



Universidad Nacional

**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**CONSTANCIA DE EVALUACION DE ORIGINALIDAD  
ID. N° 109042466**

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis de similitud con el software de verificación de Turnitin al documento de **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

**Incidencia de la temperatura ambiental en el comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido en la ciudad de Ica**

presentado por:


**LUIS ANTONIO MONDALGO ROMAN**

Bachiller del nivel de PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Civil. El Informe de Originalidad reporta **2% Índice de Similitud**, porcentaje que se encuentra dentro del margen permitido, por tanto, el calificativo es **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente, el Informe de Originalidad Turnitin -iThenticate- con el reporte de originalidad.

Ica, 22 de mayo de 2024

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

  
Dra. Edith Isabel Guerra Landu  
DIRECTORA

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Incidencia de la temperatura ambiental en el comportamiento del  
concreto en su estado fresco y endurecido en la ciudad de Ica

Línea de investigación:

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

TESIS

AUTOR:

BACH. LUIS ANTONIO MONDALGO ROMAN

Ica – Perú

2023

### **Dedicatoria**

A Dios, por darme la oportunidad de cumplir mis metas.

A mis padres, por sus enseñanza, valores y apoyo incondicional para forjar la persona que soy.

A mi hermana, ya que gracias a su apoyo y motivación logré culminar con este Proyecto.

### **Agradecimientos**

A mis profesores de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, quienes con sus enseñanzas ayudaron a mi formación profesional.

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	xi
Resumen .....	xiii
Abstract .....	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Aspectos generales .....	1
1.2. Realidad problemática .....	1
1.2.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2.1.1. Antecedentes a nivel internacional .....	3
1.2.1.2. Antecedentes a nivel nacional .....	4
1.2.1.3. Antecedentes a nivel local.....	6
1.2.2. Formulación del problema .....	6
1.2.2.1. Problema general .....	6
1.2.2.2. Problemas específicos.....	6
1.3. Justificación e importancia .....	6
1.4. Objetivos.....	8
1.4.1. Objetivo general .....	8
1.4.2. Objetivos específicos.....	8
1.4. Hipótesis y variables.....	8
1.4.1. Hipótesis .....	8
1.4.1.1. Hipótesis general .....	8
1.4.1.2. Hipótesis específicas.....	8
1.4.2. Variables .....	9
1.4.2.1. Variable independiente .....	9
1.4.2.2. Variable dependiente .....	9
1.4.2.3. Variable interviniente.....	9
1.4.2.4. Operacionalización de variables.....	9
<b>II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA .....</b>	<b>10</b>
2.1. Enfoque de la investigación.....	10
2.2. Tipo de investigación.....	10
2.3. Nivel de investigación .....	10
2.4. Diseño metodológico.....	11
2.5. Población y Muestra.....	11
2.5.1. Población.....	11

2.5.2.	Muestra .....	11
2.6.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	13
2.6.1.	Técnicas para la recolección de datos .....	13
2.6.2.	Instrumentos para la recolección de datos .....	14
2.7.	Procedimiento desarrollado.....	14
2.7.1.	Selección de agregados .....	14
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>16</b>
3.1	Ubicación geográfica de la investigación .....	16
3.1.1	Ubicación, superficie y altitud.....	16
3.1.2	Topografía.....	17
3.1.3	Clima .....	17
3.2	Caracterización de los materiales de la investigación .....	22
3.2.1	Descripción de las canteras .....	22
3.2.1.1.	Extracción del agregado fino del río Ica .....	22
3.2.1.1.1.	Sector Puente La Achirana.....	22
3.2.1.1.1.1.	Ubicación .....	22
3.2.1.1.1.2.	Accesibilidad .....	22
3.2.1.1.1.1.1.	Características de los materiales .....	23
3.2.1.1.2.	Sector Puente Los Maestros .....	23
3.2.1.1.2.1.	Ubicación .....	23
3.2.1.1.2.2.	Accesibilidad .....	23
3.2.1.1.2.3.	Características de los materiales .....	24
3.2.1.1.2.	Cantera Palomino .....	24
3.2.1.1.2.1.	Ubicación .....	24
3.2.1.1.2.2.	Accesibilidad .....	25
3.2.1.1.2.3.	Características de los materiales .....	25
3.2.1.2.	Extracción del agregado grueso.....	25
3.2.1.2.1.	Cantera Palomino .....	25
3.2.1.2.1.1.	Ubicación .....	25
3.2.1.2.1.2.	Accesibilidad .....	26
3.2.1.2.1.3.	Características de los materiales .....	26
3.2.2.	Ensayos de materiales en laboratorio.....	26
3.2.2.1.	Análisis granulométrico para agregado fino.....	26
3.2.2.2.	Análisis granulométrico para agregado grueso.....	27
3.2.2.3.	Contenido de humedad para agregado fino .....	28
3.2.2.4.	Contenido de humedad para agregado grueso .....	29
3.2.2.5.	Ensayo de desgaste del agregado grueso (abrasión) .....	29

3.2.2.6.	Masa por unidad del agregado fino.....	30
3.2.2.7.	Masa por unidad del agregado grueso.....	30
3.2.2.8.	Peso específico y absorción del agregado fino.....	31
3.2.2.9.	Peso específico y absorción del agregado grueso.....	32
3.2.2.10.	Resultados de los ensayos en los agregados.....	33
3.3.2.10.1	Resultados de los ensayos del agregado fino.....	33
3.3.2.10.1.1	Agregado fino del Río Ica (Sector Puente Los Maestros).....	33
3.3.2.10.1.2	Agregado fino del Río Ica (Sector Puente La Achirana).....	34
3.3.2.10.1.3	Agregado fino de la Cantera Palomino.....	35
3.3.2.10.2	Resultados de los ensayos del agregado grueso.....	36
3.3	Diseño de mezcla ACI 211.1.....	37
3.3.1.	Datos del agregado fino y grueso.....	37
3.3.2.	Diseño de mezcla $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ aplicando un factor de seguridad de 10% de la resistencia de diseño.....	38
3.3.3.	Diseño de mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ aplicando un factor de seguridad de 10% de la resistencia de diseño.....	42
3.3.4.	Diseño de mezcla aplicando un factor de seguridad de $70 \text{ kg/cm}^2$ .....	46
3.4.	Elaboración de especímenes de concreto y ensayos en estado fresco y endurecido.....	47
3.4.1.	Elaboración de losas de concreto.....	47
3.4.2.	Elaboración de probetas cilíndricas.....	48
3.4.3.	Ensayo la toma de temperatura de la mezcla del concreto fresco.....	49
3.4.4.	Ensayo del asentamiento del concreto.....	49
3.4.5.	Ensayo del peso unitario del concreto fresco.....	50
3.4.6.	Ensayo del contenido de aire en el concreto fresco.....	51
3.4.7.	Elaboración y curado de probetas.....	51
3.4.7.1.	Elaboración de probetas.....	51
3.4.7.2.	Curado de probetas.....	52
3.4.8.	Resistencia a la compresión del concreto.....	52
3.4.9.	Resultados de la comparación del Control de fisuras en las losas de concreto.....	53
3.4.10.	Resultados de la comparación de la temperatura del agregado fino y grueso.....	55
3.4.11.	Resultados de la comparación de las propiedades en el estado fresco.....	56
3.4.11.1.	Resultados de la comparación de la Temperatura del concreto.....	56
3.4.11.2.	Resultados de la comparación del Asentamiento del concreto.....	57
3.4.11.3.	Resultados de la comparación del Peso Unitario del concreto.....	58
3.4.11.4.	Resultados de la comparación del Contenido de Aire del concreto.....	58
3.4.12.	Resultados de la comparación de las propiedades en el estado endurecido.....	59
3.4.12.1.	Resultados de la comparación de la resistencia a la compresión del concreto.....	59

3.4.12.2.	Resultados de la comparación del Módulo de Rotura ( $f_r$ ) del concreto a los 28 días	62
3.5.	Prueba de hipótesis	64
3.5.1.	Prueba de hipótesis de la temperatura del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto a la temperatura del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ )	65
3.5.2.	Prueba de hipótesis de la temperatura del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto a la temperatura del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ )	66
3.5.3.	Prueba de hipótesis del asentamiento (slump) del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al asentamiento (slump) del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ )	67
3.5.4.	Prueba de hipótesis del asentamiento (slump) del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al asentamiento (slump) del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ )	68
3.5.5.	Prueba de hipótesis del peso unitario del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al peso unitario del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ )	69
3.5.6.	Prueba de hipótesis del peso unitario del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al peso unitario del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ )	70
3.5.7.	Prueba de hipótesis del contenido del contenido de aire (%) del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al contenido de aire del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ )	71
3.5.8.	Prueba de hipótesis del contenido del contenido de aire (%) del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al contenido de aire del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ )	72
3.5.9.	Prueba de hipótesis de la resistencia del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto a la resistencia del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ )	73
3.5.10.	Prueba de hipótesis de la resistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto a la resistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ )	74
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>76</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>82</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>83</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>84</b>

<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>86</b>
<b>8.1.</b>	<b>Instrumentos de Recopilación de datos.....</b>	<b>86</b>
<b>8.2.</b>	<b>Panel Fotográfico.....</b>	<b>88</b>
<b>8.3.</b>	<b>Certificados.....</b>	<b>96</b>
<b>8.4.</b>	<b>Constancia de Validación.....</b>	<b>122</b>

## Índice de Tablas

Tabla I Operacionalización de variables de la investigación.....	9
Tabla II Relación entre diseño, técnicas e instrumentos .....	14
Tabla III Límites del distrito de Ica .....	17
Tabla IV Temperatura registradas (°C) del año 2022 .....	18
Tabla V Temperaturas mínimas registradas durante los últimos cinco años.....	19
Tabla VI Temperaturas promedios registradas durante los últimos cinco años .....	19
Tabla VII Temperaturas máximas registradas durante los últimos cinco años .....	19
Tabla VIII Vías de acceso Plaza de Armas de Ica – Puente La Achirana.....	22
Tabla IX Vías de acceso de Plaza de Armas de Ica a Puente Los Maestros .....	24
Tabla X Vías de acceso de la Ciudad de Ica a la Cantera Palomino.....	25
Tabla XI Vías de acceso de la Plaza de Armas de Ica a la Cantera Palomino.....	26
Tabla XII Requerimiento de granulometría del agregado fino.....	33
Tabla XIII Comparativo del porcentaje que pasa de la Arena del Rio Ica (Sector Puente Los Maestros).....	34
Tabla XIV Comparativo del porcentaje que pasa de la Arena del Rio Ica (Sector Puente La Achirana).....	34
Tabla XV Comparativo del porcentaje que pasa de la Arena del Rio Ica (Sector Puente La Achirana).....	35
Tabla XVI Requisitos granulométricos para el agregado grueso .....	36
Tabla XVII Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción .....	38
Tabla XVIII Requisitos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes asentamientos y tamaños máximos nominales del agregado grueso.....	38
Tabla XIX Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia a la compresión del concreto .....	39
Tabla XX Contenido de aire atrapado.....	39
Tabla XXI Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto.....	40
Tabla XXII Resistencia la compresión requerida .....	46
Tabla XXIII Clasificación de fisuras y grietas en función a su ancho y grado de repercusión en las estructuras .....	48
Tabla XXIV Control de fisuras del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a temperatura ambiental promedio (22°C).....	53
Tabla XXV Control de fisuras del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a temperatura ambiental promedio .....	54
Tabla XXVI Control de fisuras del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a temperatura ambiental promedio (22°C).....	54
Tabla XXVII Control de fisuras del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a temperatura ambiental promedio alta (30°C).....	55
Tabla XXVIII Temperatura del agregado fino y grueso expuestos a diferentes temperaturas ambientales.....	56
Tabla XXIX Temperatura del concreto en estado fresco elaborado a diferentes temperaturas ambientales.....	56
Tabla XXX Asentamiento del concreto elaborado a diferentes temperaturas ambientales.....	57
Tabla XXXI Peso Unitario del concreto elaborado a diferentes temperaturas ambientales.....	58
Tabla XXXII Contenido de aire del concreto elaborado a diferentes temperaturas ambientales.....	58
Tabla XXXIII Resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) de $175 \text{ kg/cm}^2$ a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental promedio baja (14°C).....	59
Tabla XXXIV Resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) de $175 \text{ kg/cm}^2$ a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental promedio (22°C) .....	59
Tabla XXXV Resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) de $175 \text{ kg/cm}^2$ a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental promedio alta (30°C).....	60
Tabla XXXVI Resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) de $210 \text{ kg/cm}^2$ a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental promedio baja (14°C).....	60

Tabla XXXVII Resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) de 210 kg/cm <sup>2</sup> a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental promedio (22°C) .....	61
Tabla XXXVIII Resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) de 210 kg/cm <sup>2</sup> a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental alta (30°C).....	61
Tabla XXXIX Módulo de rotura ( $f_r$ ) de concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> a edades de 28 días a temperatura ambiental baja (14°C) .....	62
Tabla XL Módulo de rotura ( $f_r$ ) de concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> a edades de 28 días a temperatura ambiental promedio (22°C) .....	62
Tabla XLI Módulo de rotura ( $f_r$ ) de concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> a edades de 28 días a temperatura ambiental alta (30°C) .....	62
Tabla XLII Módulo de rotura ( $f_r$ ) de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> a edades de 28 días a temperatura ambiental baja (14°C) .....	63
Tabla XLIII Módulo de rotura ( $f_r$ ) de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> a edades de 28 días a temperatura ambiental promedio (22°C).....	63
Tabla XLIV Módulo de rotura ( $f_r$ ) de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> a edades de 28 días a temperatura ambiental alta (30°C).....	63
Tabla XLV Datos preliminares para la prueba de hipótesis de temperatura del concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	65
Tabla XLVI Datos preliminares para la prueba de hipótesis de temperatura del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	66
Tabla XLVII Datos preliminares para la prueba de hipótesis del slump del concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	67
Tabla XLVIII Datos preliminares para la prueba de hipótesis del slump del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	68
Tabla XLIX Datos preliminares para la prueba de hipótesis del peso unitario del concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	69
Tabla L Datos preliminares para la prueba de hipótesis del peso unitario del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	70
Tabla LI Datos preliminares para la prueba de hipótesis del contenido de aire del concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	71
Tabla LII Datos preliminares para la prueba de hipótesis del contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	72
Tabla LIII Datos preliminares para la prueba de hipótesis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	73
Tabla LIV Datos preliminares para la prueba de hipótesis de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	74

