el uso de agua helada para la preparación del concreto, genero una mejor trabajabilidad del concreto fresco.

3.1.5 Análisis de temperatura interna del concreto fresco.

Para la evaluación de la temperatura del concreto se realizó previamente la medición de la temperatura de los componentes del concreto, además se hizo la medida de la temperatura del concreto fresco y la temperatura ambiental por cada tanda. Los resultados obtenidos son como se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 26

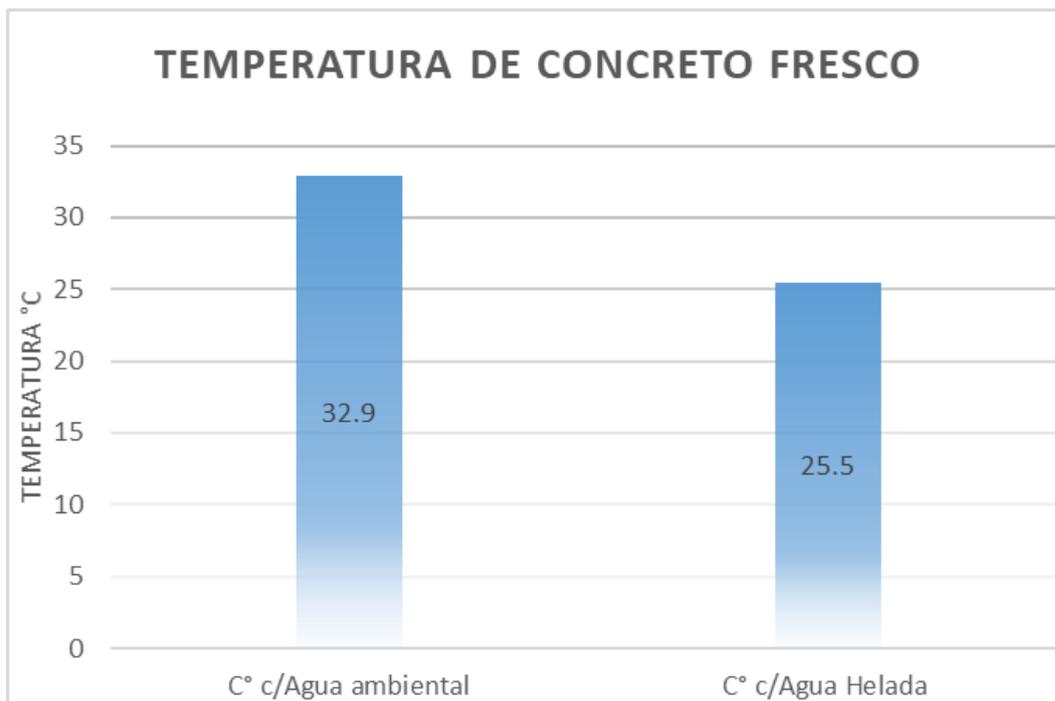
Temperatura interna del concreto con agua a temperatura ambiental.

<i>Descripción</i>	<i>Ambiental</i> (°C)	<i>Agua</i> (°C)	<i>Arena</i> (°C)	<i>Piedra</i> (°C)	<i>Concreto en estado fresco</i> (°C)
M-1	29.3	27.8	30.9	31.3	30.7
M-2	32.1	29.3	31.9	32.5	31.8
M-3	34.5	30.2	34.8	34.9	33.5
M-4	31.6	31.2	33.7	34.1	33.4
M-5	34.1	31.5	33.9	34.4	33.6
M-6	33.1	31.4	32.9	33.3	33.0
M-7	31.7	31.8	31.4	33.1	32.7
M-8	34.2	31.9	33.9	34.4	33.8
M-9	32.5	31.8	32.9	33.1	33.1
M-10	31.4	29.7	30.8	31.5	31.2
M-11	30.1	30.0	30.3	30.8	30.9
M-12	31.3	29.8	31.2	31.8	31.4
M-13	35.1	32.8	34.8	35.6	34.7
M-14	35.3	32.4	34.9	35.7	34.7
M-15	35.4	32.8	35.2	35.7	34.9
Promedio	32.8	31.0	32.9	33.5	32.9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27*Temperatura interna del concreto con agua helada.*

<i>Descripción</i>	<i>Ambiental</i> (°C)	<i>Agua</i> (°C)	<i>Arena</i> (°C)	<i>Piedra</i> (°C)	<i>Concreto en estado fresco</i> (°C)
M-1	30.1	5.9	30.7	31.2	24.5
M-2	33.4	6.5	32	32.4	25.4
M-3	34.6	6.5	34.5	34.8	26.8
M-4	31.2	6.4	33.7	34.2	26.4
M-5	33.6	6.2	33.8	34.5	26.4
M-6	34.4	5.9	32.8	33.2	25.7
M-7	31.6	5.2	31.5	33.4	25.2
M-8	34.2	5.0	34.1	34.5	26.1
M-9	32.3	5.0	33.1	34.1	25.8
M-10	30.4	4.8	29.9	31.2	23.8
M-11	30.3	4.5	30.1	30.6	23.6
M-12	30.8	4.3	30.4	30.9	23.7
M-13	34.8	4.2	34.9	35.6	26.5
M-14	35.3	4.2	35.1	35.8	26.6
M-15	35.8	4.1	35.5	35.8	26.7
Promedio	32.9	5.2	32.8	33.5	25.5

Fuente: Elaboración propia.**Figura 20:** Comparación de temperatura interna del concreto fresco.(Fuente: Elaboración propia).

La variación de la temperatura de la interna del concreto fresco con agua helada, respecto a concreto elaborado con agua a temperatura ambiental, ambos elaborados en la ciudad de Tarapoto expuestos a la alta temperatura ambiental; se muestra que el uso de agua helada (< 10°C), ayuda a reducir la temperatura interna del concreto, y asegura que el concreto no supere los 32°C, el cual es el límite que recomienda y especifica el RNE, para no tener dificultades durante el proceso de hidratación.

3.1.6 Análisis de la resistencia a la compresión del concreto.

Los ensayos a la compresión de los 99 especímenes de concreto fueron realizados a las edades de 07, 14 y 28 días, para las condiciones de campo (extremas – sin curado) se elaboraron 15 especímenes para cada edad; mientras que para el concreto patrón (Laboratorio – con curado) se realizaron 3 especímenes para cada edad.

Los resultados de los ensayos realizado a la resistencia a la compresión están detallados en el *Anexo 7*.

A continuación, se muestran las tablas y gráficos de la resistencia de compresión promedio para las diferentes edades y condiciones:

Condición 01 : Concreto Patrón, Elaborado y Curado en Laboratorio

Condición 02 : Concreto elaborado en condiciones extremas y curado en campo.

Condición 03 : Concreto elaborado en condiciones extremas con agua helada y curado en campo.

Tabla 28

Resistencia a la compresión a los 7 días.

<i>Tipo de concreto</i>	<i>Resistencia a la compresión (kg/cm²)</i>	<i>f'c Diseño (kg/cm²)</i>	<i>% obtenido</i>
Condición 01	174.05	210	82.88%
Condición 02	110.30	210	52.52%
Condición 03	132.23	210	62.97%

Fuente: Elaboración propia.

En la *figura 21*, se observa la tendencia de la resistencia a la compresión a los 7 días, expresado en el porcentaje obtenido.

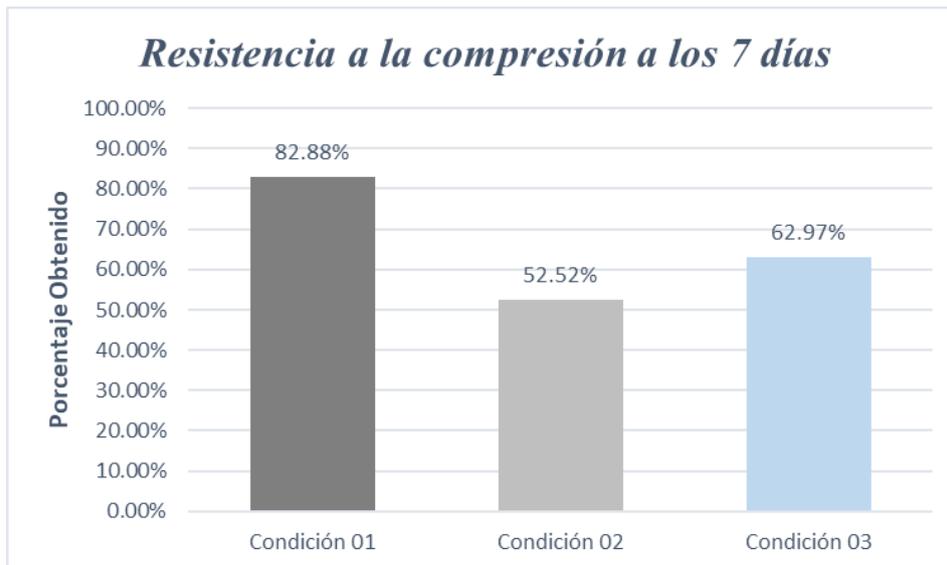


Figura 21: Variación de la resistencia a la compresión a los 7 días.(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 29

Resistencia a la compresión a los 14 días.

<i>Tipo de concreto</i>	<i>Resistencia a la compresión (kg/cm²)</i>	<i>f'c Diseño (kg/cm²)</i>	<i>% obtenido</i>
Condición 01	199.31	210	94.91%
Condición 02	132.83	210	63.25%
Condición 03	149.86	210	71.36%

Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 22**, se observa la tendencia de la resistencia a la compresión a los 14 días, expresado en el porcentaje obtenido.