## Índice de figuras

Figura 1 Esquema del número de muestras de las probetas. ....	13
Figura 2 Canteras para la selección de muestras del agregado fino.....	15
Figura 3 Localización del Proyecto .....	16
Figura 4 Ubicación del Proyecto .....	16
Figura 5 Temperatura promedio mensual máxima (°C), temperatura promedio mínima mensual (°C) y temperatura promedio mensual (°C).....	17
Figura 6 Datos meteorológicos de la Estación San Camilo.....	18
Figura 7 Losa elaborada a una temperatura ambiental promedio (22°C) a horas 08:30 a.m.....	20
Figura 8 Losas elaboradas a una temperatura ambiental promedio alta (30°C) .....	20
Figura 9 Realización de muestras de concreto a una temperatura baja (14°C) en horario nocturno .....	21
Figura 10 Realización de muestras de concreto a una temperatura promedio (22°C) en horario de 8:00 a.m. ....	21
Figura 11 Realización de muestras de concreto a una temperatura promedio (30°C) en horario de 1:00 p.m. ....	22
Figura 12 Recorrido Ciudad de Ica – Puente La Achirana.....	23
Figura 13 Extracción de muestra de agregado fino en el Río Ica (Sector Puente Los Maestros) 23	
Figura 14 Recorrido Ciudad de Ica – Puente Los Maestros .....	24
Figura 15. Extracción de muestra de agregado fino de la Cantera Palomino .....	24
Figura 16 Recorrido Ciudad de Ica – Cantera Palomino.....	25
Figura 17 Extracción de muestra de agregado grueso de la Cantera Palomino.....	26
Figura 18 Realización del Ensayo de Granulometría del Agregado Fino .....	27
Figura 19 Realización del Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso .....	28
Figura 20 Peso del material en su humedad natural, para luego secarlo en el horno. ....	28
Figura 21 Peso del material en su humedad natural, para luego secarlo en el horno. ....	29
Figura 22 Realización del Ensayo de abrasión del agregado grueso en la Máquina Los Ángeles .....	30
Figura 23 Realización del Ensayo de la Masa por unidad del agregado grueso .....	31
Figura 24 Realización del Ensayo del peso específico y absorción del agregado fino .....	32
Figura 25 Realización del Ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso .....	33
Figura 26 Curva granulométrica del agregado fino del Río Ica (Sector Puente Los Maestros) ..	34
Figura 27 Curva granulométrica del agregado fino del Río Ica (Sector Puente La Achirana) ....	35
Figura 28 Curva granulométrica del agregado fino de la Cantera Palomino.....	35
Figura 29 Curva granulométrica del agregado grueso de la Cantera Palomino.....	37
Figura 30 Elaboración de losas de concreto .....	48
Figura 31 Toma de la temperatura ambiental, de los agregados y preparación del concreto .....	49
Figura 32 Toma de la temperatura de la mezcla del concreto fresco .....	49
Figura 33 Ensayo de Asentamiento del Concreto.....	50
Figura 34 Ensayo de Peso Unitario del Concreto .....	51
Figura 35 Ensayo de contenido de aire del concreto fresco .....	51
Figura 36 Elaboración y curado de probetas .....	52
Figura 37 Ensayo de rotura de probetas .....	53
Figura 38 Tabla de distribución para prueba t-student.....	64
Figura 39 Comparación de la temperatura interna del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con la temperatura ambiental. ....	76
Figura 40 Comparación de la temperatura interna del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la temperatura ambiental. ....	77
Figura 41 Comparación del asentamiento (slump) del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con la temperatura ambiental. ....	78
Figura 42 Comparación del asentamiento del concreto (slump) $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la temperatura ambiental. ....	78
Figura 43 Comparación del peso unitario del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con la temperatura ambiental. ....	79

Figura 44 Comparación del peso unitario del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la temperatura ambiental.....	79
Figura 45 Comparación del contenido de aire del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con la temperatura ambiental.....	80
Figura 46 Comparación del contenido de aire del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la temperatura ambiental.....	80
Figura 47 Comparación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días con la temperatura ambiental.....	81
Figura 48 Comparación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días con la temperatura ambiental.....	81
Figura 49 Registro de la temperatura ambiental $31.7^\circ\text{C}$ con el higrómetro.....	88
Figura 50 El agregado grueso alcanza una temperatura de $40.6^\circ\text{C}$ a una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ).....	88
Figura 51 El agregado fino alcanza una temperatura de $31.9^\circ\text{C}$ a una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ).....	88
Figura 52 El concreto fresco alcanza una temperatura interna de $34.3^\circ\text{C}$ a una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ).....	88
Figura 53 Endurecimiento inicial de la losa a una temperatura ambiental de $30.7^\circ\text{C}$ y humedad relativa del 50%.....	89
Figura 54 Losa fabricada a una temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ).....	89
Figura 55 Fabricación de losa de concreto a una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ).....	89
Figura 56 Curado de losa de concreto con arroceras.....	89
Figura 57 Aparición de fisuras en losa elaborada a una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ) a horas 12:00 pm.....	90
Figura 58 Aparición de fisuras en losa elaborada a una temperatura ambiental promedio alta ( $22^\circ\text{C}$ ) a horas 12:00 pm.....	90
Figura 59 Aparición de fisuras en losa elaborada a una temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) a horas 08:30 am.....	91
Figura 60 Aparición de fisuras en losa elaborada a una temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) a horas 08:30 am.....	91
Figura 61 Curado con arroceras en losas de concreto de $1.00\text{m}\times 1.00\text{m}\times 0.10\text{m}$ fabricadas temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ) a horas 12:00 pm.....	92
Figura 62 Aparición de cangrejeras y fisuras en losas fabricadas a temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ) a horas 12:00 p.m.....	92
Figura 63 Agregados expuestos a la temperatura ambiental.....	93
Figura 64 Probetas de concreto elaborados a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ).....	93
Figura 65 Probetas de concreto elaborados a temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ).....	93
Figura 66 Probetas de concreto elaborados a temperatura ambiental promedio baja ( $22^\circ\text{C}$ ).....	93
Figura 67 Realización del Ensayo del Slump.....	94
Figura 68 Ensayo del contenido del aire atrapado.....	94
Figura 69 Probetas de concreto elaborados a temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ).....	94
Figura 70 Probetas de concreto elaborados a temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ).....	94
Figura 71 Presencia de fisuras en vereda y registro de temperatura de la vereda ( $35.1^\circ\text{C}$ ) a una temperatura ambiental de $28^\circ\text{C}$ .....	95
Figura 72 Registro de temperatura de la vereda ( $17.8^\circ\text{C}$ ) a una temperatura ambiental de $15^\circ\text{C}$ .....	95
Figura 73 Acopio de agregados en obra expuestos a la temperatura ambiental.....	95
Figura 74 Almacenamiento de agregados en tolvas y bajo sombra para la conservación de sus propiedades.....	95

## Resumen

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo general evaluar la incidencia de la temperatura ambiental en el comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido. La hipótesis de la investigación, tuvo un resultado positivo, puesto que se evidenció que la alta temperatura ambiental produce una reducción del asentamiento, peso unitario, contenido de aire, aparición de fisuras y resistencia a la compresión ( $f'c$ ) del concreto. Asimismo, la alta temperatura ambiental produce un incremento en la temperatura interna de los agregados y el concreto. Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación es aplicada, el nivel de investigación es descriptivo correlacional y tiene un diseño metodológico cuasiexperimental, dado que la muestras de concreto se conforman antes del experimento. Se realizaron 02 diseños de mezcla ( $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) empleando el Método del ACI 211; en el primer diseño se utilizó un factor de seguridad del 10% adicional de la resistencia de diseño. Este diseño se empleó en la elaboración de 04 losas de concreto; en el segundo diseño de mezcla ( $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) empleando el Método del ACI 211 se usó un factor de seguridad de 70  $\text{kg/cm}^2$ , este diseño se empleó en la elaboración de 72 probetas de concreto. Del diseño aplicando un factor de seguridad de 70  $\text{kg/cm}^2$  se obtuvo una relación agua cemento menor al diseño del cual se aplicó un factor de seguridad del 10% adicional a la resistencia a la compresión del diseño. Se realizó un control de fisuras en losas; obteniendo que las losas con  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaboradas a una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presentaron fisuras de mayor espesor que las losas elaboradas a una temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ).

Las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, fueron evaluadas utilizando una muestra de 36 probetas para un  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  ensayadas a los 7, 14 y 28 días; y una muestra de 36 probetas para un  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  ensayadas a los 7, 14 y 28 días. Este experimento se realizó a una temperatura ambiental promedio baja ( $14^\circ\text{C}$ ), temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y a una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ). El trabajo en gabinete consistió en la recopilación de investigaciones, entrevista a constructores, visita de campo a las canteras con la finalidad de una adecuada elección de materiales. Las altas temperaturas ambientales tienen incidencia en las propiedades del concreto, ya que en el horario nocturno ( $14^\circ\text{C}$ ), el concreto evidenció propiedades semejantes al concreto de diseño; mientras que a temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ); se obtuvo un concreto con valores de sus propiedades por debajo del concreto de diseño.

Palabras clave: temperatura interna del concreto, temperatura ambiental, asentamiento, peso unitario, contenido de aire, resistencia a la compresión y control de fisuras.

## Abstract

The present research work, the general objective is to evaluate the incidence of environmental temperature on the behavior of concrete in the fresh and hardened state. The hypothesis of the research had a positive result, since it was evidenced that high environmental temperature produces a reduction in slump, unit weight, air content, appearance of cracks and compressive strength of concrete. Also, the high environmental temperature produces an increase in the internal temperature of the aggregates and concrete. This research has a quantitative approach, the type of research is applied, the level of research is descriptive correlational and has a quasi-experimental methodological design, since the concrete samples are formed before the experiment. 02 mix designs were made ( $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) using ACI Method 211, In the first design, a safety factor of an additional 10% of the design resistance was used. This design was used in the preparation of 04 concrete slabs; In the second mixture design ( $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) using the ACI Method 211, a safety factor of 70  $\text{kg/cm}^2$  was used, this design was used in the preparation of 72 concrete specimens. From the design, applying a safety factor of 70  $\text{kg/cm}^2$ , a lower water-cement ratio was obtained than the design of which a safety factor of 10% was applied in addition to the compressive strength of the design. Crack control was carried out in slabs; the slabs with  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  made at a high average ambient temperature ( $30^\circ\text{C}$ ) presented thicker cracks than the slabs made at an average ambient temperature ( $22^\circ\text{C}$ ).

The properties of the fresh and hardened concrete were evaluated using a sample of 36 specimens for a  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  tested at 7, 14 and 28 days; and a sample of 36 specimens for a  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  tested at 7, 14 and 28 days. This experiment was made at low environmental temperature ( $14^\circ\text{C}$ ), average environmental temperature ( $22^\circ\text{C}$ ) and high environmental temperature ( $30^\circ\text{C}$ ). The work in the office consisted in the research compilation, interviews with builders, field visits to the quarries with the purpose of an adequate choice of materials. The high environmental temperature has an impact on the properties of the concrete, since at night time ( $14^\circ\text{C}$ ), the concrete showed properties similar to the design concrete., while at high environmental temperatures ( $30^\circ\text{C}$ ), the concrete properties were below the design concrete.

Keywords: internal concrete temperature, environmental temperature, slump, unit weight, air content, crack control and compressive strength.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Esta tesis trata el estudio de la incidencia de la temperatura ambiental en el comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido, ya que en la ciudad de Ica se alcanza temperaturas ambientales altas, en promedio 30°C; por lo que se considera que la ciudad de Ica posee clima cálido. Para conocer la incidencia de la temperatura ambiental se elabora 2 diseños de concreto para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $175 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente;

Se elabora un diseño de mezcla para un concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ ; teniendo en consideración que la resistencia a compresión requerida del concreto tendrá un adicional de 10% a la resistencia a compresión de diseño. Este diseño se emplea en la elaboración en la elaboración de 04 losas de concreto de 1.00m.x1.00m. las cuales son elaboradas a temperatura ambiental de 22°C y 30°C; y se realiza un seguimiento de la aparición de fisuras en estas losas; anotando tiempos de aparición de las fisuras.

Adicional al anterior diseño, se realiza un diseño de mezcla de concreto con el Método del ACI 211 aplicando un factor de seguridad de 70  $\text{kg/cm}^2$  adicional; y a la vez se fabrican 36 probetas para un concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y 36 probetas con  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ . Estas probetas se elaboran a temperaturas ambiental de 14°C (noche); 22°C (mañana) y 30°C (mediodía); y se evalúa sus propiedades en el concreto fresco como son temperatura del concreto, asentamiento, contenido de aire y peso unitario; mientras que en el estado endurecido se realiza la rotura de probetas a los 7, 14 y 28 días.

### **1.1. Aspectos generales**

La presente tesis abarca el estudio de la incidencia de la temperatura ambiental en los materiales de construcción, especialmente el concreto; del cual se analizarán sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido.

El tema de la influencia de la temperatura ambiental en el concreto es un tema investigado por diversos autores en el mundo, por ejemplo S.H. Kosmatka et al. [1] nos dicen que las condiciones de clima caluroso influencia adversamente la calidad del concreto, principalmente aumentando la tasa de pérdida de humedad y la velocidad del hidratación del cemento, según estos investigadores las condiciones perjudiciales del clima caluroso incluyen: alta temperatura ambiente, alta temperatura del concreto, baja humedad relativa, alta velocidad del viento y radiación solar; adicionalmente a ello las condiciones del clima cálido pueden crear dificultades, tales como: aumento de la demanda de agua, aceleración de la pérdida de asentamiento), llevando a la adición de agua en la obra; aumento de la tendencia de fisuración por contracción plástica; necesidad de curado temprano; dificultades en el control del aire incluido; y el aumento de la temperatura del concreto, resultando en pérdida de resistencia a lo largo del tiempo.

### **1.2. Realidad problemática**

El concreto es principalmente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados (arena y grava), creando una masa similar a una roca. Esto ocurre por el endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento con el agua. Otros materiales cementosos (cementantes) y adiciones minerales se pueden incluir en la pasta. El concreto es uno de los materiales más utilizados en la construcción, dado su gran aporte en las estructuras de las viviendas. Cuando las temperaturas ambientales son altas se producen modificaciones negativas en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, frente a ello se han realizado diferentes investigaciones sobre esta problemática, las cuales concluyen que a mayor temperatura la resistencia del concreto no alcanza la resistencia requerida de diseño. Por ello, es importante estudiar el comportamiento del concreto a temperaturas ambientales de la ciudad de Ica.

Según, Rawan Ramadan et al. [2], los principales problemas del concreto en estado fresco en climas cálidos son la contracción plástica y la evaporación excesiva, así como un impacto negativo en la trabajabilidad y consistencia del concreto durante su transporte y colocación, mientras que, en el estado endurecido, el problema más importante es la caída de la resistencia a largo plazo y la disminución de la durabilidad del concreto.

De acuerdo a la investigación mencionada, estos autores señalan que en climas cálidos la temperatura ambiental cumple un rol fundamental en las propiedades del concreto, ya que esta influye de forma negativa en la calidad del concreto, muchas veces durante la colocación del concreto, los profesionales a cargo supervisan obras sin prestar mayor importancia al tema climático, es así que estos investigadores concluyen que en clima cálido, el concreto se ve afectado en su trabajabilidad, aparición de fisuras, resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. Este problema es mucho mayor en las autoconstrucciones en donde no existen control alguno en los procedimientos de elaboración y control de calidad del concreto. De acuerdo al Comité ACI 305.1-14 [3]: “define al clima cálido como la asociación de altas temperaturas ambientales, alta temperatura del concreto, baja humedad relativa, alta velocidad del viento que tienden a perjudicar la calidad del concreto fresco y endurecido acelerando la tasa de pérdida de humedad y la tasa de hidratación del cemento, las altas temperaturas vienen afectando en la calidad del concreto tal como expusieron los investigadores mencionados, muchas veces por la falta de conocimiento, cumplimiento de plazos, y diligencia en el manejo del factor ambiental, muchos constructores optan por realizar la preparación del concreto a temperaturas altas sin tener el más mínimo criterio en la estandarización de un diseño de mezcla adecuado para que esta sea funcional y logre alcanzar las especificaciones técnicas requeridas en los diversos proyectos.

De acuerdo a E. Pasquel Carbajal [4] menciona que en clima cálido los problemas potenciales que pueden perjudicar al concreto son el incremento de la demanda de agua y tendencia a disminución de la resistencia; incremento de la tasa de pérdida de slump y la tendencia correspondiente a añadir agua en obra, afectando la resistencia a la compresión; incremento de la

tasa de endurecimiento, resultando en mayor dificultad para el manipuleo, compactación, acabado y un mayor riesgo de juntas frías; incremento en tendencia de la contracción plástica y fisuración térmica; dificultad incrementada en controlar el aire incorporado, la uniformidad de la mezcla, potencial aparición de cangrejas, segregación, defectos superficiales por variaciones en trabajabilidad.

En la ciudad de Ica, la temperatura ambiental máxima que se alcanza es 34°C, como se ha mencionado anteriormente en clima cálido, la temperatura ambiental es un factor que incide directamente en las propiedades del concreto, además de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E060 [5] menciona que la temperatura del concreto no deberá ser mayor a 32°C; por ello es necesario conocer el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido a condiciones climáticas de la ciudad, ya que no existe en nuestro medio un adecuado control en la colocación del concreto, por ende esto afecta en la calidad de las viviendas y la economía de los propietarios.

### **1.2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **1.2.1.1. Antecedentes a nivel internacional**

Maroua Saide, Kazem Jadidi y Moisés Karakouzian [6] probaron y analizaron la temperatura del aire y la temperatura del concreto fresco sobre la resistencia y las propiedades del concreto en el sur de Nevada, Estados Unidos, para ello evaluaron la calidad del concreto expuesto a la temperatura ambiental de la ciudad de Nevada, tomaron datos en campo como la temperatura ambiente y del concreto (ASTM C1064), la fecha de la muestra, el agua añadida en el sitio (ASTM C1602) y los resultados de las pruebas de campo, en particular el asentamiento (ASTM C143); en la cual concluyeron que el control de la temperatura ambiental en la colocación del concreto en clima cálido es crucial. Además, indican que, para obtener el mismo asentamiento, se requiere más agua en la preparación del concreto en clima cálido, esta agua adicional necesaria para mantener un asentamiento apropiado aumenta la relación agua-material cementante, por lo tanto, la resistencia disminuye. Experimentaron con una resistencia a la compresión de 350 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando la temperatura del concreto de 20°C a 30°C, esto induce a una pérdida de resistencia de aproximadamente 25 kg/cm<sup>2</sup> si el único ajuste realizado consiste en aumentar el contenido de agua para mantener el asentamiento. Otro experimento que realizaron fue aumentar la temperatura de exposición de 30° C a 40° C, lo cual provocó una disminución de la resistencia en aproximadamente 50 kg/cm<sup>2</sup>. Por último, indican que la temperatura del concreto fresco y la temperatura ambiental son similares cuando están en el rango de 16°C a 27°C, por ende, para limitar el uso de agua o aditivos adicionales, el concreto debe verterse cuando la temperatura ambiental durante la colocación del concreto está en el rango de 16° a 27°C, este rango implica una temperatura del concreto durante su colocación de 16° a 27°C, que es inferior a la temperatura máxima permitida del concreto fresco especificada en ACI-305.1-06 “Especificación para colocación del concreto en clima cálido”.

N. Bakir [7] estudio la influencia del clima cálido como el de Argelia, sobre las diferentes propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Se simuló en dos ambientes diferentes, uno con condiciones climáticas cálidas y secas ( $t = 40^{\circ}\text{C}$ ,  $h = 0\%$ ), y otro con un ambiente cálido y húmedo ( $t = 40^{\circ}\text{C}$ ,  $h = 100\%$ ). El resultado de la investigación demostró la importancia del método de curado en las regiones cálidas. Se llevó a cabo la comparación de los resultados de un concreto de referencia mantenido al aire sin ninguna medida de curado con dos tipos de curado que simulaban un entorno de clima cálido en la región de M'sila. Entre sus conclusiones indica que el clima cálido tiene un efecto drástico en la resistencia a la compresión del concreto, la temperatura y la humedad realizaba influyen positiva o negativamente en el comportamiento del concreto expuestos a diferentes tipos de climas. Los problemas más importantes del concreto en estado fresco fue la contracción plástica, la evaporación excesiva y el endurecimiento temprano, además el concreto está sujeto a una caída de resistencia a largo plazo y una durabilidad reducida. El curado húmedo es el más eficaz en comparación con otros modos de conservación. Esto se explica porque el curado húmedo consiste en limitar la evaporación del agua, acelerando la hidratación y minimizando la aparición de microfisuras, lo que da un buen comportamiento del concreto en compresión.

M. R. Awall y M. R. Amin [8] explicaron en una conferencia que, en la ciudad de Rajshahi, Bangladesh, la temperatura de la atmósfera es muy alto durante el verano, el principal problema de trabajar con concreto en climas cálidos es el aumento de la demanda de agua, debido al aumento de la temperatura, se produce una alta tasa inicial de hidratación que retrasa la hidratación posterior. En este estudio se evalúa la temperatura sobre la resistencia a la compresión del concreto. Para llevar a cabo este estudio, elaboran 96 cilindros de concreto, de los cuales se prepararon 80 cilindros a temperatura ambiente alta (temporada de verano) y se hicieron otros 16 cilindros a temperatura comparativamente bajas (temporada de invierno). A partir de los resultados experimentales se descubrió que el clima cálido tiene un efecto adverso en la resistencia a la compresión del concreto, es decir, la resistencia a la compresión del concreto disminuye con el incremento de la temperatura, otra conclusión a las que llegan es que los concretos preparados con una relación agua-cementante de 0.60 y 0.65 son muy eficaces para clima cálido.

#### **1.2.1.2. Antecedentes a nivel nacional**

M. Cubas [9] realiza un trabajo de investigación, con el objetivo principal de determinar la influencia de las altas temperaturas internas de vaciado del concreto en su resistencia a compresión y fisuración, las temperaturas internas fueron de  $30^{\circ}\text{C}$  a  $40^{\circ}\text{C}$ . La hipótesis de la investigación, tuvo un resultado positivo, confirmándose la generación de reducción de la resistencia a compresión ( $f^c$ ) y existe un incremento de aparición de fisuras. La investigación es experimental, donde se tuvo como muestras 192 probetas, de las cuales se evaluó el efecto sobre la resistencia a compresión a edades de 7, 14 y 28 días, en lo que respecta a fisuras se tuvo como

muestra 32 losas elaboradas, de las cuales se registró la contracción por secado. Emplea técnicas e instrumentos para la recolección de datos, siendo: Experimentos bajo condiciones controladas de laboratorio y análisis de datos. El plan de procesamiento de datos abarcó: condiciones controladas de laboratorio y análisis de datos. El plan de procesamiento de datos abarcó: recopilación de información de investigaciones, obtención de los materiales a emplear en el diseño de mezcla, estudio de canteras para una adecuada elección de los materiales, elaboración de muestras y realización de ensayos que finalmente permitan determinar la influencia de las altas temperaturas internas del concreto. Las altas temperaturas internas del concreto si influyen en el desarrollo de la resistencia a la compresión, presentando resistencias menores en el horario tarde (TI >32°C) en comparación con el horario noche, asimismo se evidencia una disminución de la resistencia a largo plazo, como mostraron los resultados de las diamantinas, siendo la más desfavorable, la muestra ensayada a la edad de 87 días, presentando el 25.80% de la resistencia obtenida del espécimen. Las losas con temperaturas internas altas, presentaron fisuración del 85% al 100% de su área bajo curado húmedo.

D. Rojas [10] realizó un trabajo de investigación cuyo objetivo principal fue evaluar la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia a compresión del concreto durante su proceso de fabricación en la ciudad de Jaén, para cumplir con este trabajo de investigación realiza el estudio de los agregados para el concreto según las normas técnicas peruanas, con los resultados obtenidos realiza el diseño de mezcla según el método del módulo de finura de la combinación de agregados, posteriormente procedió a la realización de ensayos del concreto fresco y endurecido, para finalmente procesar los datos obtenidos. Este trabajo de investigación se realizó en los meses de junio a agosto del 2018, para cumplir con los objetivos de la investigación considera diferentes temperaturas al momentos de la fabricación del concreto, las proporciones del concreto se mantuvieron constantes en todas las tandas que se fabricaron, puesto que el propósito fue evaluar únicamente el efecto de la temperatura en la resistencia final del concreto, analiza los resultados obtenido utilizando la estadística clásica, específicamente el análisis de regresión lineal. Los resultados experimentales muestran que la temperatura ambiental de la ciudad de Jaén influye significativamente en el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto: en edades tempranas, como a los 7 días se evidencia un incremento de la resistencia media, mientras que para edad de 28 días se evidencia una reducción de la resistencia media.

N.L. Huaricancha [11] evalúa la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  en más de 4380 m.s.n.m., Yanacancha, Pasco, al momento de la preparación del concreto en la resistencia del mismo a los 28 días, con temperaturas que van desde 0°C hasta 12°C, esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Para la elaboración de las probetas de concreto se utilizaron agregados de la Cantera Cochamarca y Cemento Tipo I; teniendo en cuenta la temperatura ambiente

respectivamente durante las horas de elaboración; las cuales al concluir la elaboración fueron ensayadas a compresión a las edades de 7, 14 y 28 días. Se realizaron probetas a temperaturas ambientales de 0°C, 5°C, 7°C, 8°C, 9°C, 10°C y 11°C; obteniendo una resistencia a la compresión  $f'_c$  a los 28 de días de 202 kg/cm<sup>2</sup> cuando la temperatura ambiental se registró en 0°C,  $f'_c=215\text{kg/cm}^2$  cuando la temperatura ambiental se registró a 5°C, y finalmente un  $f'_c=271\text{kg/cm}^2$  a los 28 días cuando la temperatura ambiental se registró en 11°C. Los resultados obtenidos, nos permite establecer el argumento que la temperatura ambiental que se presenta en la localidad de Yanacocha, influye directamente en la resistencia a la compresión del concreto.

#### **1.2.1.3. Antecedentes a nivel local**

No hay antecedentes en esta ciudad, lo que hace relevante el realizar el presente proyecto de investigación.

#### **1.2.2. Formulación del problema**

El clima cálido presente en la mayor parte del año en la ciudad de Ica hace que la temperatura del concreto sea difícil de controlar. Las altas temperaturas ambientales se concentran en los agregados, por lo cual muchas veces se usa una mayor demanda de agua durante la fabricación del concreto, sumado a ello la falta de control de la incidencia de la temperatura ambiental en los agregados, esto genera una variabilidad en las propiedades del concreto en estado fresco, como una mayor pérdida de asentamiento, aparición de fisuras por contracción plástica, aceleración de la fragua y en el estado endurecido afectan la resistencia a la compresión y la durabilidad a largo plazo. Asimismo, es preciso mencionar que en nuestro medio local muchos profesionales controlan la calidad del concreto empíricamente, algunos de acuerdo a su conocimiento académico, pero existen casos como en la autoconstrucción donde no se toma importancia en la incidencia que podría generar la temperatura ambiental en las propiedades del concreto, lo cual hace de esto una problemática, puesto que el concreto que se está produciendo en la ciudad de Ica no alcanzaría la calidad requerida.

##### **1.2.2.1. Problema general**

- ¿Cómo la temperatura ambiental incide en el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido en la ciudad de Ica?

##### **1.2.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo las características de los materiales componentes del concreto se relacionan con la temperatura ambiental de la ciudad de Ica?
- ¿Cómo el diseño de mezcla de los concretos  $f'_c=175\text{kg/cm}^2$  y  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  se vinculan a la temperatura ambiental de la ciudad de Ica?
- ¿Cómo los resultados del comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido mejoran las construcciones en la ciudad de Ica?

#### **1.3. Justificación e importancia**

La ciudad de Ica, presenta un clima cálido en la mayor parte del año, alcanzando una temperatura ambiental máxima en el mes de marzo (33°C), Las altas temperaturas, sobre todo en épocas de verano afectan directamente en las características del concreto en diferentes etapas del mismo: mezclado, transporte, colocación y curado; así como en las propiedades del concreto en su estado fresco y endurecido.

El sector de la construcción es muy importante en la economía de la ciudad; a diario vemos construcciones de todo tipo, siendo el concreto el material más utilizado, el concreto es un material que debe ser estudiado bajo condiciones ambientales de la ciudad, ya que muchas veces vemos en las autoconstrucciones realizadas empíricamente, como también en obras supervisadas por profesionales, existe la ausencia del cuidado de las consecuencias que podría traer la temperatura ambiental a la hora de la preparación y colocación del concreto, generalmente la colocación del concreto se realiza cuando la temperatura alcanza su máximo valor, esto se debe a que el constructor quiere terminar la obra lo más rápido posible, sin tener el más mínimo estándar de calidad, esto ocasiona que en muchas obras alteren el diseño de mezcla del concreto agregando agua no requerida en el diseño, esta técnica se llama retemplar el concreto, que si bien es cierto podría esto aprobarse por profesionales especialistas en el tema del concreto y que han llevado un estudio minucioso en laboratorio con la finalidad de anticipar y evitar las consecuencias adversas que la temperatura ambiental producirá en el concreto, muchas veces esto no es así, y se adiciona agua de manera brusca, algunas veces este aumento de agua se compensa aumentando cemento para mantener constante la relación agua/cementante, esta sobredosificación de la cantidad de agua y cemento se realiza sin ningún criterio normalizado que determine esta cantidad teniendo en cuenta las condiciones térmicas de cada día, alterando las propiedades del concreto, dado que de acuerdo a investigaciones realizadas el adicionar agua al diseño de mezcla con la finalidad de obtener una adecuada trabajabilidad conlleva a una menor resistencia y durabilidad del concreto a largo plazo, la cual se podría evidenciar con la aparición de microfisuras; que estarían afectando la calidad de las obras; y como consecuencia afectarían la economía de los propietarios.

A pesar de que el problema de pérdidas de resistencia en el concreto debidas al incremento de la temperatura ambiental ha sido estudiado ampliamente en otras zonas, en nuestra ciudad es necesario conocer la incidencia de la temperatura ambiental en el comportamiento del concreto con la finalidad de obtener un producto de óptima calidad, dado que no existe investigación alguna de este tema.

M. Orozco et al. [12] realizaron un estudio que permitió determinar los factores que influyen de manera significativa en la calidad del concreto, los cuales se basaron en la opinión de profesionales en el campo de la construcción y materiales, siendo la temperatura ambiental el factor que más afecta la calidad del concreto, por encima de la supervisión técnica, diseño de mezcla, maquinaria y mano de obra.

Por todo lo antes mencionado, el presente proyecto se sustenta ya que es muy importante y busca contribuir a evidenciar un mayor control de la calidad bajo las condiciones ambientales de la ciudad, específicamente en concretos con resistencia  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Finalmente, este Proyecto brinda la oportunidad de conocer los problemas asociados a la colocación del concreto bajo estas temperaturas; por todo lo antes mencionado se justifica la presente investigación.

#### **1.4. Objetivos**

F.G. Arias [13]: “Objetivo de investigación es un enunciado que expresa lo que se desea indagar y conocer para responder a un problema planteado”. De acuerdo a esta definición se busca someter al concreto a diversas temperaturas ambientales de la ciudad, con la finalidad de conocer su comportamiento en estado fresco y endurecido; para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar la temperatura ambiental y su incidencia en el comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido en la ciudad de Ica.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Identificar las características de los materiales componentes del concreto y su relación con la temperatura ambiental en la ciudad de Ica.
- Realizar el diseño de mezcla de  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y como esta se vincula con la temperatura ambiental en la ciudad de Ica.
- Interpretar los resultados del comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido y proponer mejoras para las construcciones en la ciudad de Ica.