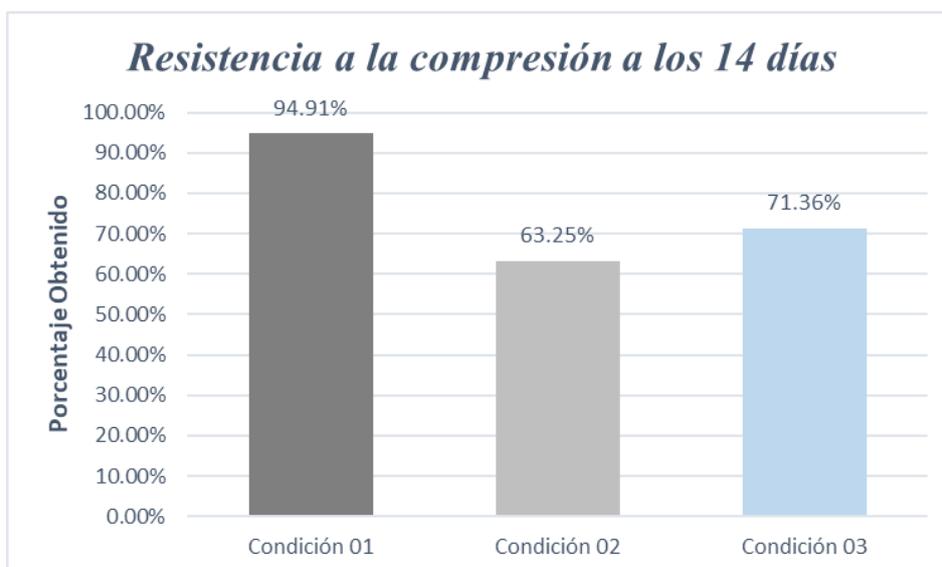


Figura 22: Variación de la resistencia a la compresión a los 14 días.(Fuente: Elaboración propia).

Tabla 30

Resistencia a la compresión a los 28 días.

<i>Tipo de concreto</i>	<i>Resistencia a la compresión (kg/cm²)</i>	<i>f^c Diseño (kg/cm²)</i>	<i>% obtenido</i>
Condición 01	221.37	210	105.41%
Condición 02	144.81	210	68.96%
Condición 03	175.15	210	83.40%

Fuente: Elaboración propia.

En la *figura 23*, se observa la tendencia de la resistencia a la compresión a los 14 días, expresado en el porcentaje obtenido.

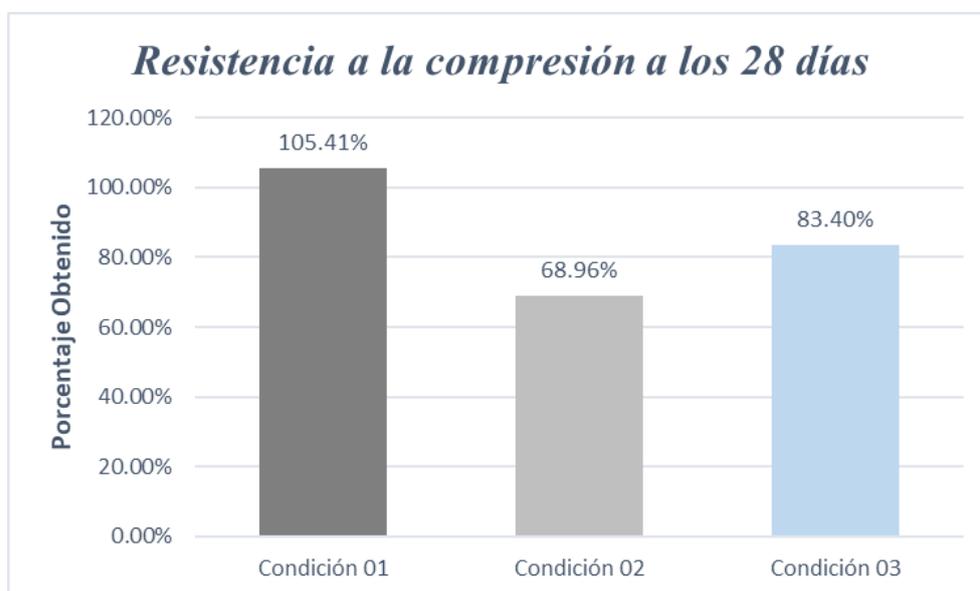


Figura 23: Variación de la resistencia a la compresión a los 28 días. (Fuente: Elaboración propia).

3.2. Discusión de los resultados.

3.2.1 Agregados:

3.2.1.1 Agregado Fino.

El agregado fino utilizado pertenece a la cantera río Cumbaza (sector tres de octubre), siendo una cantera de las más comunes y utilizados en la construcción en la ciudad de Tarapoto. Se realizaron los respectivos ensayos para determinar sus propiedades físicas y el análisis granulométrico de agregado; obteniéndose una curva granulométrica dentro de los límites de Huso indicados en la norma ASTM C-33. Teniendo un módulo de fineza de 2.4 que permite obtener un concreto de buena trabajabilidad, que según la norma ASTM la arena debe tener el módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1.

3.2.1.2 Agregado Grueso.

El agregado grueso utilizado pertenece a la cantera del Rio Huallaga (sector shapaja), el cual fue sometido a un proceso de chancado, obteniendo un agregado triturado que permite tener una mayor adherencia mecánica de las partículas de perfil angular, y que produce una mayor resistencia que la grava redondeada. Se realizaron los respectivos ensayos para determinar sus propiedades físicas y el análisis granulométrico de agregado; obteniéndose una curva granulométrica dentro de los límites de Huso 467 indicados en la norma ASTM C-33. Según la granulometría se obtuvo que el diámetro máximo nominal del agregado es de 3/4".

3.2.2 Diseño de mezclas:

De acuerdo a la selección y los resultados de los ensayos realizados a los agregados, se diseñó la mezcla del concreto patrón con una resistencia de diseño $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, para dicha elaboración se realizó con el método del Comité 211 del ACI. (American Concrete Institute).

Se trabajó para el concreto patrón y las otras dos condiciones con un diseño de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con una relación agua/cemento (a/c) de 0.50, que sin modificar la relación de a/c, se buscó obtener mejores resultados reduciendo la temperatura del agua en la preparación del concreto en la ciudad de Tarapoto.

3.2.3 Propiedades del concreto:

3.2.3.1 Consistencia del concreto.

El asentamiento de diseño de la presente investigación se encuentra en el rango de 3" a 4", encontrando en estos resultados una consistencia normal, teniendo así un concreto trabajable.

En la *figura 19*; se observa que el concreto patrón, está dentro del rango de diseño con un asentamiento promedio de 3.53". Y las otras dos condiciones las cuales se prepararon en presencia y con agregados sometidos a las altas temperaturas ambientales de la ciudad de Tarapoto, se obtuvieron:

Para los concretos preparados con agua a temperatura ambiental (condiciones de obra), se obtuvo un asentamiento promedio de 2.39"; el cual es inferior al diseño de mezcla; por lo tanto, teniendo una menor manejabilidad y trabajabilidad, con una consistencia Seca.

Mientras que los concretos, que fueron preparados con agua helada; se logró obtener mejores resultados, se obtuvo resultados que están dentro del rango de diseño, inclusive con una ligera mejora en comparación del concreto patrón, con un asentamiento promedio de 3.61”; en consecuencia, se llegó a tener concretos con mejor trabajabilidad, con una consistencia plástica.

3.2.3.2 Temperatura interna del concreto.

En la presente investigación, para los ensayos de temperatura se realizó según la norma ASTM C 1064, para determinar la temperatura de la mezcla del concreto fresco.

En la *figura 20*, se puede verificar que el promedio de la temperatura interna del concreto para los concretos elaborados con agua a temperatura ambiental, en presencia de las altas temperaturas que puedan presentarse en la ciudad de Tarapoto, es de 32.9 °C, llegan a superar el límite que recomienda y especifica el RNE de 32°C. Mientras que el uso del agua helada como componente de la mezcla, ayuda a reducir la temperatura interna del concreto, obteniendo un promedio de 25.5°C.

3.2.3.3 Resistencia a la compresión del concreto.

Como se observa, que para el diseño 210 kg/cm², la resistencia a la compresión obtenida a los 28 días de edad por el concreto patrón, es de 221.37 kg/cm².

Mientras que, para las otras dos condiciones citadas anteriormente, la resistencia a la compresión a los 28 días, es inferior a la del diseño, siendo uno de los factores más resaltantes el curado, y esto pone en manifiesto la importancia del curado del concreto; puesto que es considerable la variación que existe entre la resistencia promedio obtenida por el concreto patrón curado en el laboratorio, y los otros concretos curados a condiciones reales de obra (extremas).

Pero cabe precisar que, en la tercera condición donde se utilizó agua helada para la preparación de la mezcla, se pudo mejorar obteniendo resistencias promedio a los 28 días, un 83.40% de la resistencia a la compresión de diseño ($f'_c=210\text{kg/cm}^2$), comparado al 68.96% obtenido por la segunda condición, donde se usó agua a temperatura ambiental.

CONCLUSIONES.

En relación a los ensayos realizado al concreto endurecido podemos indicar lo siguiente:

Los concretos mezclados, vaciados y curados ante las altas temperaturas, que conllevan a obtener una temperatura interna del concreto fresco >32 °C. La resistencia a los 28 días y a edades posteriores son inferiores a la resistencia de diseño, esto ha sido comprobado con los resultados de esta investigación.

Con el uso del agua helada en la preparación de la mezcla, se logró obtener buenos resultados, para mitigar las características no deseadas del concreto fabricado a altas temperaturas ambientales, los beneficios incluyen:

La consistencia promedio obtenido es de 3.61", siendo muy satisfactoria, pues se logró obtener concretos con muy buena trabajabilidad y de acuerdo al diseño; sin la necesidad de modificar la relación de agua/cemento ($a/c=0.50$).

La resistencia a los 28 días, se logró alcanzar una resistencia promedio de 175.15 kg/cm², siendo superior a los concretos preparados en las mismas condiciones, pero con agua a temperatura ambiental.