#### **1.4. Hipótesis y variables**

##### **1.4.1. Hipótesis**

En [13] se menciona que la: “Hipótesis es una suposición que expresa la posible relación entre dos o más variable, la cual se formula para responder tentativamente a un problema o pregunta de investigación”. De acuerdo a esta definición para nuestro caso se busca demostrar que el concreto es afectado por la temperatura ambiental de la ciudad de Ica, ya que de acuerdo a muchos investigadores concluyen que la temperatura ambiental influye adversamente en los resultados de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Por lo tanto, se plantean las siguientes hipótesis:

##### **1.4.1.1. Hipótesis general**

- La temperatura ambiental incide moderadamente en el comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido en la ciudad de Ica.

##### **1.4.1.2. Hipótesis específicas**

- Las características de los materiales componentes del concreto se relacionan ligeramente con la temperatura ambiental en la ciudad de Ica.

- El diseño de mezcla de  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  se vincula directamente con la temperatura ambiental de la ciudad de Ica.
- Los resultados del comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido permiten proponer mejoras para las construcciones en la ciudad de Ica.

#### 1.4.2. Variables

R. Hernández Sampieri [14]: “Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observable”. De acuerdo a esta definición para nuestro se medirán las diversas propiedades del concreto, para lo cual se plantean las siguientes variables:

##### 1.4.2.1. Variable independiente

La temperatura ambiental.

##### 1.4.2.2. Variable dependiente

El comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido.

##### 1.4.2.3. Variable interviniente

El concreto.

##### 1.4.2.4. Operacionalización de variables

En [13] se menciona que la: “La operacionalización de variables se refiere al proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, dimensiones e indicadores”, por lo cual se elabora la siguiente tabla:

Tabla I Operacionalización de variables de la investigación

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
V1: La temperatura ambiental	Se define como la magnitud física que expresa el grado o nivel de calor o frio de los cuerpos o del ambiente	Hace referencia a la incidencia que tendrá la temperatura ambiental en las propiedades del concreto.	Temperatura baja	Registros de temperatura media de los últimos 5 años	De proporción
			Temperatura promedio	Registros de temperatura alta de los últimos 5 años	De proporción
			Temperatura Alta	Registros de temperatura baja de los última 5 años	De proporción
V2: El comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido	Tiene por objetivo distinguir las cualidades básicas o características del concreto elaborado a condiciones de temperatura ambiental de la ciudad.	Las propiedades del concreto en su estado fresco y endurecido se obtendrán mediante ensayos en laboratorio	Propiedades del concreto en estado fresco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del concreto</li> <li>• Asentamiento</li> <li>• Peso Unitario</li> <li>• Contenido de aire</li> </ul>	De proporción
			Propiedades del concreto en estado endurecido	Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días Módulo de Rotura Control de fisuras	De proporción

## **II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

### **2.1. Enfoque de la investigación**

En [14] se indica que: “El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos dar brincos o eludir pasos. Parte de una idea que va acotándose y una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación”. Este enfoque tiene las siguientes características: planteamientos acotados, mide fenómenos, utiliza estadística y finalmente se realiza la prueba de hipótesis.

De acuerdo a lo indicado la investigación es objetiva ya que se basa en el estudio de un objeto tangible (concreto) en escenarios reales (temperatura ambiental); además la temperatura ambiental y las propiedades del concreto que se evalúan son numéricos y se realiza la medición de las variables con precisión empleando métodos estadísticos, haciendo uso de la experimentación dado que se ensayarán las muestras de concreto en edades de 7, 14 y 28 días; finalmente esta investigación evita el ingreso de la percepción del autor u otras personas a la investigación.

### **2.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación se divide en dos:

M. Tamayo Tamayo [15] indica que: la Investigación Básica: “se apoya en un contexto teórico y su propósito fundamental es el desarrollar teorías mediante principios y de generalizaciones amplias. Tiene como objetivo la búsqueda del conocimiento”.

En [15] se indica que: la Investigación Aplicada de la siguiente manera: “depende de los conocimientos y aportes de la investigación básica. Se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías. Confronta la teoría con la realidad”.

Por lo tanto, como menciona el autor esta investigación es del tipo aplicada, dado que esta se basa en conocimientos teóricos ya establecidos, no se inventan fórmulas; se toma la metodología existente.

### **2.3. Nivel de investigación**

En [13] se cita que: la investigación descriptiva como: “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”.

En [13] se indica: que la finalidad de la investigación correlacional es conocer la relación o grado de asociaciones que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto específico, utilizando primero las mediciones de las variables y luego mediante hipótesis y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación.

Por lo antes mencionado por el autor, la presente investigación es del tipo descriptiva correlacional; por las siguientes razones:

- Descriptiva, debido a que se caracteriza los materiales componentes del concreto como los agregados a temperaturas ambientales de la ciudad.
- Correlacional; ya que se evalúa el comportamiento del concreto sometidos a diversas temperaturas, para lo cual se utiliza métodos estadísticos para la comprobación de hipótesis, y finalmente establecer la correlación de la temperatura ambiental con las propiedades del concreto.

#### **2.4. Diseño metodológico**

El diseño de investigación se divide en dos tipos experimentales y no experimentales. Las experimentales se subdividen en preexperimental, cuasiexperimentos y experimentos “puros” mientras que las no experimentales se dividen longitudinales y transversales, mientras

En [14] se menciona que: “En el diseño experimental se manipulan las variables independientes; se formula e implementa la variable a través de una intervención planeada (por ejemplo, la aplicación de un programa o sistema  $x$ ) para que actúe sobre o las variables dependientes (supuestos efectos o consecuentes producidos por la variable independiente que ha sufrido manipulación experimental dentro de una situación controlada por el investigador).

En [14] se refiere que: “Los diseños cuasiexperimentales manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes. En los diseños cuasiexperimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento: son grupos intactos”.

Como mencionan estos autores podemos indicar que la presente investigación es experimental dado que se manipula la temperatura ambiental (variable independiente) para medir la incidencia que ésta genera en las propiedades del concreto (variable dependiente); y a su vez la investigación es del tipo cuasiexperimental dados que las muestras de concreto se conforman antes del experimento; son grupos preestablecidos antes del ensayo.

#### **2.5. Población y Muestra**

##### **2.5.1. Población**

En [13] se menciona que: “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

La presente investigación está enfocada a una población finita accesible, ya que se tiene acceso a una población objetivo (concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ), de la cual se extraerá una muestra representativa para medir las propiedades del concreto a diferente temperatura ambiental. Además, existe un registro documental de dichas unidades. La investigación se enfoca en experimentos con concretos para estas resistencias a la compresión, dado que, de acuerdo a los antecedentes, los investigadores experimentan con estas resistencias de diseño.

##### **2.5.2. Muestra**

En [14] se define que: “La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población”. De igual manera este autor divide a las muestras en dos tipos probabilística y no probabilística, de la cual define que la muestra no probabilística, se usa cuando la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características que el investigador desea investigar. Son muestras seleccionadas intencionalmente o a conveniencia del investigador.

De acuerdo a lo indicado la investigación se deduce que se realiza un muestro no probabilístico intencional, ya que, la investigación es trabajada por métodos no aleatorios y el investigador considera el total de probetas.

Se elaboran 36 muestras para probetas, las cuales serán preparadas a temperatura baja, promedio y alta; se fabrican probetas de concreto para resistencias  $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$  sin aditivos, las cuales se evaluarán a las edades de 7,14 y 28 días. La resistencia a la compresión a evaluar será del promedio de dos probetas, tal como en [5] se menciona que: “Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f^c$ ”.

A continuación, se muestra el detalle de las muestras elaboradas en la investigación:

- Concreto  $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$  (con una resistencia adicional del 10% a la de diseño)  
 $f^{cr}= 175 \text{ kg/cm}^2 + 10\% (175 \text{ kg/cm}^2) = 192.50 \text{ kg/cm}^2$
- Se realiza 1 losa de 1.00mx1.00m a temperatura ambiental promedio (22°C).
- Se realiza 1 losa de 1.00mx1.00m a temperatura ambiental promedio alta (30°C).
- Concreto  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$  (con una resistencia adicional del 10% a la de diseño)  
 $f^{cr}= 210 \text{ kg/cm}^2 + 10\% (231 \text{ kg/cm}^2) = 231.00 \text{ kg/cm}^2$
- Se realiza 01 losa de 1.00m x 1.00m a temperatura ambiental promedio (22°C).
- Se realiza 01 losa de 1.00m x 1.00m a temperatura ambiental promedio alta (30°C).

Finalmente, se realiza el control de aparición fisuras.

- Concreto  $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$  (con una resistencia requerida  $f^c=f^{cr} + 70 \text{ kg/cm}^2$ )  
 $f^{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2 + 70 \text{ kg/cm}^2 = 245 \text{ kg/cm}^2$
- Se realiza 12 probetas a temperatura ambiental promedio baja (14°C) y son evaluadas a la edad de 7, 14 y 28 días.
- Se realiza 12 probetas a temperatura ambiental promedio (22°C) y son evaluadas a la edad de 7, 14 y 28 días.
- Se realiza 12 probetas a temperatura ambiental promedio alta (30°C) y son evaluadas a la edad de 7, 14 y 28 días.
- Concreto  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$  (con una resistencia requerida  $f^c=f^{cr} + 70 \text{ kg/cm}^2$ )

$$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2 + 70 \text{ kg/cm}^2 = 280 \text{ kg/cm}^2$$

- Se realiza 12 probetas a temperatura ambiental promedio baja (14°C) y son evaluadas a la edad de 7, 14 y 28 días.
- Se realiza 12 probetas a temperatura ambiental promedio (22°C) y son evaluadas a la edad de 7, 14 y 28 días.
- Se realiza 12 probetas a temperatura ambiental alta (30°C) y son evaluadas a la edad de 7, 14 y 28 días.

La justificación de los ensayos a realizar se muestra en la siguiente figura:

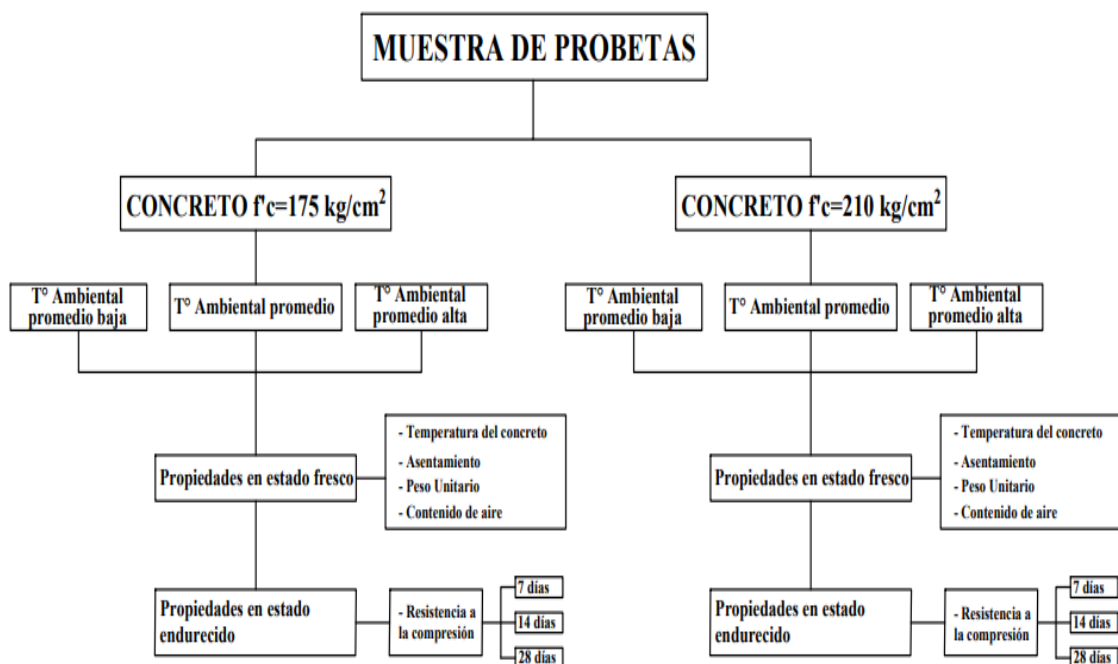


Figura 1 Esquema del número de muestras de las probetas.

- Finalmente, se tomarán los resultados de compresión del concreto a los 28 días, para luego calcular mediante fórmula del Módulo de Rotura obtenida de la Norma E060 [5], que se indica a continuación:

$$f_r = 2\sqrt{f'c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Donde:

Fr=Módulo de Rotura del Concreto a los 28 días (kg/cm<sup>2</sup>)

f'c=resistencia a la compresión del concreto a los 28 días (kg/cm<sup>2</sup>)

## 2.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

### 2.6.1. Técnicas para la recolección de datos

En [13] se define que: “técnica de investigación, es el procedimiento o forma particular de obtener datos”.

El presente trabajo de investigación presenta un diseño de investigación documental que se realiza por la técnica de análisis documental, debido a que se usa los formatos para los ensayos y en el diseño de investigación de campo se utiliza la técnica de la observación, ya que se mide y anota las propiedades concreto en estado fresco; y finalmente se analiza la resistencia a compresión del concreto a 3, 14 y 28 días de edad; y a la vez se realizan entrevistas.

### 2.6.2. Instrumentos para la recolección de datos

En [13] se menciona que: “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”.

- Dentro del diseño de investigación documental tenemos:
  - En la técnica de análisis documental tenemos los siguientes instrumentos para la recolección de datos: formatos de características de canteras, laptop y dispositivos USB. Lista de cotejo.
- Dentro del diseño de investigación de campo tenemos:
  - En la técnica de la observación estructurada tenemos: lista de cotejo y cuaderno de notas. Hojas de campo.
  - En la técnica de la encuesta escrita tenemos: cuestionario.

Tabla II Relación entre diseño, técnicas e instrumentos

Diseño	Técnicas	Instrumentos
Diseño de Investigación Documental	Análisis documental	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Formato de ensayos de laboratorio.</li> <li>➤ Laptop.</li> <li>➤ Dispositivo USB.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructurada               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lista de cotejo.</li> <li>➤ Cuaderno de notas.</li> </ul> </li> </ul>
Diseño de Investigación de Campo	Observación	<ul style="list-style-type: none"> <li>No Estructurada               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diario de campo.</li> <li>➤ Cámara fotográfica.</li> </ul> </li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrevista               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cuestionario.</li> </ul> </li> </ul>

## 2.7. Procedimiento desarrollado

A continuación, se detalle el procedimiento realizado:

### 2.7.1. Selección de agregados

Se realiza visita de campo de tres canteras para obtener muestras de los agregados y ensayarlas en el laboratorio; para su selección.

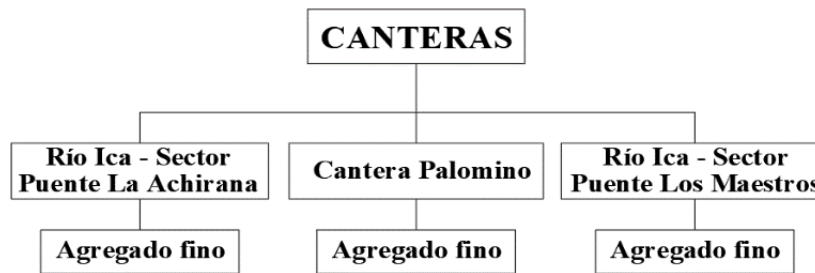


Figura 2 Canteras para la selección de muestras del agregado fino

Para el agregado grueso se utiliza material proveniente de la Cantera Palomino, dado que haciendo un recorrido por la ciudad de Ica se encontró que es la única cantera que proporciona la venta de su material y además cumple con los requisitos señalados en las Normas.

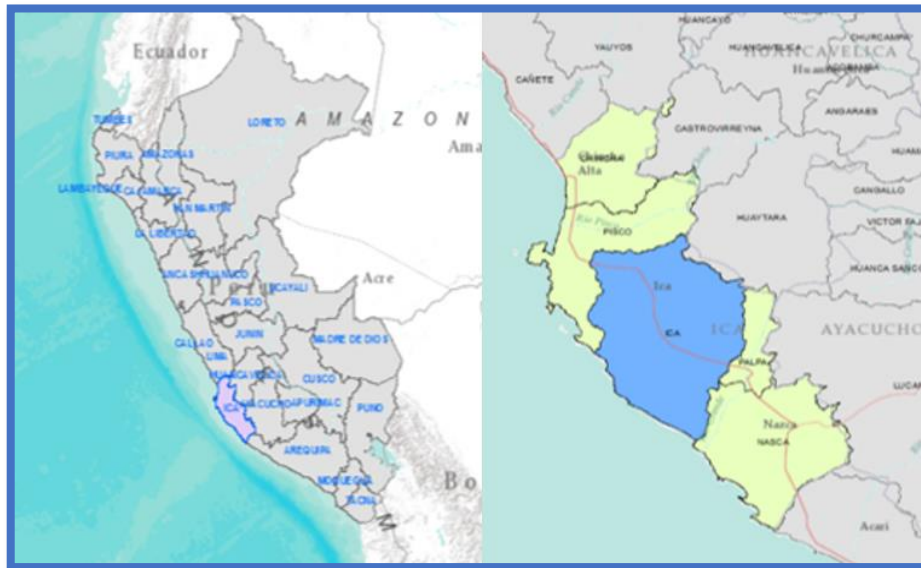
A continuación, se citan las normas utilizadas en el ensayo de los agregados:

- NTP 400.012 [16]: Análisis granulométrico
- NTP 339.185 [17]: Contenido de humedad
- NTP 400.019 [18]: Ensayo de desgaste de los agregados (abrasión)
- NTP 400.017 [19]: Determinar masa por unidad en los agregados
- NTP 400.021 [20]: Peso específico y absorción del agregado grueso
- NTP 400.022 [21]: Peso específico y absorción del agregado fino

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Ubicación geográfica de la investigación

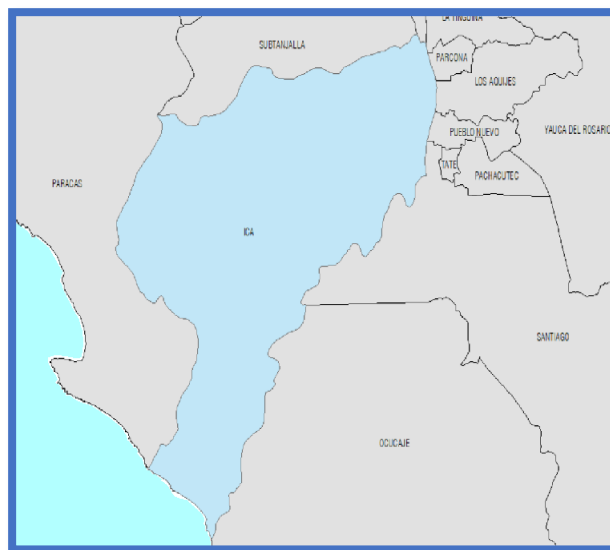
##### 3.1.1 Ubicación, superficie y altitud



Departamento de Ica

Provincia de Ica

Figura 3 Localización del Proyecto



Distrito de Ica

Figura 4 Ubicación del Proyecto

Según BCR [22] El distrito de Ica, se encuentra ubicado en la provincia de Ica, departamento de Ica cuenta con una superficie de 21 328 km<sup>2</sup>, de las cuales 886 km<sup>2</sup> corresponden al distrito de Ica; y está situado en la costa central del Perú, así mismo, el distrito de Ica presenta una altitud promedio de 432 m.s.n.m.; y se encuentra a una latitud de 14°3'50" Sur y Longitud 75°43'45". Ica es una ciudad del centro sur del Perú, capital del departamento de Ica, situada en el estrecho

valle que forma el río Ica, entre el Gran Tablazo de Ica y las laderas occidentales de la cordillera de los Andes.

Tabla III Límites del distrito de Ica

	Norte	Este	Sur	Oeste
Límites	Distrito de Subtanjalla y San Juan Bautista	Distrito de Santiago, Pueblo Nuevo, Los Aquijes, Parcona y La Tinguiña	Distrito de Ocucaje y el Océano Pacífico	Provincia de Pisco

### 3.1.2 Topografía

La topografía de la zona es casi plana, con abundante presencia de material coluvial, no presentando nivel freático en las excavaciones realizadas, presentando una altitud promedio de 432 m.s.n.m.

Ica es el único de los departamentos de la costa sur formada por planicies o llanuras costeñas, donde destacan extensos desiertos como las pampas de Lancha y Villacurí, toda vez que la cordillera de los Andes se levanta muy al interior.

### 3.1.3 Clima

En la ciudad de Ica del departamento de Ica, de acuerdo al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) [23], la temperatura promedio máxima anual es 29.72°C, la temperatura mínima promedio anual es 13.58°C y la temperatura promedio anual es 21.67°C.

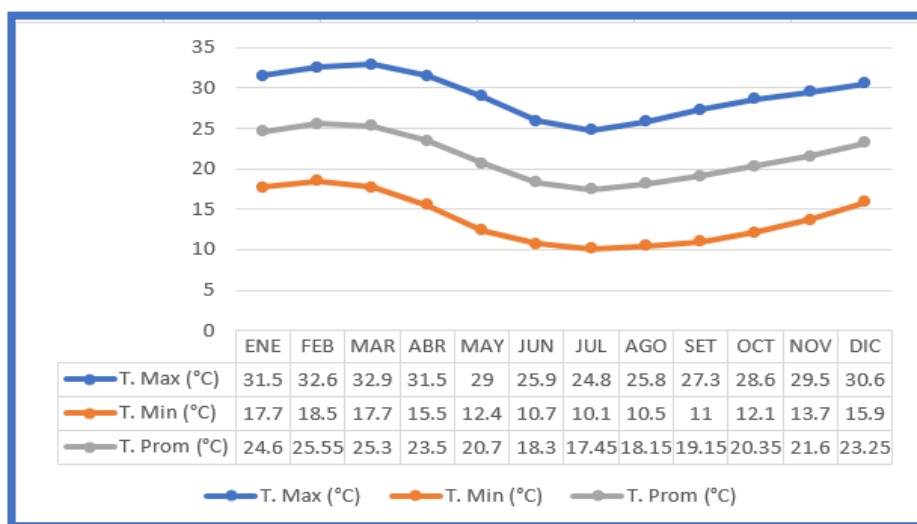


Figura 5 Temperatura promedio mensual máxima (°C), temperatura promedio mínima mensual (°C) y temperatura promedio mensual (°C)

Tabla IV Temperatura registradas (°C) del año 2022

Temperatura máximo promedio, Temperatura mínimo promedio, Temperatura promedio del año 2022												
Mes	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic
T. Prom. Max. Mensual (°C)	32.5	32.64	32.9	32.2	29.7	24.9	25.28	27.19	28.64	30.25	30.3	30.19
T. Prom. Max. Anual (°C)	29.72											
T. Prom. Min. Mensual (°C)	17.5	17.5	17.9	15.7	11.6	10.7	10.55	10.7	11.32	12.06	12.2	15.2
T. Prom. Min. Anual (°C)	13.58											
T. Prom. Mensual (°C)	25	25.05	25.4	24	20.6	17.9	17.99	18.95	19.98	21.16	21.3	22.7
T. Prom. Anual (°C)	21.67											

Fuente: SENAMHI [23]

Para la presente investigación, se tomaron como base de datos las temperaturas de los últimos 05 años (2018-2022); estos datos se obtuvieron en [23]; que están publicadas en su página web.

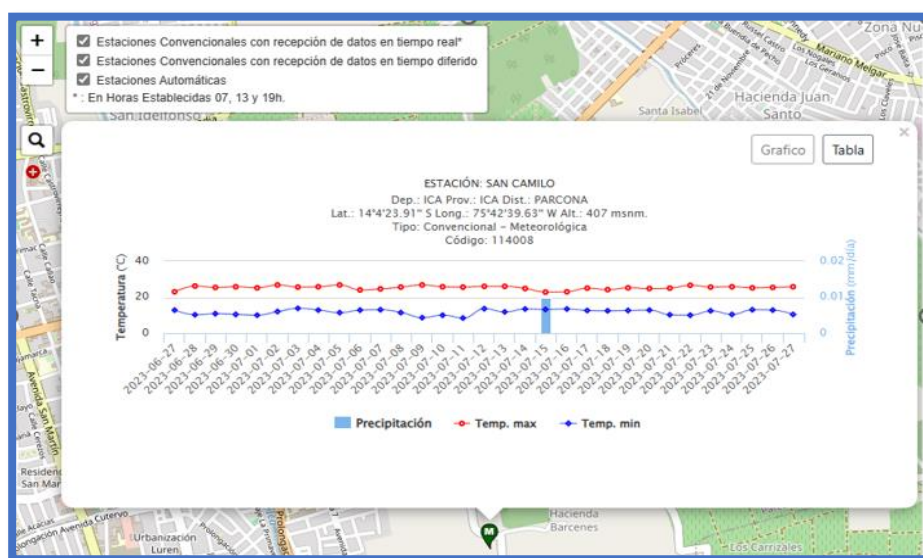


Figura 6 Datos meteorológicos de la Estación San Camilo

Fuente: SENAMHI [23]

Para la selección del mes donde se realizan los ensayos en laboratorio se considera el registro de la estación meteorológica San Camilo ubicado en el distrito de Parcona, provincia de Ica; ya que es el más cercano al área delimitada en la investigación.

A continuación, se muestra la tabla de datos de temperatura ambiental registrados por la estación San Camilo durante los últimos cinco años (2018 – 2022):

Tabla V Temperaturas mínimas registradas durante los últimos cinco años

Año	Temperaturas mínimas registradas durante los últimos cinco años											
	En.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2,018	20.17	20.44	20.22	17.03	15.38	12.88	11.17	10.63	10.63	12.74	12.71	14.61
2,019	17.55	18.82	19.08	16.45	14.28	11.13	11.25	10.63	11.01	13.36	14.48	16.01
2,020	18.25	20.59	18.48	16.00	13.23	10.37	10.71	9.98	11.75	11.94	14.67	17.15
2,021	19.21	20.02	20.07	S/D	S/D	S/D	S/D	10.93	10.75	13.08	13.21	16.04
2,022	17.47	17.46	17.94	15.73	11.55	10.92	10.55	10.70	11.32	12.06	12.23	15.20
T° Prom. Mín.	18.53	19.47	19.16	16.30	13.61	11.33	10.92	10.57	11.09	12.64	13.46	15.80
T° Prom. Anual	14.41											

Fuente: Estación San Camilo, Ica, (SENAMHI) [23]

Tabla VI Temperaturas promedios registradas durante los últimos cinco años

Año	Temperaturas promedios registradas durante los últimos cinco años											
	En.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2,018	26.42	27.46	27.37	24.59	22.20	19.48	17.85	18.01	18.01	21.93	21.86	22.96
2,019	25.15	25.54	25.85	24.08	22.01	17.94	18.31	18.45	19.54	21.34	22.52	23.62
2,020	25.01	26.86	26.43	24.03	21.17	17.97	17.88	18.23	20.54	20.76	22.69	24.34
2,021	25.24	26.62	26.78	S/D	S/D	S/D	S/D	18.83	19.64	21.67	21.62	23.53
2,022	24.99	25.05	25.44	23.97	20.63	17.89	17.92	18.95	19.98	21.16	21.25	22.70
T° Prom. Mensual	25.36	26.30	26.37	24.17	21.50	18.32	17.99	18.49	19.54	21.37	21.99	23.43
T° Prom. Anual	22.07											

Fuente: Estación San Camilo, Ica, (SENAMHI) [23]

Tabla VII Temperaturas máximas registradas durante los últimos cinco años

Año	Temperaturas máximas registradas durante los últimos cinco años											
	En.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2,018	32.67	34.47	34.51	32.14	29.02	26.08	24.52	25.39	25.39	31.12	31.01	31.30
2,019	32.74	32.25	32.62	31.71	29.73	24.74	25.36	26.26	28.07	29.31	30.56	31.23
2,020	31.77	33.13	34.37	32.05	29.10	25.56	25.05	26.47	29.33	29.58	30.71	31.53
2,021	31.26	33.21	33.49	S/D	S/D	S/D	S/D	26.73	28.52	30.26	30.03	31.01
2,022	32.50	32.64	32.94	32.21	29.70	24.86	25.28	27.19	28.64	30.25	30.26	30.19
T° Prom. Máx. Mensual	32.19	33.14	33.59	32.03	29.39	25.31	25.05	26.41	27.99	30.10	30.51	31.05
T° Prom. Máx. Anual	29.73											

Fuente: Estación San Camilo, Ica, (SENAMHI) [23]

De acuerdo a estas tablas se realiza la preparación del concreto de la siguiente manera:

- Se realiza 02 losas de concreto con  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a una temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) respectivamente; a horas 08:30 am.



Figura 7 Losa elaborada a una temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) a horas 08:30 a.m.

- Se realiza 02 losas de concreto con  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ) respectivamente; a horas 12:00 pm.



Figura 8 Losas elaboradas a una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ )

En el caso de la elaboración de probetas de concreto se considera lo siguiente:

- Para la temperatura ambiental baja se considera el mes de septiembre, ya que es el mes en donde se encontró una temperatura ambiental de  $14^\circ\text{C}$  que se aproxima a la temperatura ambiental baja

promedio anual ( $14.41^{\circ}\text{C}$ ) de los últimos cinco años (2018-2022), la preparación del concreto se realiza en este mes y en la noche de 6:00 p.m. a 8 p.m.; ya que es el horario donde la temperatura del día presenta un descenso considerable.



Figura 9 Realización de muestras de concreto a una temperatura baja ( $14^{\circ}\text{C}$ ) en horario nocturno

- Para la temperatura ambiental promedio se considera el mes de octubre, ya que es el mes en donde una temperatura de  $22^{\circ}\text{C}$ , la cual se aproxima a la temperatura ambiental promedio anual ( $22.07^{\circ}\text{C}$ ) de los últimos cinco años (2018-2022), la preparación del concreto se realiza en este mes y a temprana hora (8:00 a.m.).



Figura 10 Realización de muestras de concreto a una temperatura promedio ( $22^{\circ}\text{C}$ ) en horario de 8:00 a.m.

- Para la temperatura ambiental promedio máxima se considera el mes de octubre, ya que en dicho mes se encontró una temperatura de ( $30^{\circ}\text{C}$ ) se aproxima a la temperatura ambiental promedio máxima anual ( $29.73^{\circ}\text{C}$ ) de los últimos cinco años (2018-2022), la preparación del concreto se

realiza en este a la 1:00 p.m., ya que es el horario donde se presenta la temperatura más alta del día.



Figura 11 Realización de muestras de concreto a una temperatura promedio (30°C) en horario de 1:00 p.m.

## 3.2 Caracterización de los materiales de la investigación

### 3.2.1 Descripción de las canteras

Dentro de los procedimientos que fueron considerados en la investigación, se recolecta información de campo, como las visitas de campo a tres canteras dentro del área de influencia de la ciudad de Ica, ya que es necesario caracterizar los materiales de estas canteras, y verificar la que cumpla con las normas técnicas de calidad requeridas para la elaboración del concreto. De la información obtenida se optó por caracterizar los agregados de las siguientes canteras: Cantera Río Ica (Sector Puente La Achirana y Puente Los Maestros), Cantera Palomino.