El curado en agua bajo condiciones de laboratorio, que fueron sometidos las probetas del concreto patrón, siendo la más conveniente, en comparación con las otras probetas que fueron curados a la intemperie sometidos directamente a las condiciones climatológicas de la ciudad de Tarapoto; todo esto nos lleva a concluir que existe la necesidad de tener un adecuado control en el curado del concreto, siendo este una de las fases más importantes.

En la actualidad en la ciudad de Tarapoto, al tener los agregados expuestos ante las altas temperaturas ambientales que se puedan presentar, se concluye que el uso del agua helada en la preparación del concreto será beneficioso, por la facilidad de enfriar en comparación de los agregados y además no existe la necesidad de modificar la relación agua/cemento.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los ingenieros proyectistas y diseñadores de mezclas de todos los tipos de concreto, tener en cuenta las temperaturas de los materiales y factores que intervienen en su elaboración (medio ambiente, agregados y agua), demostrándose en este trabajo de investigación que las temperaturas de los agregados y medio ambiente, pueden traer consecuencias en el concreto fresco y endurecido.

Se recomienda que las obras de la ciudad Tarapoto y otras, donde se presenten altas temperaturas ambientales, se lleve un control adecuado de la temperatura del concreto, mediante la medición en su estado fresco, y de esa manera tener una buena consistencia del concreto y prevenir a que se tenga concretos con resistencias inferiores al diseño.

Es recomendable planificar y ejecutar una protección del concreto en el proceso del curado, para evitar que la superficie de concreto sea expuesta al viento y a la alta radiación solar que son frecuentes en la ciudad de Tarapoto.

Se recomienda programar las horas más apropiadas y donde la temperatura ambiente no sea muy elevada para la colocación del concreto.

Se recomienda realizar otras investigaciones con el uso de aditivos superplastificantes, para determinar si pueden ser elementos mitigadores ante los efectos negativos producidos por las altas temperaturas ambientales en la ciudad de Tarapoto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2013). Tecnología del Concreto. Lima-Perú: San Marcos E.I.R.L.
- ACI 207.1R. (2005). "Guide to Mass Concrete". En AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, ACI 207.1R - 05. Farmington Hills.
- ACI Committee 305. (1991). 305R-1991: How Weather Concreting. En Technical Documents, ACI Manual of Concrete Practice. Farmington Hills, Michigan, American Concrete Institute.
- Ahmadi, B. (2000). Materials and Structures. En B. Ahmadi, "Initial and Final Setting Time of Concrete in Hot Weather", (págs. 511-514. Vol. 33).
- Almusallam. (2001). Cement and Concrete Composites. En A. Almusallam, "Effect of Environmental Conditions on the Properties of Fresh (págs. 353-361 Vol.23, N° 4).
- Alvarado S. ,Guzman N. y Henriquez G. (2009). Comportamiento del concreto en climas tropicales para las principales zonas de El Salvador (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
- Amaro, I. M. (2002). Estudio de la variacion de la resistencia en compresion en concreto de alta resistencia debido al curado en laboratorio y bajo condiciones de obra (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingenieria, Lima, Perú.
- Association, P. C. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto.
- Aybar, Miguel De La Torre. (s.f.). Tecnología del concreto. Lima, Peru: Editorial San Marcos, 2da Edición.
- Azang, J. E. (2017). Análisis comparativo de concretos fabricados de acuerdo a la técnica de diseño "práctica estándar de selección de proporciones de concreto de peso normal, pesado y masivo (ACI 211.1)" y técnicas de diseño "Vitervo A. O'reilly Díaz (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto, Perú.
- Cachay Huaman. (s.f.). Diseño de Mezclas.
- Espinoza, J. L. (s.f.). EL CONCRETO EN CLIMAS EXTREMOS.
- Gabalec, M. A. (2008). Tiempo de Fraguado del Hormigon (Tesis de pregrado). Universidad Tecnologica Nacional, Buenos Aires, Argentina.

- Garcia, M. T. (2013). Diseño de Concreto de Alta Resistencia $f'c=480$ kg/cm², usando agregados del Rio Huallaga para la ciudad de Tarapoto (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto, Perú.
- Gonzales M., R. L. (2017). Analisis comparativo de la resistencia a compresion de un concreto convencional utilizando muestras cilindricas y cubicas (Tesis pregrado). Universidad Señor de Sipan, Pimentel, Lambayeque, Perú.
- Gonzales, Guillermo B. - Monge, Ana S. (Diciembre 2011). Recomendaciones para obtener resultados confiables de resistencia de cilindros de concreto. Métodos y Materiales, Pág. 7,8.
- Gonzalez, J. L. (2003). Las mezclas de concreto y sus resultados en la ciudad de Tarapoto utilizando el método de agregado Global (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martin ,Tarapoto,Perú.
- Gutierrez, H. J. (2017). Variacion de la temperatura y su influencia en la fisuracion en concretos masivos (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniera, Lima, Perú.
- Guzman, D. S. (2001). Tecnologia del Concreto y del Mortero. Santa fe de Bogota : Brandar Editores LTDA.
- Lee, M. (1989). "Economical Cooling of Hot Weather Concrete". En Concrete Construction (págs. 791-796, Vol 34,Nº 9).
- Llamo, Lenin & Rodriguez, Santos. (2018). Evaluacion de la eficiencia de los aditivos Sikament Tm-140 y Chemament 440 en la elaboracion de concreto para zonas de clima cálido- desertico en Chiclayo - Lambayeque (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Peru.
- Lozano, J. O. (2005). Estudio experimental sobre la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del hormigón preparado (Tesis Doctoral). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Mendoza, E. A. (2017). Diseño de concreto de alta resistencia $f'c= 900$ kg/m², usando agregados del rio Huallaga par la ciudad de Tarapoto, Provincia de San Martin, Region de San Martin (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto, Perú.

- Nambiar, O.N.N. y Krishnamurthy, V. (1984). Control of Temperature in Mass. En Indian Concrete Journal (págs. 67-73, Vol. 58, No 3).
- Neville, A.M - Brooks, J.J. (1998). TECNOLOGIA DEL CONCRETO. México: Trillas.
- Palomino, M. A. (2017). Estudio del concreto con cemento portland tipo IP y aditivo superplastificante (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Pasquel, E. C. (1993). Tópicos de Tecnología del Concreto. Lima - Peru: Arcangel. 1ra Edición.
- Pasquel, E. C. (1998). Tópicos de tecnología del concreto. Colegios de Ingenieros del Perú, Consejo Nacional. Perú: Segunda edición.
- Pérez, G. C. (2007). Evaluación de la incidencia de la temperatura y humedad relativa, en el comportamiento del concreto durante su mezclado y curado (siete días) utilizando dos tipos de cementos (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Pinchi, E. V. (1997). Las Mezclas de Concreto y sus resultados en la ciudad de Tarapoto (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
- Pineda, H. E. (2003). Diseño de mezcla de concreto autocompactante (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Polanco, A. R. (s.f.). Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto.
- Portugal Barriga. (2017). Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. París-Francia: Editorial UNAS. 1ra Edición. .
- Rivera, G. A. (s.f.). Concreto Simple. Obtenido de civilgeeks.com: <https://www.udocz.com/read/tecnologia-concreto-y-mortero-rivera-pdf>
- Rivva, E. L. (1992). Diseño de Mezclas. Lima.
- Rivva, E. L. (2000). Naturaleza y Materiales del concreto. LIMA.
- Rivva, E. L. (2006). Durabilidad y patología del concreto. Perú.
- Rivva, E. L. (2008). Materiales para el concreto. Fondo Editorial ICG. 1a ed. Perú.

- Rodriguez, J. S. (2005). Estudio de las características físico mecánicas del concreto en clima cálido (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Saavedra, H. C. (2014). Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregados del río Cajamarquino (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Soroka. (1993). Concrete in Hot Environments. London: E & FN Spon.
- Steven, H. (1992). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Mexico.
- Tufino, D. R. (2009). Variación de resistencias vs. edades y Relación a/c con Cemento Portland Tipo(sol)(Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia.

TÍTULO: MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS EN EL CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2, PRODUCIDOS POR LAS ALTAS TEMPERATURAS EN LA CIUDAD DE TARAPOTO”.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿Cómo reducir los efectos negativos en el concreto f'c=210 kg/cm2, producidas por las altas temperaturas de la ciudad de Tarapoto?</p>	<p>Objetivo General. Reducir los efectos negativos en el concreto f'c=210 kg/cm2, producidos por las altas temperaturas de la ciudad de Tarapoto.</p> <p>Objetivos Específicos. Fabricación de concreto con agua helada como mitigador de efectos negativos físicos y mecánicos en el concreto.</p> <p>Control de la temperatura de los agregados y concreto fresco.</p> <p>Realizar un análisis comparativo de la variación de la resistencia a la compresión del concreto en presencia de altas temperaturas ambientales.</p>	<p>Mediante el uso de agua helada en la fabricación del concreto, se reducirá los efectos negativos en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, ocasionados por la presencia de altas temperaturas de ciudad de Tarapoto.</p>	<p>Variable Independiente. La temperatura del ambiente, en la ciudad de Tarapoto.</p> <p>Variable Dependiente. Resistencia a la compresión del Concreto de las probetas elaboradas.</p>	<p>Tipo y nivel de investigación Explicativa / Experimental</p> <p>Población. Condición 01: 03 muestras Condición 02: 15 muestras Condición 03: 15 muestras</p> <p>Muestra 99 especímenes de concreto.</p> <p>Diseño Experimental</p> <p>Fuentes técnicas Bibliografía, Manual de diseño de mezclas de concreto, Norma E-060, Normas Técnicas Peruanas (NTP), Normas ASTM.</p> <p>Instrumentos -Observación directa, instrumentos del laboratorio de mecánica de suelos y concreto. -Ms Word, Ms Excel.</p>

Anexo 2. Datos Hidrometeorológicos.

Estación : TARAPOTO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : SAN MARTIN

Provincia : SAN MARTIN

Distrito : TARAPOTO

Ir: 2018-11 ▾

Latitud : 6° 30' 0"

Longitud : 76° 28' 0"

Altitud : 282

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Nov-2018	26.6	22.4	22.8	24.4	23.8	22.6	22.8	23	0	1.6	W	2
02-Nov-2018	34	20.2	20.8	31.6	28.2	20.4	27.4	25.4	0	0	C	
03-Nov-2018	35.8	20.8	22.6	34.8	28.8	22.4	29.8	25.8	0	0	NW	4
04-Nov-2018	35	23	23.8	33	28.4	23	29.2	25.2	0	0	NW	4
05-Nov-2018	31.6	22.8	23.2	29.8	27.4	22.6	26.8	24.2	0	0	NW	4
06-Nov-2018	34.6	23	23.8	29.8	26.8	23	26.2	24	0	1.5	C	
07-Nov-2018	32.4	22.4	25.2	29.4	25.8	23	25	23.2	1	0	N	6
08-Nov-2018	29.2	23.2	23.4	27.2	27	22	25	24.8	0	.5	C	
09-Nov-2018	33.4	23	23.4	33	25.8	22.8	27.4	23	0	0	SW	4
10-Nov-2018	33.2	23.6	23.8	31.8	28	22.2	25.4	25	0	0	NW	2
11-Nov-2018	37.2	24.4	25	36	28.4	23.4	27.8	24.6	0	0	NW	4
12-Nov-2018	34.6	24	24.2	29	29.2	23.4	25.2	24.8	0	0	NW	4
13-Nov-2018	30.4	24.4	24.8	25.2	25	23.4	23.6	24	8.6	5.7	C	
14-Nov-2018	30	23	23.2	25.2	27.2	22.8	24	24	0	10.4	C	
15-Nov-2018	34.6	23.4	24	34.2	29	23	26	25.8	.3	0	N	6
16-Nov-2018	34.4	24.4	25.2	33	27.4	23.8	26.6	25.2	0	0	NW	4
17-Nov-2018	35.8	23.6	24	35.4	28.6	22	27.6	25	0	0	N	4
18-Nov-2018	36.4	24.4	24.8	35	27.2	23.2	27.4	24.4	0	0	NW	4
19-Nov-2018	34.2	24.8	25	33.2	27.2	23	26.8	23.8	0	0	NW	4
20-Nov-2018	30.4	23.2	23.8	27	25	22.8	24.4	23.6	1	.5	NW	6
21-Nov-2018	35.4	22.8	23.2	33.6	28.8	22	25.6	25	0	0	W	4
22-Nov-2018	33.2	26	26.2	31.8	27.8	23.6	26	24	0	0	NW	6
23-Nov-2018	33.6	24	24.2	33	28.6	22.4	26.6	25	0	0	N	6
24-Nov-2018	34.6	24.4	25.2	30.4	27.6	23.8	25	24.6	0	.5	NW	6
25-Nov-2018	32.8	23.6	24.2	32	28	22.8	26	24.6	0	0	NW	6
26-Nov-2018	31.2	23.8	24.2	26.4	23.4	22.8	24.2	22.6	0	19.6	SW	2
27-Nov-2018	33.4	22	22.2	32.4	28.6	21.8	27	25	.4	0	W	2
28-Nov-2018	30.6	23.2	23.4	29.8	27.6	23	24.8	23.8	26.5	0	NW	4
29-Nov-2018	33.2	23	23.2	30.8	28.2	22.4	27.2	24.4	0	0	NW	4
30-Nov-2018	33.8	24	24.6	29.8	27.4	23.2	25.4	23.6	0	0	NW	8

* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

* Informacion sin Control de Calidad

* El uso de esta Informacion es bajo su entera Responsabilidad

Estación : TARAPOTO , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : SAN MARTIN			Provincia : SAN MARTIN			Distrito : TARAPOTO			Ir : 2018-12 ▾			
Latitud : 6° 30' 0"			Longitud : 76° 28' 0"			Altitud : 282						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Dic-2018	34.8	24.2	25.4	34.2	28.6	23.8	27.2	25	0	0	N	6
02-Dic-2018	34.7	25.8	26	34.2	28.8	24.4	26.4	24	0	0	N	6
03-Dic-2018	32.6	24	24.2	30.4	27.4	23.6	25.6	24.6	0	2.2	NW	4
04-Dic-2018	33.4	23	23.4	31.2	27.2	22.6	25.8	23.8	0	1.5	NW	2
05-Dic-2018	29	22.8	23.2	25.4	27	22	23	24.2	0	5.3	C	
06-Dic-2018	35.4	23.2	24.2	34.6	30.2	22.6	27.4	25.4	0	0	NW	4
07-Dic-2018	30.6	22.2	22.8	28.2	26.2	22.2	24.6	25	9.2	.3	C	
08-Dic-2018	28	22.4	23.2	25.4	23.2	22	24	23	0	1	N	2
09-Dic-2018	29.2	23.8	24.6	28.2	25	23.6	24.6	24	0	.2	SW	2
10-Dic-2018	32.2	22.4	22.8	30.8	26.2	22	27	24.2	0	0	C	
11-Dic-2018	26.8	23.2	23.4	24.6	23.8	22.6	23.4	23.2	1.3	67.8	C	
12-Dic-2018	28	22.2	22.4	25.4	24.6	22	24.8	24.2	1.8	13.4	C	
13-Dic-2018	31.4	21.8	22	30	25.8	21.8	26	24.2	0	.2	NW	6
14-Dic-2018	34	22.2	22.4	33	28.4	22	29.2	24.2	0	0	NW	6
15-Dic-2018	31.8	22.6	24	30.8	27.4	23.6	27.8	25.6	2.7	0	NW	6
16-Dic-2018	30.4	22.2	22.4	28	27.2	21.8	25.8	25.8	1	0	C	
17-Dic-2018	31.6	22	22.4	28.8	26.4	22.2	26.2	24.6	2.5	0	NW	4
18-Dic-2018	32.4	22.4	22.6	30.2	27	22.2	26.2	24.8	0	0	C	
19-Dic-2018	29.6	22.5	22.6	26.2	26.2	22.4	24.6	24.6	8.8	.4	C	
20-Dic-2018	29.8	21.8	22	25	25.6	21.6	24.2	23.4	0	2.2	SW	2
21-Dic-2018	31	22	22.4	30.4	26.6	21.8	26	24.2	0	.2	C	
22-Dic-2018	32.2	22.2	22.4	31.4	24.8	21.6	27.2	24.6	2.2	2.2	C	
23-Dic-2018	32.6	21.6	21.8	30.8	26.4	21.4	27	24	13.6	0	C	
24-Dic-2018	29.6	21	21.4	27.4	26.2	21	25	24.4	0	0	C	
25-Dic-2018	31	20.8	21.2	30.4	25.4	21	25.6	23.2	0	0	N	6
26-Dic-2018	29	22.6	22.7	26.8	26	21.6	25.4	25	0	0	NW	4
27-Dic-2018	28.8	21.4	21.6	27.8	26.4	21.2	25.4	24.4	0	0	N	6
28-Dic-2018	32.8	21.6	22.4	30.4	25.2	22	26.4	25	0	1.9	N	8
29-Dic-2018	31.6	22.4	23	30.4	27.8	22.4	27	25.8	.4	0	C	
30-Dic-2018	31	22.8	23.4	27.4	27.4	22.6	25.6	24	0	2.2	NW	4
31-Dic-2018	34	23.4	24	33.4	27.6	22.8	26.8	24.6	0	0	N	6

* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos
 * Informacion sin Control de Calidad
 * El uso de esta Informacion es bajo su entera Responsabilidad

Anexo 3. Constancia de ejecución de ensayos de laboratorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 Jr. Américas 3° Cuadro Teléfono 042-52-1482
 MOHALES - PERU



CONSTANCIA DE EJECUCION DE ENSAYOS DE LABORATORIO

EL QUE SUSCRIBE

Ing. Carlos Enrique Chung Rojas, Jefe del laboratorio de Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

HACE CONSTAR:

*Que el Tesista **Bach.** Giancarlo Gonzalo Aguinaga Sánchez, ha realizado los siguientes ensayos de laboratorio:*

Ensayos de caracterización físicos, químicos y mecánicos de agregados:

-Agregado Fino: Cantera Río Cumbaza (Sector tres de octubre).

-Agregado Grueso: Cantera Río Huallaga (Sector Buenos Aires).

Humedad, Peso Específico, Peso Unitario y Granulometría.

Elaboración de especímenes de concreto de 6"x12"

Rotura de especímenes de concreto de 6"x12"

Ensayos para poder concluir con su Tesis Titulada: "MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS EN EL CONCRETO f_c 210 Kg/cm², PRODUCIDOS POR ALTAS TEMPERATURAS EN LA CIUDAD DE TARAPOTO" Aprobado con Resolución N° 638-2018-UNSM/FICA-D-NLU.

Se expide el presente a solicitud del interesado.