#### 3.2.1.1. Extracción del agregado fino del río Ica

##### 3.2.1.1.1. Sector Puente La Achirana

###### 3.2.1.1.1.1. Ubicación

Se encuentra en el distrito de Parcona, provincia de Ica y Departamento de Ica, con las siguientes coordenadas UTM WGS84: 423946.08 E, 8446416,66N.

###### 3.2.1.1.1.2. Accesibilidad

El acceso principal de la ciudad de Ica al Puente La Achirana empieza desde la Plaza de Armas de la ciudad de Ica, recorriendo la Av. Grau, hasta llegar al Puente La Achirana; haciendo un recorrido de 3.1km. aproximadamente en un tiempo de 10min.

Tabla VIII Vías de acceso Plaza de Armas de Ica – Puente La Achirana

Item	Inicio	Fin	Medio	Distancia (km.)	Tiempo (min.)
1	Plaza de Armas de Ica	Puente La Achirana	Terrestre	3.1	10

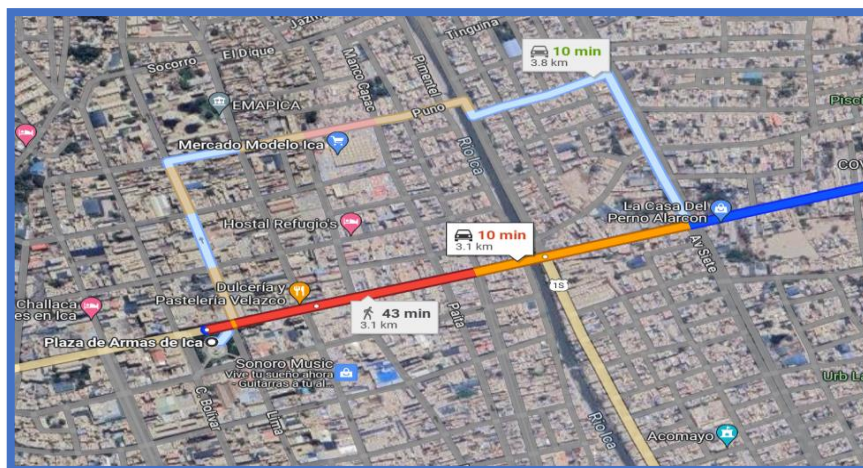


Figura 12 Recorrido Ciudad de Ica – Puente La Achirana

Fuente: Google Maps

### 3.2.1.1.1. Características de los materiales

- La forma del agregado fino es redondeada.
- El color del agregado fino es gris.
- La textura de los agregados es rugosa.
- Presenta un módulo de fineza de 2.10.

### 3.2.1.1.2. Sector Puente Los Maestros

#### 3.2.1.1.2.1. Ubicación

Se encuentra en el distrito de Ica, provincia de Ica y Departamento de Ica, con las siguientes coordenadas UTM WGS84: 422371.11 E, 8442175,05N.



Figura 13 Extracción de muestra de agregado fino en el Río Ica (Sector Puente Los Maestros)

#### 3.2.1.1.2.2. Accesibilidad

El acceso principal de la ciudad de Ica al Puente Los Maestros empieza desde la Plaza de Armas de la ciudad de Ica, recorriendo Calle La Mar con Prolongación Gerónimo de Cabrera, hasta llegar

a la antigua Panamericana Sur; y finalmente llegar al Puente Los Maestros haciendo un recorrido de 3.8km. aproximadamente en un tiempo de 10min.

Tabla IX Vías de acceso de Plaza de Armas de Ica a Puente Los Maestros

Item	Inicio	Fin	Medio	Distancia (km.)	Tiempo (min.)
1	Plaza de Armas de Ica	Puente Los Maestros		Terrestre	3.8 10

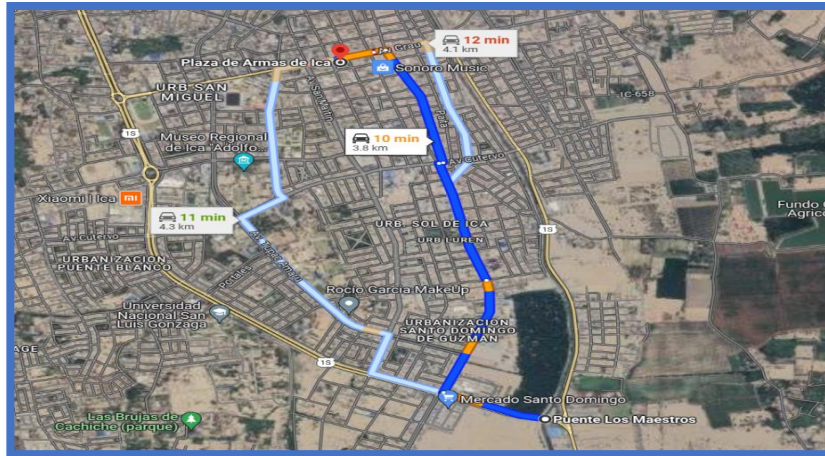


Figura 14 Recorrido Ciudad de Ica – Puente Los Maestros

Fuente: Google Maps

### 3.2.1.1.2.3. Características de los materiales

- La forma del agregado fino es redondeada.
- El color del agregado fino es gris.
- La textura de los agregados es rugosa.
- Presenta un módulo de fineza de 2.00.

### 3.2.1.1.2. Cantera Palomino

#### 3.2.1.1.2.1. Ubicación

La cantera Palomino se encuentra ubicada en el distrito de Parcona, zona UTM WGS-84 Zona 18 Sur Coordenadas 427160.74 m E; 8445676.79 m N.



Figura 15. Extracción de muestra de agregado fino de la Cantera Palomino

### 3.2.1.1.2.2. Accesibilidad

El acceso principal de la ciudad de Ica a la Cantera Palomino empieza desde la Plaza de Armas de la ciudad de Ica, recorriendo la Av. Grau, hasta llegar al distrito de Parcona y seguir la Calle Cusco, hasta llegar a la Cantera Palomino; haciendo un recorrido de 7.4km. aproximadamente en un tiempo de 16min.

Tabla X Vías de acceso de la Ciudad de Ica a la Cantera Palomino

Item	Inicio	Fin	Medio	Distancia (km.)	Tiempo (min.)
1	Plaza de Armas de Ica	Cantera Palomino S.R.L.	Terrestre	7.4.	16

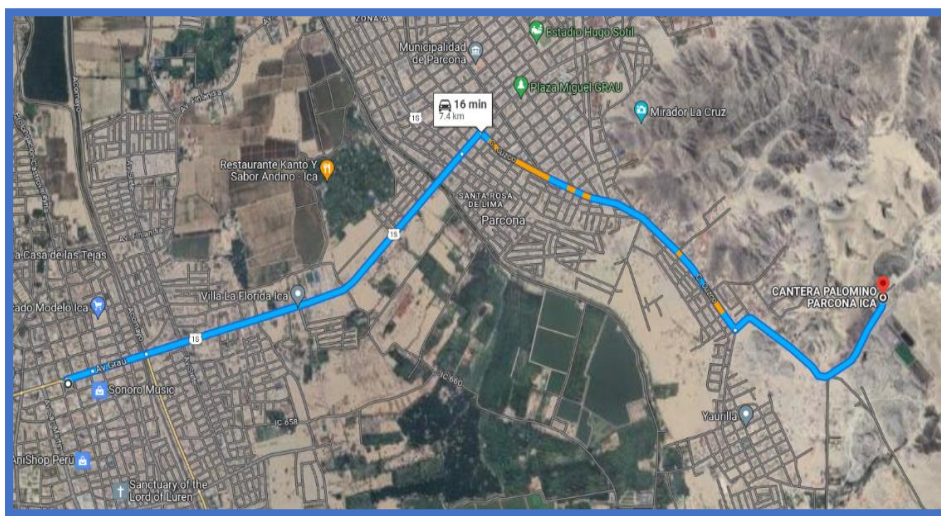


Figura 16 Recorrido Ciudad de Ica – Cantera Palomino

Fuente: Google Maps

### 3.2.1.1.2.3. Características de los materiales

- La forma del agregado fino es redondeada con poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- El color del agregado fino es beige.
- La textura de los agregados es rugosa.
- El módulo de fineza del agregado fino es 2.98.

### 3.2.1.2. Extracción del agregado grueso

#### 3.2.1.2.1. Cantera Palomino

##### 3.2.1.2.1.1. Ubicación

La cantera Palomino se encuentra ubicada en el distrito de Parcona, zona UTM WGS-84 Zona 18 Sur Coordenadas 427160.74 m E; 8445676.79 m N.



Figura 17 Extracción de muestra de agregado grueso de la Cantera Palomino

### 3.2.1.2.1.2. Accesibilidad

El acceso principal de la ciudad de Ica a la Cantera Palomino empieza desde la Plaza de Armas de la ciudad de Ica, recorriendo la Av. Grau, hasta llegar al distrito de Parcona y seguir la Calle Cusco, hasta llegar a la Cantera Palomino; haciendo un recorrido de 7.4km. aproximadamente en un tiempo de 16min.

Tabla XI Vías de acceso de la Plaza de Armas de Ica a la Cantera Palomino

Item	Inicio	Fin	Medio	Distancia (km.)	Tiempo (min.)
1	Plaza de Armas de Ica	Cantera Palomino S.R.L.	Terrestre	7.4.	16

### 3.2.1.2.1.3. Características de los materiales

- La forma del agregado grueso es angular con poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- El color del agregado grueso es gris.
- La textura de los agregados es rugosa.
- El módulo de fineza del agregado grueso es 6.34.
- Presenta un porcentaje de desgaste a la abrasión de 17.69% la cual está en el rango de excelente (apta para uso de obras de importancia).

### 3.2.2. Ensayos de materiales en laboratorio

Se realizaron diversos ensayos de los agregados del Río Ica y Cantera Palomino para determinar el agregado que cumpla con las normas técnicas. A continuación, se muestra el análisis de los resultados de los agregados de las Canteras.

#### 3.2.2.1. Análisis granulométrico para agregado fino

En [16] se menciona que: “Para el ensayo del análisis granulométrico del agregado fino se trabaja con una muestra de 1,000 g.”.

#### Muestra

Agregado fino: Arena extraída del Río Ica (Sector Puente La Achirana y Puente Los Maestros) y Cantera Palomino.

### Equipos

- Balanza electrónica con aproximación de 0.1g. y sensibilidad 0.1%.
- Horno a temperatura  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Recipientes para colocar la muestra.
- Juego de tamices para agregado fino (malla N°04 al N°200).
- Criba

### Procedimiento

El análisis granulométrico consistió en realizar el cuarteo para luego elegir una parte del cuarteo y procede a secarlo en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ; con el material seco se procede a pesar la cantidad de 1,000 g para luego zarandear la muestra en la criba, finalmente se pesan los retenidos por cada tamiz.



Figura 18 Realización del Ensayo de Granulometría del Agregado Fino

### 3.2.2.2. Análisis granulométrico para agregado grueso

En [16] se menciona que: “el ensayo del análisis granulométrico del agregado grueso se trabajó con una muestra de 5,000 g.”.

### Muestra

Agregado grueso: piedra triturada, extraída de la Cantera Palomino.

### Equipos

- Balanza electrónica con aproximación de 0.1g. y sensibilidad 0.1%.
- Horno a temperatura  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Recipientes para colocar la muestra.
- Juego de tamices para agregado fino (malla  $\frac{3}{4}$ " al N°8).

### Procedimiento

El análisis granulométrico consistió en realizar el cuarteo para luego elegir una parte del cuarteo y procede a secarlo en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ; con el material seco se procede

a pesar la cantidad de 5,000 g para luego verter la muestra en el juego de tamices y realizar movimientos en forma circular, finalmente se pesan los retenidos por cada tamiz.



Figura 19 Realización del Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso

### 3.2.2.3. Contenido de humedad para agregado fino

Para el ensayo del contenido de humedad del agregado fino se siguió con lo indicado en [17]:

#### **Muestra**

Agregado fino: arena zarandeada del Río Ica, Cantera Palomino y Cantera Cansas.

#### **Equipos**

- Balanza electrónica con aproximación de 0.1g. y sensibilidad 0.1%.
- Horno a temperatura  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### **Procedimiento**

El ensayo de contenido de humedad consistió en pesar la muestra del agregado fino en un recipiente, luego se coloca la muestra en el horno para proceder al secado a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, pasando este tiempo se procede a retirar la muestra y pesarlo para los respectivos cálculos.



Figura 20 Peso del material en su humedad natural, para luego secarlo en el horno.

#### 3.2.2.4. Contenido de humedad para agregado grueso

Para el ensayo del contenido de humedad del agregado grueso se siguió con lo indicado en la [17]:

##### **Muestra**

Agregado grueso: piedra triturada de la Cantera Palomino y Cantera Cansas.

##### **Equipos**

- Balanza electrónica con aproximación de 0.1g. y sensibilidad 0.1%.
- Horno a temperatura  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

##### **Procedimiento**

El ensayo de contenido de humedad consistió en pesar la muestra del agregado grueso en un recipiente, luego se coloca la muestra en el horno para proceder al secado a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, pasando este tiempo se procede a retirar la muestra y pesarlo para los respectivos cálculos.



Figura 21 Peso del material en su humedad natural, para luego secarlo en el horno.

#### 3.2.2.5. Ensayo de desgaste del agregado grueso (abrasión)

Para el ensayo de desgaste del agregado grueso (abrasión) se siguió con lo indicado en la [18].

##### **Muestra**

Agregado grueso: piedra triturada de la Cantera Palomino.

##### **Equipos**

- Balanza electrónica con aproximación de 0.1g. y sensibilidad 0.1%.
- Horno a temperatura  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Máquina de Los Ángeles (incluye esferas de acero).

##### **Procedimiento**

Se coloca muestra de ensayo y las esferas de acero en la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm. Luego del número prescrito de revoluciones, se descarga el material de la máquina y se realiza una separación de la muestra sobre un tamiz de mayor abertura

que el tamiz N°12; luego se procede a pesar el retenido en esta malla para luego lavar el material y secar al horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas y determinar su peso.



Figura 22 Realización del Ensayo de abrasión del agregado grueso en la Máquina Los Ángeles

### 3.2.2.6. Masa por unidad del agregado fino

Para el ensayo de la masa por unidad del agregado fino se siguió con lo indicado en la [19].

#### Muestra

Agregado fino: arena del Río Ica y Cantera Palomino.

#### Equipos

- Balanza electrónica con aproximación de 0.1g. y sensibilidad 0.1%.
- Varilla lisa compactadora de acero de 5/8" de diámetro.
- Cucharon metálico.
- Recipiente metálico.
- Molde cilíndrico metálico.

#### Procedimiento

Se procede a llenar el molde cilíndrico a un tercio del total y nivelar la superficie, luego se apisonó la capa del agregado con 25 golpes con la varilla lisa de acero de 5/8" uniformemente distribuido, se realizó el mismo procedimiento en los dos tercios faltantes. Finalmente, llenar el recipiente a sobre volumen; para luego nivelar la superficie del agregado con los dedos de manera de cubrir los espacios mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

### 3.2.2.7. Masa por unidad del agregado grueso

Para el ensayo de la masa por unidad del agregado grueso se siguió con lo indicado en la [19].

#### Muestra

Agregado grueso: piedra triturada de la Cantera Palomino y Cantera Cansas.