Tarapoto 28 de Diciembre del 2018



Ing. Carlos E. Chung Rojas
 JEFE DEL LAB. DE MEC. DE SUELOS, PAV. Y CONCRETO
 CIP N° 56139
 UNSM - FICA

Anexo 4. Resultados de ensayos de los Agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Jr. Amorarca cuadra 3 - Telefax 521402

Morales - Perú



TESIS : *Mitigación de los efectos negativos en el concreto de f'c 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto*

UBICACIÓN : *DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN*

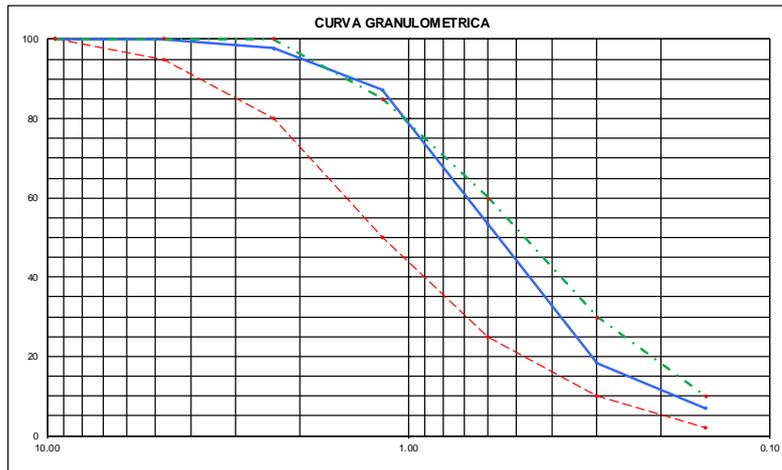
CANTERAS : *AGREGADO FINO CANTERA RIO CUMBAZA (Sector Tres de Octubre)*

REALIZADO : *BACH. Giancarlo Gonzalo Aguinaga Sánchez* **REVISADO :** LMSPY CONCRETO **FECHA :** 08/11/2018

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco. [gr] 1000.000

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent. Ret. [%]	Porcent. Ret. Acumulado [%]	Porcent. Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33		Características físicas	
3/8"	9.525						100	Diámetro nominal máximo.	4.76
N° 4	4.760	0.17	0.00	0.00	100.00	95	100	Módulo de finura.	2.40
N° 8	2.360	23.16	2.30	2.30	97.70	80	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.60
N° 16	1.180	103.86	10.40	12.70	87.30	50	85	Absorción (%)	1.21
N° 30	0.600	339.06	33.90	46.60	53.40	25	60	Humedad (%)	5.80
N° 50	0.300	349.89	35.00	81.60	18.40	10	30	Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1570.0
N° 100	0.150	114.83	11.50	93.10	6.90	2	10	Peso unitario compact. (Kg/m ³)	1720.0
<N° 100	0.000	69.03	6.90	100.00	0.00				



2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)

MODULO DE FINEZA
2.2 < M.F. < 2.8
BUENA TRABAJABILIDAD

DEL ENSAYO
M.F. = 2.40
ARENA FINA

MALLA 200
MAX. 6.00 %

DEL ENSAYO
M 200 = 3.20%
ALTO, CUIDAR EXCESOS EN EL AGUA DE VACEO

Procedimiento		
1. Peso de arena s.s.s. + fiola + peso del agua	[gr]	999.58
2. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola	[gr]	689.55
3. Peso Agua	[gr]	310.03
4. Peso de arena secada al horno + fiola	[gr]	686.00
5. Peso de la fiola N° 01	[gr]	192.00
6. Peso de arena secada al horno	[gr]	494.00
7. Peso de arena s. s. s.	[gr]	500.00
8. Volumen del balón	[cc]	500.00
9. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.60
10. Peso específico de masa sup.seco	[gr/cc]	2.63
11. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.69
12. Porcentaje de absorción	[%]	1.21

3.0 PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento	[Kg]	P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	6.098	6.095	6.515	6.519
2. Peso molde	[Kg]	1.703	1.703	1.703	1.703
3. Peso del material	[Kg]	4.395	4.392	4.812	4.816
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	1570.00	1569.00	1719.00	1720.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]	1570.00		1720.00	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Jr. Amorarca cuadra 3 - Telefax 521402
Morales - Perú



TESIS : *Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto*

UBICACIÓN : *DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN*

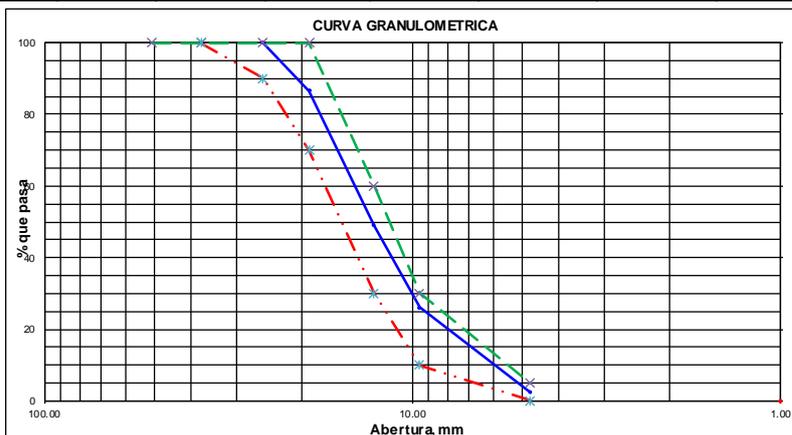
CANTERAS : *AGREGADO GRUESO CHANCADO CANTERA RIO HUALLAGA T.M. 1" (Sector Shapaja)*

REALIZADO : *BACH. Giancarlo Gonzalo Aguinaga Sánchez*

REVISADO : *LMSP Y C*

FECHA : *08/11/2018*

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent Ret. [%]	Porcent Ret. Acumulado [%]	Porcent Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 467	Características físicas
2"	50.800						Diámetro nominal máximo. 3/4"
1 1/2"	37.500						Módulo de finura. -
1"	25.400				100.00	100	Peso específico seco (gr/cc) 2.69
3/4"	19.050	780.00	13.50	13.50	86.50	70	Absorción (%) 0.85
1/2"	12.700	2170.00	37.50	51.00	49.00	30	Humedad (%) 0.73
3/8"	9.525	1328.00	23.00	74.00	26.00	10	Peso unitario suelto (Kg/m ³) 1428.0
N° 4	4.760	1360.00	23.50	97.50	2.50	0	Peso unitario compactado (Kg/m ³) 1586.0
< N° 4	0.000	142.00	2.50	100.00	0.00	5	



2.0 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento			
1. Peso de muestra secada al horno	[gr]	3190.0	
2. Peso de muestra saturada con superficie seca	[gr]	3217.0	
3. Peso de muestra saturada dentro del agua	[gr]	2029.0	
4. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.69	
5. Peso específico de masa superficialmente seco	[gr/cc]	2.71	
6. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.75	
7. Porcentaje de absorción	[%]	0.85	

3.0 PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	18.295	18.295	19.750	19.749
2. Peso molde	[Kg]	5.156	5.156	5.156	5.156
3. Peso del material	[Kg]	13.139	13.139	14.594	14.593
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0092	0.0092	0.0092	0.0092
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	1428.00	1428.00	1586.00	1586.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]		1428.00		1586.00

Anexo 5. Diseño de Mezcla



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTO
 Jr. Amorarca cuadra 3 - Telefax 521402
 Morales - Perú



TECNOLOGIA DE CONCRETO
DISEÑO DE MEZCLAS METODO A.C.I.

TESIS	: Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm ² , producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto
UBICACIÓN	: Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín
REALIZADO	: Bach. Giancarlo Gonzalo Aguinaga Sánchez
CANTERAS	: RIO HUALLAGA T.M. 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACION
SECUENCIA DE DISEÑO $f'c = 210$ Kg/cm²

SLUMP REQUERIDO	3"		
TAM. MAX. AGREGADO	1"		
VOL. UNIT. DE AGUA	205.0	Lt.	
RELACION a/c	0.50		
CONTENIDO DE CEMENTO	414.0	kg/m ³	
VOL. AGREGADO GRUESO	0.570		
PORCENT. AIRE ATRAPADO	1.50	%	

CARACTERISTICAS FISICAS DE AGREGADOS

CRACTERISTICAS FISICAS		Ag. Fino	Ag. Grueso
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.60	2.69
ABSORCION	[%]	1.21	0.85
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m ³]	1570.00	1428.00
PESO UNIT. COMPACTADO	[Kg/m ³]	1720.00	1586.00
TAM. MAX.	[pulg]	3/8"	1"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.40	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

CEMENTO PACASMAYO TIPO I NORMAL

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3
RELACION A/C	205/414	0.50

VOLUMEN DE LA MEZCLA

CEMENTO	0.138	m ³
AGUA	0.205	m ³
AIRE	0.015	m ³
VOLUMEN DE PIEDRA	0.336	m ³
	0.694	
VOL. PARCIAL DE MEZCLA	0.306	m ³

PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	795.00	m ³
PIEDRA	904.00	m ³
	1699.00	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTO
 Jr. Amorarca cuadra 3 - Telefax 521402
 Morales - Perú



TECNOLOGIA DE CONCRETO
DISEÑO DE MEZCLAS METODO A.C.I.