#### Equipos

- Balanza electrónica con aproximación de 0.1g. y sensibilidad 0.1%.
- Varilla lisa compactadora de acero de 5/8" de diámetro.

- Cucharon metálico.
- Recipiente metálico.
- Molde cilíndrico metálico.

### **Procedimiento**

Se procede a llenar el molde cilíndrico a un tercio del total y nivelar la superficie, luego se apisonó la capa del agregado con 25 golpes con la varilla lisa de acero de 5/8" uniformemente distribuido, se realizó el mismo procedimiento en los dos tercios faltantes. Finalmente, llenar el recipiente a sobre volumen; para luego nivelar la superficie del agregado con los dedos de manera de cubrir los espacios mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.



Figura 23 Realización del Ensayo de la Masa por unidad del agregado grueso

### **3.2.2.8. Peso específico y absorción del agregado fino**

Para el ensayo de la masa por unidad del agregado fino se siguió con lo indicado en [21].

#### **Muestra**

Agregado fino: Arena gruesa zarandeada de la Cantera Palomino

#### **Equipos**

- Balanza electrónica con aproximación de 0.1g. y sensibilidad 0.1%.
- Horno a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Fiola con capacidad de  $500\text{ cm}^3$ .
- Molde cónico metálico.
- Varilla metálica apisonador.

### **Procedimiento**

Primero se sumergió la muestra en agua durante 24 horas; posteriormente se realizó el método de humedad superficial; primero se coloca el molde del cono metálico y se procede a llenar el agregado fino hasta la tercera parte dándole 25 golpes con la varilla de metal, luego se llena hasta

la mitad dándole 25 golpes con la varilla de metal y por último se llena hasta el ras del cónico metálico dándose 25 golpes con la varilla de metal; seguidamente se retiró el molde cónico y se verifica que alcanzo la condición de estado saturado superficialmente seco con la forma moldeada de la muestra; se llenó 500g de la muestra en la fiola, agitamos el frasco para eliminar las burbujas de aire; se pesó el fiola junto con la muestra; luego se pesó con agua, se retiró la muestra del agregado fino y se colocó en el horno por 24 horas, finalmente se pesó la muestra de agregado seca.



Figura 24 Realización del Ensayo del peso específico y absorción del agregado fino

### 3.2.2.9. Peso específico y absorción del agregado grueso

Para el ensayo de la masa por unidad del agregado grueso se siguió con lo indicado en [20].

#### Muestra

Agregado grueso: Piedra zarandeada obtenida de la Cantera Palomino.

#### Equipos

- Balanza electrónica con aproximación de 0.1g. y sensibilidad 0.1%.
- Horno a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Cesto metálico con malla de alambre con capacidad de 4 a 7 l.
- Depósito de agua.
- Tamiz N°4.
- Recipiente metálico.

#### Procedimiento

Se sumergió la muestra en agua durante 24 horas; posteriormente se removió la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible. Secar separadamente en fragmentos más grandes, luego se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca. Después de pesar, se coloca de inmediata la muestra saturada con superficie seca en la cesta metálica de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre  $23^{\circ}\text{C} \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ . Finalmente secar la muestra a una temperatura entre

100°C ± 5°C y se deja enfriar hasta la temperatura de ambiente, durante 1 h a 3 h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto y se pesa.



Figura 25 Realización del Ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso

### 3.2.2.10. Resultados de los ensayos en los agregados

#### 3.3.2.10.1 Resultados de los ensayos del agregado fino

Para el agregado fino se utiliza el ensayo granulométrico como parámetro para su elección en el diseño de mezcla de concreto.

##### 3.3.2.10.1.1 Agregado fino del Río Ica (Sector Puente Los Maestros)

De la muestra extraída del Río Ica (Sector Puente Los Maestros) se obtuvo un Módulo de Fineza de 2.0; la cual se encuentra fuera del rango indicado en la ACI 211.1 [24]; la que indica que el agregado fino debe estar en un rango 2.40 a 3.00. Además, se verifica el porcentaje que pasa por cada tamiz según recomendación de la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 [25].

Tabla XII Requerimiento de granulometría del agregado fino

Tamiz		Porcentaje que pasa recomendado
Mm	Pulg.	
9.51	3/8"	100
4.76	N° 4	95-100
2.38	N° 8	80-100
1.19	N° 16	50-85
0.595	N° 30	25-60
0.297	N° 50	10-30
0.149	N° 100	2-10

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037 [25].

Tabla XIII Comparativo del porcentaje que pasa de la Arena del Río Ica (Sector Puente Los Maestros)

Norma ASTCM C-33			Arena Río Ica (Sector Puente Los Maestros)		
Tamiz		Porcentaje que pasa recomendado	Tamiz		Porcentaje que pasa recomendado
mm	Pulg.		mm	Pulg.	
9.51	3/8"	100	9.51	3/8"	100
4.76	N° 4	95-100	4.76	N° 4	99.5
2.38	N° 8	80-100	2.38	N° 8	98.8
1.19	N° 16	50-85	1.19	N° 16	92.7
0.595	N° 30	25-60	0.595	N° 30	71.6
0.297	N° 50	10-30	0.297	N° 50	23.3
0.149	N° 100	2-10	0.149	N° 100	1.9

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037 [25].

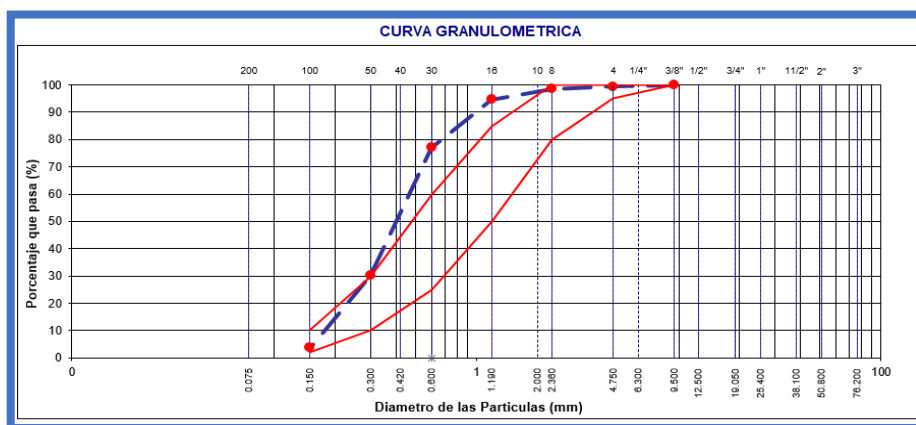


Figura 26 Curva granulométrica del agregado fino del Río Ica (Sector Puente Los Maestros)

### 3.3.2.10.1.2 Agregado fino del Río Ica (Sector Puente La Achirana)

De la muestra extraída del Río Ica (Sector Puente La Achirana) se obtuvo un Módulo de Fineza de 2.1; la cual se encuentra fuera del rango indicado en [24] donde se menciona que: “el agregado fino debe estar en un rango 2.40 a 3.00. Además, se verifica el porcentaje que pasa por cada tamiza según recomendación de la Norma Técnica Peruana 400.037 [25]”.

Tabla XIV Comparativo del porcentaje que pasa de la Arena del Río Ica (Sector Puente La Achirana)

Norma ASTCM C-33			Arena Río Ica (Sector Puente La Achirana)		
Tamiz		Porcentaje que pasa recomendado	Tamiz		Porcentaje que pasa recomendado
mm	Pulg.		mm	Pulg.	
9.51	3/8"	100	9.51	3/8"	100
4.76	N° 4	95-100	4.76	N° 4	99.5
2.38	N° 8	80-100	2.38	N° 8	98.8
1.19	N° 16	50-85	1.19	N° 16	92.7
0.595	N° 30	25-60	0.595	N° 30	71.6
0.297	N° 50	10-30	0.297	N° 50	23.3
0.149	N° 100	2-10	0.149	N° 100	1.9

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037 [25].

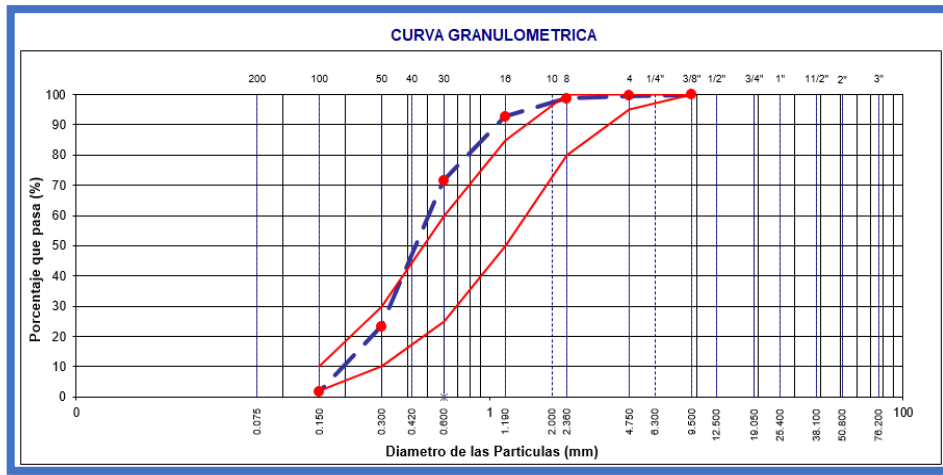


Figura 27 Curva granulométrica del agregado fino del Río Ica (Sector Puente La Achirana)

### 3.3.2.10.1.3 Agregado fino de la Cantera Palomino

De la muestra extraída de la Cantera Palomino se obtuvo un Módulo de Fineza de 2.98; la cual se encuentra dentro indicado en [24]; donde se menciona que el agregado fino debe estar en un rango 2.40 a 3.00. Además, se verifica el porcentaje que pasa por cada tamiz según recomendación de la Norma Técnica Peruana 400.037 [25].

Tabla XV Comparativo del porcentaje que pasa de la Arena del Rio Ica (Sector Puente La Achirana)

Norma ASTM C-33			Arena de la Cantera Palomino		
Tamiz		Porcentaje que pasa recomendado	Tamiz		Porcentaje que pasa recomendado
mm	Pulg.		mm	Pulg.	
9.51	3/8"	100	9.51	3/8"	100
4.76	N° 4	95-100	4.76	N° 4	99.6
2.38	N° 8	80-100	2.38	N° 8	77.8
1.19	N° 16	50-85	1.19	N° 16	52.8
0.595	N° 30	25-60	0.595	N° 30	34.6
0.297	N° 50	10-30	0.297	N° 50	23.0
0.149	N° 100	2-10	0.149	N° 100	13.9

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037 [25].

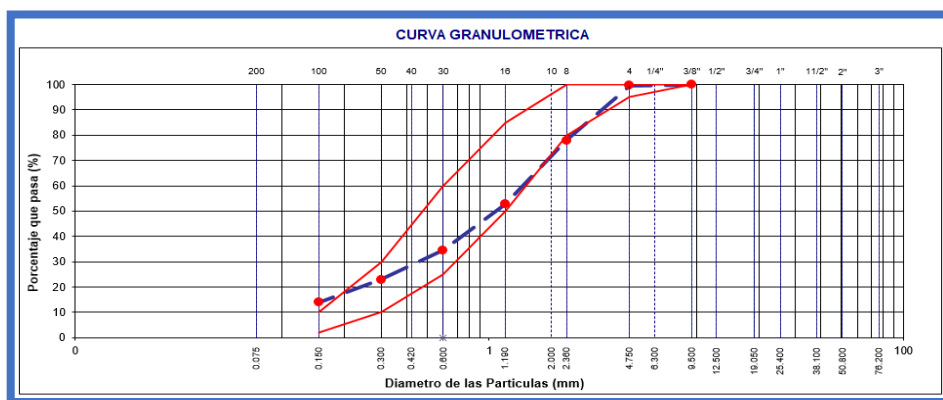


Figura 28 Curva granulométrica del agregado fino de la Cantera Palomino

Finalmente, se elige trabajar con la Arena de la Cantera Palomino, ya que su Módulo de Fineza de 2.98 está en el rango indicado en [24]; además su porcentaje que pasa es la que se asemeja a lo recomendado en [25], Por lo tanto, se procede a realizar los ensayos respectivos de la arena proveniente de la Cantera Palomino para el diseño de Mezcla de Concreto; obteniendo los siguientes resultados:

Módulo de Fineza del Agregado Fino _____	2.98
Contenido de Humedad del Agregado Fino _____	1.15%
Peso Unitario Suelto del Agregado Fino _____	1,488 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado del Agregado Fino _____	1,693 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del Agregado Fino _____	2.64 g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción del agregado fino _____	1.29%

### 3.3.2.10.2 Resultados de los ensayos del agregado grueso

Para el agregado grueso se utiliza piedra de tamaño máximo nominal de 1/2", extraída de la Cantera Palomino, cabe indicar que se utiliza la piedra de dicha Cantera ya que se obtiene un porcentaje de desgaste de 17.69%, lo cual indica que es un material excelente, luego se procede a realizar los ensayos; obteniendo los siguientes resultados:

Módulo de Fineza del Agregado Grueso _____	6.34
Contenido de Humedad del Agregado Grueso _____	0.85%
Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso _____	1,395 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso _____	1,571 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del Agregado Grueso _____	2.67 g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción del agregado Grueso _____	1.59%
Porcentaje de desgaste del agregado Grueso _____	17.69%

La Granulometría del agregado grueso de la Cantera Palomino se encuentre en el Huso Granulométrico 7 de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.037 [25].

Tabla XVI Requisitos granulométricos para el agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	Porcentaje que pasa los tamices normalizados													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 1/2 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 1/2 in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N°16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N°4)	-	-	-	100	95 a 100	- 70	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-

467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 1000	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037 [25]

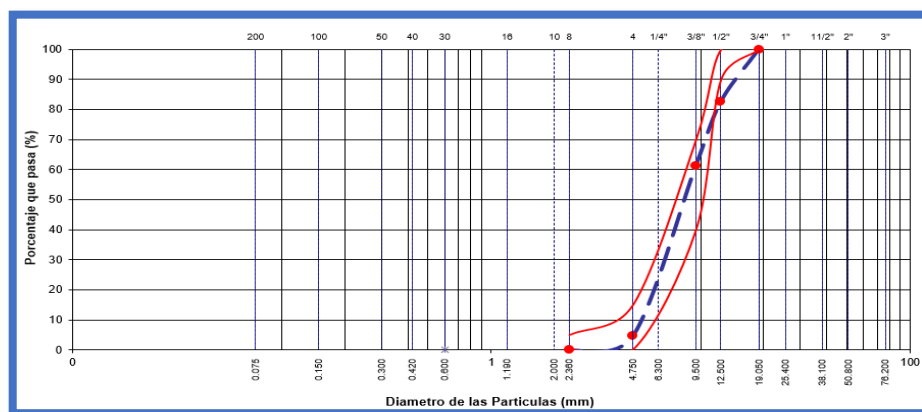


Figura 29 Curva granulométrica del agregado grueso de la Cantera Palomino

### 3.3 Diseño de mezcla ACI 211.1

#### 3.3.1. Datos del agregado fino y grueso

El diseño de mezcla de la investigación se trabaja con un concreto estructural de 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup>, se usa el cemento Sol Tipo I, la cual tiene un peso específico de 3.13 g/cm<sup>3</sup>. A continuación se desarrolla el procedimiento de diseño de mezcla por el método ACI 211.1 [24].

a) Datos del agregado fino:

Módulo de Fineza del Agregado Fino _____	2.98
Contenido de Humedad del Agregado Fino _____	1.15%
Peso Unitario Suelto del Agregado Fino _____	1,488 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado del Agregado Fino _____	1,693 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del Agregado Fino _____	2.64 g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción del agregado fino _____	1.29%

b) Datos del agregado grueso:

Módulo de Fineza del Agregado Grueso _____	6.34
Contenido de Humedad del Agregado Grueso _____	0.85%
Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso _____	1,395 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso _____	1,571 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del Agregado Grueso _____	2.67 g/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción del agregado Grueso _____	1.59%
Porcentaje de desgaste del agregado Grueso _____	17.69%

### 3.3.2. Diseño de mezcla $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ aplicando un factor de seguridad de 10% de la resistencia de diseño

➤ En primer lugar, el diseño de mezcla se emplea la resistencia a la compresión requerida como a continuación se muestra:

Para  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

$$f_{cr} = f'c + 10\%f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 0.10(175 \text{ kg/cm}^2) = 192.50 \text{ kg/cm}^2$$

➤ En segundo lugar, se determina el asentamiento según la estructura a utilizar en la investigación.