TESIS :	Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm ² , producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto
UBICACIÓN :	Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín
REALIZADO :	Bach. Giancarlo Gonzalo Aguinaga Sánchez
CANTERAS :	RIO HUALLAGA T.M 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS

HUMEDAD - ABSORCION

ARENA	-1.21
PIEDRA	-0.85

APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-9.60	Lt.
PIEDRA	<u>-7.70</u>	
	-17.30	

AGUA EFECTIVA

222.30 Lt.

DISEÑO EFECTIVO [EN LABORATORIO]

CEMENTO	414.00	Kg/m ³
AGUA	222.30	Lt/m ³
ARENA	765.00	Kg/m ³
PIEDRA	934.00	Kg/m ³

1699.00

TANDA DE LABORATORIO en m³ 0.0270

CEMENTO	11.180	Kg
AGUA	6.000	Lt.
ARENA	20.660	Kg
PIEDRA	25.220	Kg

PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
414/414	765/414	934/414	222.3*42.5/414	
1.00	1.80	2.30	22.80	Lt./bolsa

PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1570.00	Kg/m ³
PIEDRA	1428.00	Kg/m ³

PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p ³
AGUA	22.80	Lt/p ³
ARENA	44.90	Kg/p ³
PIEDRA	40.80	Kg/p ³

PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	22.80	Lt/saco
ARENA	76.50	Kg/saco
PIEDRA	97.80	Kg/saco

PIES CUBICOS POR SACO [DOSIFICACION EN VOLUMEN]

CEMENTO	1.00	pie ³ /saco
AGUA	22.80	Lt/saco
ARENA	1.70	pie ³ /saco
PIEDRA	2.40	pie ³ /saco

DOSIFICACION PARA OBRA

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	SLUMP	RES. A LOS 28 DIAS
1.00 P ³	1.80 P ³	2.30 P ³	3" - 4"	210 Kg/cm ²

Anexo 6. Dosificación y elaboración de probetas de concreto.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

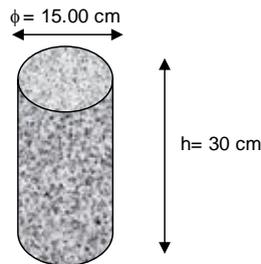
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTO
Jr. Amorarca cuadra 3 - Telefax 521402
Morales - Perú



DOSIFICACION Y ELABORACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

1.- Calculo de áreas y volúmenes:

a).- MOLDE PARA LA ELABORACION DE PROBETA:



a).- Calculo del Área del Molde (Especimen de concreto)

$$Ae = \pi \cdot D^2 / 4$$

Datos:

Ae = área del espécimen	176.72
$\pi = 3.1416$	3.1416
D = Diámetro del Molde	15

$$Ae = (3.1416)(15)^2 = \boxed{176.72} \text{ cm}^2$$

$$Ae = \boxed{176.72} \text{ cm}^2$$

b).- Calculo del Volumen del Molde

$$Ve = \boxed{5301.45} \text{ cm}^3$$

Datos:

$$Ve = (\pi \cdot D^2 / 4) \cdot h$$

Ae = área del espécimen	176.72
$\pi = 3.1416$	3.1416
D = Diámetro del Molde	15
h = Altura del Molde	30

$$Vm = ((3.1416)(15)^2) \times 30 = \boxed{5301.45} \text{ cm}^3 \quad 0.00530$$

$$\boxed{0.00530} \text{ m}^3$$

2.- Dosificación:

a) Diseño efectivo de Laboratorio

CEMENTO =	414.00	Kg/m ³
AGUA =	222.30	Kg/m ³
ARENA =	765.00	Kg/m ³
PIEDRA =	934.00	Kg/m ³
P. Unitario C° =	2335.3	Kg/m ³

$$\begin{aligned} \text{P. Unitario C}^\circ \times \text{Unidad} &= 2335.3 \times 0.00530 \\ \text{P. Unitario C}^\circ \times \text{Unidad} &= \boxed{12.38} \text{ Kg} \end{aligned}$$

b) Proporción por espécimen

CEMENTO =	2.19	Kg	= 414 * 0.00530
AGUA =	1.18	Kg	= 219.30 * 0.00530
ARENA =	4.06	Kg	= 769.00 * 0.00530
PIEDRA =	4.95	Kg	= 939 * 0.00530
P. Especimen =	12.38	Kg	

Se deberá adicionar un % de Desperdicio se Recomienda 30% =

$\boxed{1.3}$

CEMENTO =	2.85	Kg	= 2.19 * 1.40
AGUA =	1.53	Kg	= 1.16 * 1.40
ARENA =	5.27	Kg	= 4.08 * 1.40
PIEDRA =	6.44	Kg	= 4.98 * 1.40

Cantidad por N° de Probetas $\boxed{3}$

CEMENTO =	8.56	Kg	= 3.07 * 3
AGUA =	4.60	Kg o Litros	= 1.63 * 3
ARENA =	15.82	Kg	= 5.71 * 3
PIEDRA =	19.31	Kg	= 6.97 * 3

Anexo 7. Resistencia a la compresión.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

TELEFONO 042-521402
 CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES - PERU



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO :

TESIS : Mitigación de los efectos negativos en el concreto de f'c 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto

UBICACION : Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín

MATERIAL : RIO HUALLAGA T.M. 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

TESISTA : Bach. Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez

FECHA : 20/11/2018

RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

HORA : 11:35 am

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F' C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M-1 Patron	12/11/2018	20/11/2018	8.00	3.4"	15.10	2.35	32,170.00	179.08	179.64	210	86	C
2.00	M-2 Patron	12/11/2018	20/11/2018	8.00	3.5"	15.10	2.34	31,761.00	179.08	177.36	210	84	C
3.00	M-3 Patron	12/11/2018	20/11/2018	8.00	3.7"	15.10	2.36	29,574.00	179.08	165.15	210	79	C

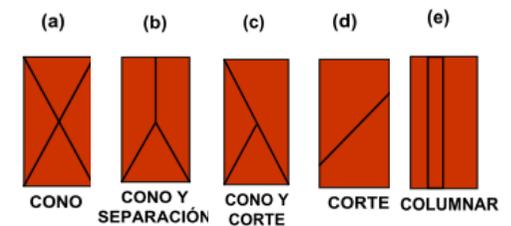
OBSERVACIONES:

1.- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.

2.- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado

3.- El concreto se encuentran con falla adecuada

TIPO DE FRACTURA



ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - UNSM

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

TELEFONO 042-521402

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES - PERU



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO :

TESIS : Mitigación de los efectos negativos en el concreto de f'c 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto

UBICACION : Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín

MATERIAL : RIO HUALLAGA T.M. 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

TESISTA : Bach. Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez

FECHA : 27/11/2018

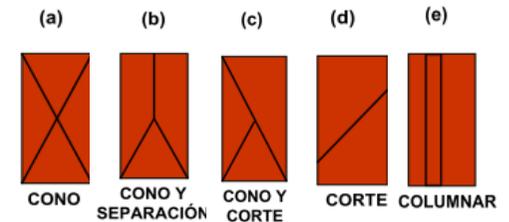
RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M-1 Patron	12/11/2018	27/11/2018	15.00	3.4"	15.15	2.36	37,020.00	180.27	205.36	210	98	C
2.00	M-2 Patron	12/11/2018	27/11/2018	15.00	3.5"	15.13	2.33	34,379.62	179.79	191.22	210	91	C
3.00	M-3 Patron	12/11/2018	27/11/2018	15.00	3.7"	15.10	2.38	36,055.69	179.08	201.34	210	96	C

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado
- El concreto se encuentran con falla adecuada

TIPO DE FRACTURA



ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - UNSM

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

TELEFONO 042-521402

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES - PERU



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO :

TESIS : Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto

UBICACION : Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín

MATERIAL : RIO HUALLAGA T.M. 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

TESISTA : Bach. Giancarlo Gonzalo Aguinaga Sánchez

FECHA : 10/12/2018

RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

HORA : 11:35 am

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	A SENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F' C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M-1 Patron	12/11/2018	10/12/2018	28.00	3.4"	15.20	0.00	41,790.00	181.46	230.30	210	110	C
2.00	M-2 Patron	12/11/2018	10/12/2018	28.00	3.5"	15.18	0.00	39,430.00	180.98	217.87	210	104	C
3.00	M-3 Patron	12/11/2018	10/12/2018	28.00	3.7"	15.16	0.00	38,980.00	180.50	215.95	210	103	C

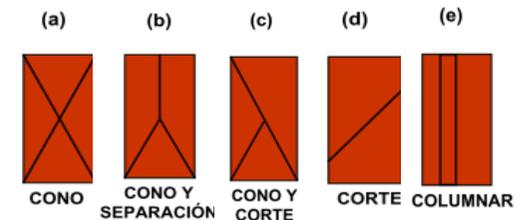
OBSERVACIONES:

1.- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.

2.- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado

3.- El concreto se encuentran con falla adecuada

TIPO DE FRACTURA



ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - UNSM

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

TELEFONO 042-521402

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES - PERU



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO :

TESIS : Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto

UBICACION : Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín

MATERIAL : RIO HUALLAGA T.M. 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

TESISTA : Bach. Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez

FECHA : 22/11/2018

RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M-1 Condiciones Extremas	15/11/2018	22/11/2018	7.00	2.00	15.41	2.28	15,690.00	186.51	84.13	210	40	e
2.00	M-2 Condiciones Extremas	15/11/2018	22/11/2018	7.00	2.75	15.40	2.27	20,360.00	186.27	109.31	210	52	c
3.00	M-3 Condiciones Extremas	15/11/2018	22/11/2018	7.00	1.75	15.60	2.21	22,510.00	191.13	117.77	210	56	c
4.00	M-4 Condiciones Extremas	16/11/2018	23/11/2018	7.00	2.25	15.35	2.29	20,763.00	185.06	112.20	210	53	c
5.00	M-5 Condiciones Extremas	16/11/2018	23/11/2018	7.00	2.50	15.40	2.28	20,258.00	186.27	108.76	210	52	c
6.00	M-6 Condiciones Extremas	16/11/2018	23/11/2018	7.00	2.30	15.42	2.25	21,950.00	186.75	117.54	210	56	c
7.00	M-7 Condiciones Extremas	19/11/2018	26/11/2018	7.00	2.75	15.38	2.28	21,026.00	185.78	113.18	210	54	c
8.00	M-8 Condiciones Extremas	19/11/2018	26/11/2018	7.00	1.80	15.35	2.30	19,902.00	185.06	107.54	210	51	b
9.00	M-9 Condiciones Extremas	19/11/2018	26/11/2018	7.00	2.00	15.40	2.27	21,150.00	186.27	113.55	210	54	b

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F' C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
10.00	M-10 Condiciones Extremas	20/11/2018	27/11/2018	7.00	2.75	15.36	2.29	21,470.00	185.30	115.87	210	55	b
11.00	M-11 Condiciones Extremas	20/11/2018	27/11/2018	7.00	2.75	15.40	2.27	21,256.00	186.27	114.12	210	54	c
12.00	M-12 Condiciones Extremas	20/11/2018	27/11/2018	7.00	2.50	15.32	2.30	18,590.00	184.33	100.85	210	48	c
13.00	M-13 Condiciones Extremas	21/11/2018	28/11/2018	7.00	2.75	15.33	2.29	20,644.00	184.58	111.85	210	53	b
14.00	M-14 Condiciones Extremas	21/11/2018	28/11/2018	7.00	2.50	15.38	2.27	20,110.00	185.78	108.25	210	52	b
15.00	M-15 Condiciones Extremas	21/11/2018	28/11/2018	7.00	2.50	15.40	2.27	22,260.00	186.27	119.51	210	57	c
OBSERVACIONES:									TIPO DE FRACTURA				
<p>1.- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.</p> <p>2.- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado</p> <p>3.- El concreto se encuentran con falla adecuada</p>													
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - UNSM PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO													



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

TELEFONO 042-521402

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES - PERU



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO :

TESIS : Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto

UBICACION : Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín

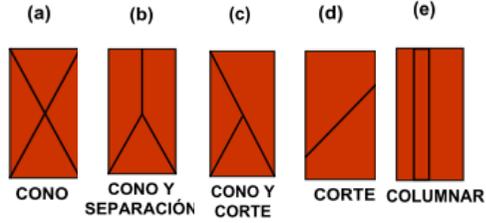
MATERIAL : RIO HUALLAGA T.M. 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

TESISTA : Bach. Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez

FECHA : 29/11/2018

RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M-1 Condiciones Extremas	15/11/2018	29/11/18	14.00	2.00	15.20	2.33	25,110.00	181.46	138.38	210	66	e
2.00	M-2 Condiciones Extremas	15/11/2018	29/11/18	14.00	2.75	15.33	2.27	24,989.00	184.58	135.39	210	64	c
3.00	M-3 Condiciones Extremas	15/11/2018	29/11/18	14.00	1.75	15.25	2.30	20,530.00	182.65	112.40	210	54	c
4.00	M-4 Condiciones Extremas	16/11/2018	30/11/18	14.00	2.25	15.35	2.29	24,138.00	185.06	130.44	210	62	c
5.00	M-5 Condiciones Extremas	16/11/2018	30/11/18	14.00	2.50	15.40	2.28	26,827.00	186.27	144.03	210	69	b
6.00	M-6 Condiciones Extremas	16/11/2018	30/11/18	14.00	2.30	15.42	2.25	25,147.00	186.75	134.66	210	64	c
7.00	M-7 Condiciones Extremas	19/11/2018	03/12/18	14.00	2.75	15.38	2.28	23,228.00	185.78	125.03	210	60	c
8.00	M-8 Condiciones Extremas	19/11/2018	03/12/18	14.00	1.80	15.35	2.29	22,243.00	185.06	120.20	210	57	c
9.00	M-9 Condiciones Extremas	19/11/2018	03/12/18	14.00	2.00	15.40	2.26	23,907.00	186.27	128.35	210	61	b

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F' C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
10.00	M-10 Condiciones Extremas	20/11/2018	04/12/18	14.00	2.75	15.36	2.29	26,566.00	185.30	143.37	210	68	c
11.00	M-11 Condiciones Extremas	20/11/2018	04/12/18	14.00	2.75	15.40	2.27	25,810.00	186.27	138.57	210	66	b
12.00	M-12 Condiciones Extremas	20/11/2018	04/12/18	14.00	2.50	15.32	2.30	22,352.00	184.33	121.26	210	58	c
13.00	M-13 Condiciones Extremas	21/11/2018	05/12/18	14.00	2.75	15.33	2.29	26,041.00	184.58	141.09	210	67	c
14.00	M-14 Condiciones Extremas	21/11/2018	05/12/18	14.00	2.50	15.38	2.26	25,522.00	185.78	137.38	210	65	b
15.00	M-15 Condiciones Extremas	21/11/2018	05/12/18	14.00	2.50	15.40	2.26	26,432.00	186.27	141.91	210	68	c
OBSERVACIONES:									TIPO DE FRACTURA				
1.- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.									 <p>(a) CONO (b) CONO Y SEPARACIÓN (c) CONO Y CORTE (d) CORTE (e) COLUMNAR</p>				
2.- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado													
3.- El concreto se encuentran con falla adecuada													
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - UNSM PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO													



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

TELEFONO 042-521402

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES - PERU



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO :

TESIS : Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto

UBICACION : Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín

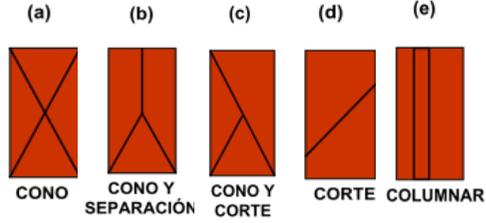
MATERIAL : RIO HUALLAGA T.M. 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

TESISTA : Bach. Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez

FECHA : 13/12/2018

RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M-1 Condiciones Extremas	15/11/2018	13/12/2018	28.00	2.00	15.30	2.29	26,730.00	183.85	145.39	210	69	c
2.00	M-2 Condiciones Extremas	15/11/2018	13/12/2018	28.00	2.75	15.23	2.31	25,763.00	182.18	141.42	210	67	c
3.00	M-3 Condiciones Extremas	15/11/2018	13/12/2018	28.00	1.75	15.24	2.30	23,277.00	182.41	127.60	210	61	b
4.00	M-4 Condiciones Extremas	16/11/2018	14/12/2018	28.00	2.25	15.37	2.26	26,456.00	185.54	142.59	210	68	c
5.00	M-5 Condiciones Extremas	16/11/2018	14/12/2018	28.00	2.50	15.38	2.29	28,054.00	185.78	151.01	210	72	c
6.00	M-6 Condiciones Extremas	16/11/2018	14/12/2018	28.00	2.30	15.29	2.29	26,982.00	183.61	146.95	210	70	c
7.00	M-7 Condiciones Extremas	19/11/2018	17/12/2018	28.00	2.75	15.40	2.26	26,604.00	186.27	142.83	210	68	c
8.00	M-8 Condiciones Extremas	19/11/2018	17/12/2018	28.00	1.80	15.34	2.29	23,626.00	184.82	127.83	210	61	b
9.00	M-9 Condiciones Extremas	19/11/2018	17/12/2018	28.00	2.00	15.37	2.26	26,663.00	185.54	143.70	210	68	c

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
10.00	M-10 Condiciones Extremas	20/11/2018	18/12/2018	28.00	2.75	15.39	2.27	28,091.00	186.02	151.01	210	72	c
11.00	M-11 Condiciones Extremas	20/11/2018	18/12/2018	28.00	2.75	15.35	2.26	27,804.00	185.06	150.25	210	72	c
12.00	M-12 Condiciones Extremas	20/11/2018	18/12/2018	28.00	2.50	15.29	2.28	27,233.00	183.61	148.32	210	71	c
13.00	M-13 Condiciones Extremas	21/11/2018	19/12/2018	28.00	2.75	15.38	2.24	28,703.00	185.78	154.50	210	74	c
14.00	M-14 Condiciones Extremas	21/11/2018	19/12/2018	28.00	2.50	15.40	2.24	27,638.00	186.27	148.38	210	71	c
15.00	M-15 Condiciones Extremas	21/11/2018	19/12/2018	28.00	2.50	15.39	2.24	27,970.00	186.02	150.36	210	72	c
OBSERVACIONES:									TIPO DE FRACTURA				
1.- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.									 <p>(a) CONO (b) CONO Y SEPARACIÓN (c) CONO Y CORTE (d) CORTE (e) COLUMNAR</p>				
2.- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado													
3.- El concreto se encuentran con falla adecuada													
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - UNSM PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO													



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

TELEFONO 042-521402

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES - PERU



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO :

TESIS : Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto

UBICACION : Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín

MATERIAL : RIO HUALLAGA T.M. 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

TESISTA : Bach. Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez

FECHA : 22/11/2018

RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F' C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M-1 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	15/11/2018	22/11/2018	7.00	3.75	15.20	2.33	22,250.00	181.46	122.62	210	58	c
2.00	M-2 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	15/11/2018	22/11/2018	7.00	3.50	15.39	2.30	21,848.00	186.02	117.45	210	56	c
3.00	M-3 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	15/11/2018	22/11/2018	7.00	3.75	15.38	2.26	28,660.00	185.78	154.27	210	73	c
4.00	M-4 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	16/11/2018	23/11/2018	7.00	3.50	15.38	2.28	21,985.00	185.78	118.34	210	56	b
5.00	M-5 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	16/11/2018	23/11/2018	7.00	3.25	15.41	2.29	23,182.00	186.51	124.30	210	59	c
6.00	M-6 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	16/11/2018	23/11/2018	7.00	3.85	15.40	2.27	25,320.00	186.27	135.94	210	65	c
7.00	M-7 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	19/11/2018	26/11/2018	7.00	3.50	15.38	2.29	25,556.00	185.78	137.56	210	66	c
8.00	M-8 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	19/11/2018	26/11/2018	7.00	3.50	15.38	2.30	23,815.00	185.78	128.19	210	61	c
9.00	M-9 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	19/11/2018	26/11/2018	7.00	3.50	15.37	2.28	23,793.00	185.54	128.24	210	61	c

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F ^o C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
10.00	M-10 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	20/11/2018	27/11/2018	7.00	3.75	15.38	2.28	23,681.00	185.78	127.47	210	61	c
11.00	M-11 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	20/11/2018	27/11/2018	7.00	3.75	15.38	2.28	25,608.00	185.78	137.84	210	66	c
12.00	M-12 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	20/11/2018	27/11/2018	7.00	3.75	15.34	2.29	26,454.00	184.82	143.14	210	68	b
13.00	M-13 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	21/11/2018	28/11/2018	7.00	3.75	15.38	2.30	25,855.00	185.78	139.17	210	66	c
14.00	M-14 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	21/11/2018	28/11/2018	7.00	3.50	15.39	2.29	23,863.00	186.02	128.28	210	61	c
15.00	M-15 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	21/11/2018	28/11/2018	7.00	3.50	15.41	2.27	26,217.00	186.51	140.57	210	67	c
OBSERVACIONES:									TIPO DE FRACTURA				
<p>1.- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.</p> <p>2.- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado</p> <p>3.- El concreto se encuentran con falla adecuada</p>									<p>(a) (b) (c) (d) (e)</p>  <p>CONO CONO Y SEPARACIÓN CONO Y CORTE CORTE COLUMNAR</p>				
<p>ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - UNSM</p> <p>PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO</p>													



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

TELEFONO 042-521402

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES - PERU



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO :

TESIS : Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto

UBICACION : Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín

MATERIAL : RIO HUALLAGA T.M. 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

TESISTA : Bach. Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez

FECHA : 29/11/2018

RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M-1 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	15/11/2018	29/11/18	14.00	3.75	15.20	2.31	24,848.00	181.46	136.93	210	65	c
2.00	M-2 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	15/11/2018	29/11/18	14.00	3.50	15.30	2.28	26,219.00	183.85	142.61	210	68	c
3.00	M-3 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	15/11/2018	29/11/18	14.00	3.75	15.20	2.32	30,390.00	181.46	167.48	210	80	c
4.00	M-4 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	16/11/2018	30/11/18	14.00	3.50	15.30	2.30	26,068.00	183.85	141.79	210	68	c
5.00	M-5 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	16/11/2018	30/11/18	14.00	3.25	15.30	2.31	26,763.00	183.85	145.57	210	69	c
6.00	M-6 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	16/11/2018	30/11/18	14.00	3.85	15.10	2.36	28,126.00	179.08	157.06	210	75	b
7.00	M-7 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	19/11/2018	03/12/18	14.00	3.50	15.30	2.31	28,021.00	183.85	152.41	210	73	c
8.00	M-8 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	19/11/2018	03/12/18	14.00	3.50	15.20	2.35	25,556.00	181.46	140.84	210	67	c
9.00	M-9 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	19/11/2018	03/12/18	14.00	3.50	15.20	2.33	23,290.00	181.46	128.35	210	61	b

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F' C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
10.00	M-10 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	20/11/2018	04/12/18	14.00	3.75	15.20	2.34	26,306.00	181.46	144.97	210	69	c
11.00	M-11 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	20/11/2018	04/12/18	14.00	3.75	15.30	2.31	29,837.00	183.85	162.29	210	77	c
12.00	M-12 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	20/11/2018	04/12/18	14.00	3.75	15.30	2.30	30,069.00	183.85	163.55	210	78	c
13.00	M-13 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	21/11/2018	05/12/18	14.00	3.75	15.20	2.35	28,744.00	181.46	158.41	210	75	c
14.00	M-14 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	21/11/2018	05/12/18	14.00	3.50	15.20	2.35	27,656.00	181.46	152.41	210	73	b
15.00	M-15 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	21/11/2018	05/12/18	14.00	3.50	15.20	2.33	27,792.00	181.46	153.16	210	73	c
OBSERVACIONES:									TIPO DE FRACTURA				
<p>1.- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.</p> <p>2.- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado</p> <p>3.- El concreto se encuentran con falla adecuada</p>													
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - UNSM PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO													



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

TELEFONO 042-521402

CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO :

TESIS : Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm², producidos por las altas T° en la Ciudad de Tarapoto

UBICACION : Distrito de Tarapoto, Provincia San Martín, Región San Martín

MATERIAL : RIO HUALLAGA T.M. 1" Y RIO CUMBAZA 3/8"

TESISTA : Bach. Giancarlos Gonzalo Aguinaga Sánchez

FECHA : 13/12/2018

RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	M-1 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	15/11/2018	13/12/2018	28.00	3.75	15.30	2.28	32,200.00	183.85	175.14	210	83	c
2.00	M-2 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	15/11/2018	13/12/2018	28.00	3.50	15.20	2.30	30,818.00	181.46	169.84	210	81	c
3.00	M-3 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	15/11/2018	13/12/2018	28.00	3.75	15.15	2.35	33,289.00	180.27	184.67	210	88	c
4.00	M-4 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	16/11/2018	14/12/2018	28.00	3.50	15.30	2.29	31,302.00	183.85	170.25	210	81	c
5.00	M-5 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	16/11/2018	14/12/2018	28.00	3.25	15.15	2.33	30,122.00	180.27	167.10	210	80	b
6.00	M-6 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	16/11/2018	14/12/2018	28.00	3.85	15.20	2.32	32,994.00	181.46	181.83	210	87	c
7.00	M-7 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	19/11/2018	17/12/2018	28.00	3.50	15.35	2.27	31,498.00	185.06	170.21	210	81	c
8.00	M-8 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	19/11/2018	17/12/2018	28.00	3.50	15.30	2.30	30,834.00	183.85	167.71	210	80	c
9.00	M-9 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	19/11/2018	17/12/2018	28.00	3.50	15.30	2.28	29,936.00	183.85	162.82	210	78	b

DESCRIPCION	ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F' C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
10.00	M-10 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	20/11/2018	18/12/2018	28.00	3.75	15.25	2.30	31,312.00	182.65	171.43	210	82	c
11.00	M-11 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	20/11/2018	18/12/2018	28.00	3.75	15.20	2.32	34,379.00	181.46	189.46	210	90	c
12.00	M-12 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	20/11/2018	18/12/2018	28.00	3.75	15.25	2.31	32,817.00	182.65	179.67	210	86	c
13.00	M-13 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	21/11/2018	19/12/2018	28.00	3.75	15.30	2.29	34,152.00	183.85	185.76	210	88	c
14.00	M-14 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	21/11/2018	19/12/2018	28.00	3.50	15.35	2.28	32,170.00	185.06	173.84	210	83	b
15.00	M-15 Condiciones Extremas + AGUA HELADA	21/11/2018	19/12/2018	28.00	3.50	15.30	2.30	32,621.00	183.85	177.43	210	84	c
OBSERVACIONES:									TIPO DE FRACTURA				
<p>1.- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.</p> <p>2.- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado</p> <p>3.- El concreto se encuentran con falla adecuada</p>									<p>(a) CONO (b) CONO Y SEPARACIÓN (c) CONO Y CORTE (d) CORTE (e) COLUMNAR</p>				
<p>ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - UNSM</p> <p>PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO</p>													

Anexo 8. Panel fotográfico.



Fotografía 7: Selección de agregado fino.



Fotografía 8: Selección de agregados grueso .



Fotografía 9: Retiro de muestra del horno, para granulometría.



Fotografía 10: Termómetros usados en los ensayos de laboratorio.



Fotografía 11: Pesado de componentes del concreto.



Fotografía 12: Medición de temperatura de los agregados.



Fotografía 13: Preparación del concreto.



Fotografía 14: Medición de la temperatura ambiental.



Fotografía 15: Medición de asentamiento del concreto.



Fotografía 16: Medición de temperatura del concreto.



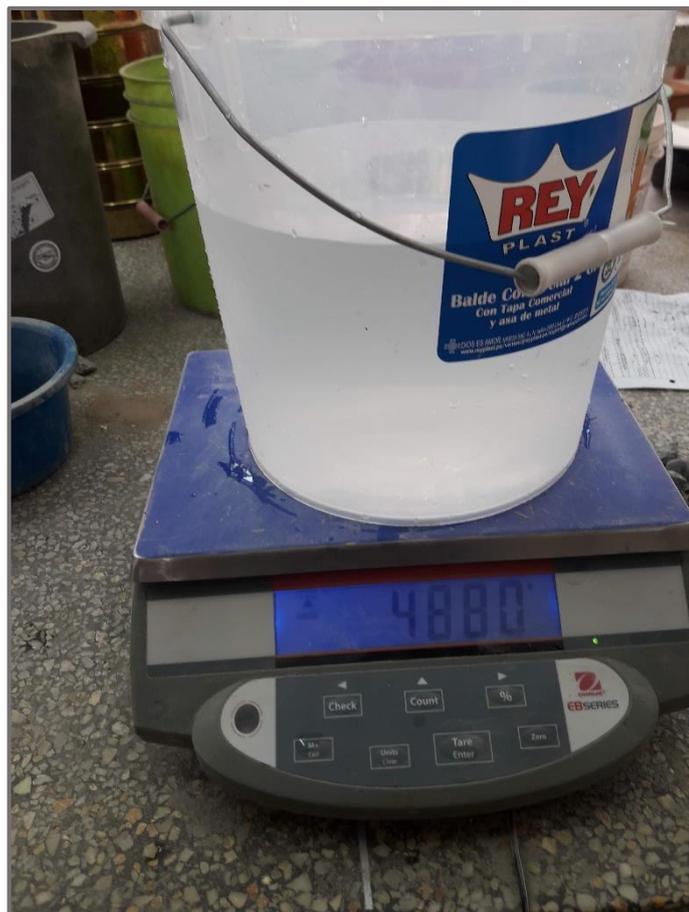
Fotografía 17: Colocado del concreto en los moldes.



Fotografía 18: Probetas listas para desencofrarse.



Fotografía 19: Curado de las probetas de concreto, en poza del laboratorio.



Fotografía 20: Pesado del agua helada para el mezclado.



Fotografía 21: Curado del concreto en condiciones extremas.



Fotografía 22: Medición del diámetro y altura de cada probeta.



Fotografía 23: Pesado de cada espécimen para determinar la densidad.



Fotografía 24: Ensayo para determinar la resistencia la compresión del concreto.



Fotografía 25: Probeta, después que fue sometida al ensayo.



Fotografía 26: Probeta con fractura tipo C.