Tabla XVII Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción

Tipos de construcción	Asentamiento (cm.)	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas	7.5	2.5
Zapatas, cajones de cimentación y muros de sub-estructura sencillos	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Fuente: ACI 211.1 [24]

**El Asentamiento a utilizar es de 7.5cm. a 10cm.**

➤ Tercero, se determina el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso, para luego proceder a selección el contenido de agua, el cual está relacionado con el asentamiento requerido.

Tabla XVIII Requisitos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes asentamientos y tamaños máximos nominales del agregado grueso

Asentamiento (cm.)	Agua (kg/m <sup>3</sup> ) para el concreto de agregado de tamaño máximo nominal (pulg.) indicado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concreto sin aire incluido							
2.5 a 5.0	207	199	190	179	166	154	130	113
7.5 a 10.0	228	216	205	193	181	169	145	124
15.0 a 17.5	243	228	216	202	190	178	160	

Fuente: ACI 211.1 [24]

**El contenido de agua es de 216 kg/m<sup>3</sup>.**

➤ Como cuarto paso, se determina la relación agua/cemento (a/c) según la resistencia a la compresión requerida.

Tabla XIX Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0.41	2.5
350	0.48	0.4
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Fuente: ACI 211.1 [24]

Aplicando interpolación

f'cr ----- a/c

140 ----- 0.82

192.50 ----- x

210 ----- 0.68

$$\frac{140 - 210}{192.50 - 210} = \frac{0.82 - 0.68}{x - 0.68}$$

$$x = 0.72 = a/c$$

➤ Como quinto paso, se procede a calcular la cantidad de cemento mediante la siguiente fórmula:

$$cemento (kg) = \frac{Peso\ del\ agua\ (kg.)}{Relación\ agua/cemento}$$

$$cemento (kg) = \frac{216\ kg/m^3}{0.72} = 300\ kg/m^3$$

➤ En el sexto paso, se selección el contenido de aire mediante la siguiente tabla:

Tabla XX Contenido de aire atrapado

Tamaño Máximo Nominal (TMN)	Porcentaje de aire atrapado (%)
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

Fuente: ACI 211.1 [24]

Como tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1/2" se elija un contenido de aire atrapado del 2.5%

Se calcula el volumen de aire atrapado con la siguiente formula:

$$Volumen\ de\ Aire\ (m^3) = \frac{Aire\ atrapado\ (%)}{100}$$

$$Volumen\ de\ Aire\ (m^3) = \frac{2.5}{100} = 0.025m^3$$

➤ Como séptimo paso, se selecciona el peso del agregado grueso por unidad de volumen (b/b0) en función del Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso y el Módulo de Fineza del Agregado fino, para lo cual usamos la siguiente Tabla:

Tabla XXI Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado (pulg.)	Volumen de agregado grueso varillado en seco por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1 [24]

**Como tamaño máximo del agregado grueso es de 1/2" y el módulo de fineza de la arena es de 3.00 se elige un volumen de agregado grueso compactado en seco por volumen unitario de 0.53.**

- Como octavo paso, se calcula el volumen absoluto del agregado grueso aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen absoluto agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} (\text{m}^3) * \frac{P. U. C. (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{P. E. Ag. grueso (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}$$

$$\text{Volumen absoluto agregado grueso (m}^3\text{)} = 0.53 * \frac{1,571 \text{kg/m}^3}{2.67 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000}$$

$$\text{Volumen absoluto agregado grueso (m}^3\text{)} = \mathbf{0.312}$$

Luego, se calcula el volumen del agregado fino, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Vol. ag. fino (m}^3\text{)} = 1 - (\text{vol. de cemento} + \text{vol. de agua} + \text{vol. de aire} + \text{vol. ag. grueso})$$

$$\text{Vol. de cemento} = \frac{\text{Peso en seco del cemento}}{\text{Peso específico del cemento}} = \frac{300 \text{ kg/m}^3}{3.13 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000} = 0.096 \text{m}^3$$

$$\text{Vol. del agua} = 216 \text{ lt} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. del aire} = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. ag. fino (m}^3\text{)} = 1 - (0.096 + 0.216 + 0.025 + 0.312) \text{m}^3$$

$$\text{Vol. ag. fino (m}^3\text{)} = 0.351 \text{ m}^3$$

- Como noveno paso se determina el peso seco del agregado fino y grueso, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Peso del agregado grueso (kg)} = (\text{Vol. ag. grueso}) \times (\text{P. E. P.})$$

$$\text{Peso del agregado fino (kg)} = (\text{Vol. ag. fino}) \times (\text{P. E. F.})$$

Donde:

Vol. ag. grueso: Volumen del agregado grueso (m<sup>3</sup>)

Vol. ag. fino: Volumen del agregado fino (m<sup>3</sup>)

P.E.P.: Peso específico de la piedra (g/cm<sup>3</sup>)

P.E.F.: Peso específico de la arena (g/cm<sup>3</sup>)

$$\text{Peso seco del agregado grueso (kg)} = 0.312\text{m}^3 \times \frac{2.67\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000 = 833.04 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco del agregado fino (kg)} = 0.351\text{m}^3 \times \frac{2.64\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000 = 926.64 \text{ kg}$$

➤ En el décimo paso, se realiza el ajuste por humedad y absorción de los agregados, aplicando las siguientes formulas:

$$\text{Peso húmedo del agr. grueso (kg.)} = (P. g.) \times \left(1 + \frac{H. g.}{100}\right)$$

$$\text{Peso húmedo del agr. fino (kg.)} = (P. f.) \times \left(1 + \frac{H. f.}{100}\right)$$

Donde:

P.g. = Peso seco del agregado grueso (kg.)

H.g. = Humedad del agregado grueso (%)

Ab.g. = Absorción del agregado grueso (%)

P.f. = Peso seco del agregado fino (%)

Ab.f. = Absorción del agregado fino (%)

$$\text{Peso húmedo del agr. grueso (kg.)} = (833.04) \times \left(1 + \frac{0.85}{100}\right) = 840.12 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo del agr. fino (kg.)} = (926.64) \times \left(1 + \frac{1.15}{100}\right) = 937.30 \text{ kg}$$

➤ En el onceavo paso, se calcula la corrección de la cantidad de agua mediante la siguiente formula:

$$\text{Agua final (kg.)} = \text{Cantidad de agua (kg.)} - (A. g. + A. f.)$$

Donde:

A.g. = Aporte de agua del agregado grueso (kg.)

A.f. = Aporte de agua del agregado fino (%)

$$A. f. = \text{Peso seco del agregado fino (kg)} \times \left(\frac{\% \text{cont. de hum. f} - \text{abs. f.}}{100}\right)$$

%abs. f = absorción del agregado fino (%)

%cont. de hum. f = contenido de humedad del agregado fino (%)

$$A. f. = 926.64\text{kg} \times \left(\frac{1.15 - 1.29}{100}\right) = -1.30 \text{ kg.}$$

$$A. g. = \text{Peso seco del agregado grueso (kg)} \times \left(\frac{\% \text{cont. de hum. p} - \text{abs. p.}}{100}\right)$$

%abs. p = absorción de la piedra (%)

%cont. de hum. p = contenido de humedad de la piedra (%)

$$A. g. = 833.04\text{kg} \times \left(\frac{0.85 - 1.59}{100}\right) = -6.16 \text{ kg.}$$

$$\text{Agua final (kg.)} = \text{Cantidad de agua (kg.)} - (A. g. + A. f.)$$

$$\text{Agua final (kg.)} = 216 \text{ kg} - (-6.16 - 1.30) = 223.46 \text{ kg/m}^3$$

- Cantidad de materiales por m<sup>3</sup>:

$$\text{Cemento : } 300 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Arena : } 937.30 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Piedra : } 840.12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua : } 223.46 \text{ kg/m}^3$$

- Proporción en peso por m<sup>3</sup>:

$$\text{Cemento : } 300 \text{ kg/m}^3 / 300 \text{ kg/m}^3 = 1$$

$$\text{Arena : } 937.30 \text{ kg/m}^3 / 300 \text{ kg/m}^3 = 3.12$$

$$\text{Piedra : } 840.12 \text{ kg/m}^3 / 300 \text{ kg/m}^3 = 2.80$$

$$\text{Agua : } 223.46 \text{ kg/m}^3 / 300 \text{ kg/m}^3 = 0.74$$

$$\mathbf{1 : 3.12 : 2.80 / 0.74}$$

- Cantidad de materiales por bolsa de cemento:

$$\text{Factor por bolsa de cemento} = \frac{300 \text{ kg} \times 1 \text{ bolsa de cemento}}{42.50 \text{ kg}} = 7.06 \text{ bolsa}$$

$$\text{Cemento : } 1 \text{ bolsa}$$

$$\text{Arena : } 937.30 \text{ kg} / 7.06 \text{ bolsa} = 132.76 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Piedra : } 840.12 \text{ kg} / 7.06 \text{ bolsa} = 118.99 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Agua : } 223.46 \text{ kg} / 7.06 \text{ bolsa} = 31.65 \text{ kg/bolsa}$$

- Por último, calculamos la proporción en volumen por pie<sup>3</sup>:

$$\text{Cemento : } 1$$

$$\text{Arena : } \frac{132.76 \text{ kg}}{\text{Peso Unitario Suelo de la arena } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Piedra : } \frac{118.99 \text{ kg}}{\text{Peso Unitario Suelo de la piedra } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Arena : } \frac{132.76 \text{ kg}}{1,488 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.089 \text{ m}^3 \times \frac{35.31 \text{ pie}^3}{1 \text{ m}^3} = 3.14 \text{ pie}^3$$

$$\text{Piedra: } \frac{118.99 \text{ kg}}{1,395 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.085 \text{ m}^3 \times \frac{35.31 \text{ pie}^3}{1 \text{ m}^3} = 3.00 \text{ pie}^3$$

$$\mathbf{1: 3.14:3.00 / 31.65 l}$$

### 3.3.3. Diseño de mezcla f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> aplicando un factor de seguridad de 10% de la resistencia de diseño

- En primer lugar, el diseño de mezcla se emplea la resistencia a la compresión requerida como a continuación se muestra:

$$\text{Para } f'c=210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cr} = f'c + 10\%f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 0.10(210 \text{ kg/cm}^2) = 231 \text{ kg/cm}^2$$

- En segundo lugar, se determina el asentamiento según la estructura a utilizar en la investigación.

*De la table XVII obtenemos el Asentamiento de 7.5cm. a 10cm.*

- Tercero, se determina el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso, para luego proceder a selección el contenido de agua, el cual está relacionado con el asentamiento requerido.

*De la Table XVII obtenemos el contenido de agua es de 216 kg/m<sup>3</sup>.*

- Como cuarto paso, se determina la relación agua/cemento (a/c) según la resistencia a la compresión requerida.

De la tabla XIX obtenemos lo siguiente:

Aplicando interpolación

$$\begin{array}{r}
 f'_{cr} \text{ ----- } a/c \\
 210 \text{ ----- } 0.68 \\
 231 \text{ ----- } x \\
 280 \text{ ----- } 0.57 \\
 \frac{210 - 280}{231 - 280} = \frac{0.68 - 0.57}{x - 0.57} \\
 x = 0.65 = a/c
 \end{array}$$

- Como quinto paso, se procede a calcular la cantidad de cemento mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 \text{cemento (kg)} &= \frac{\text{Peso del agua (kg.)}}{\text{Relación agua/cemento}} \\
 \text{cemento (kg)} &= \frac{216 \text{ kg/m}^3}{0.65} = 332,31 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- En el sexto paso, se selección el contenido de aire mediante la siguiente tabla:

De la tabla XX obtenemos lo siguiente:

Se calcula el volumen de aire atrapado con la siguiente formula:

$$\begin{aligned}
 \text{Volumen de Aire (m}^3\text{)} &= \frac{\text{Aire atrapado (\%)}}{100} \\
 \text{Volumen de Aire (m}^3\text{)} &= \frac{2.5}{100} = 0.025 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Como séptimo paso, se selecciona el peso del agregado grueso por unidad de volumen (b/b0) en función del Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso y el Módulo de Fineza del Agregado fino, para lo cual usamos la Tabla XXI.

*Como tamaño máximo del agregado grueso es de 1/2" y el módulo de fineza de la arena es de 3.00 se elige un volumen de agregado grueso compactado en seco por volumen unitario de 0.53.*

- Como octavo paso, se calcula el volumen absoluto del agregado grueso aplicando la siguiente formula:

$$\text{Volumen absoluto agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} (\text{m}^3) * \frac{P. U. C. (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{P. E. Ag. grueso (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}$$

$$\text{Volumen absoluto agregado grueso (m}^3\text{)} = 0.53 * \frac{1,571 \text{kg/m}^3}{2.67 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000}$$

$$\text{Volumen absoluto agregado grueso (m}^3\text{)} = 0.312$$

Luego, se calcula el volumen del agregado fino, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Vol. ag. fino (m}^3\text{)} = 1 - (\text{vol. de cemento} + \text{vol. de agua} + \text{vol. de aire} + \text{vol. ag. grueso})$$

$$\text{Vol. de cemento} = \frac{\text{Peso en seco del cemento}}{\text{Peso específico del cemento}} = \frac{332.31 \text{ kg/m}^3}{3.13 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000} = 0.106 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. del agua} = 216 \text{ l} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. del aire} = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. ag. fino (m}^3\text{)} = 1 - (0.106 + 0.216 + 0.025 + 0.312) \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. ag. fino (m}^3\text{)} = 0.341 \text{ m}^3$$

➤ Como noveno paso se determina el peso seco del agregado fino y grueso, para ello se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Peso del agregado grueso (kg)} = (\text{Vol. ag. grueso}) \times (\text{P. E. P.})$$

$$\text{Peso del agregado fino (kg)} = (\text{Vol. ag. fino}) \times (\text{P. E. F.})$$

Donde:

Vol. ag. grueso: Volumen del agregado grueso (m<sup>3</sup>)

Vol. ag. fino: Volumen del agregado fino (m<sup>3</sup>)

P.E.P.: Peso específico de la piedra (g/cm<sup>3</sup>)

P.E.F.: Peso específico de la arena (g/cm<sup>3</sup>)

$$\text{Peso seco del agregado grueso (kg)} = 0.312 \text{ m}^3 \times \frac{2.67 \text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000 = 833.04 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco del agregado fino (kg)} = 0.341 \text{ m}^3 \times \frac{2.64 \text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000 = 900.24 \text{ kg}$$

➤ En el décimo paso, se realiza el ajuste por humedad y absorción de los agregados, aplicando las siguientes formulas:

$$\text{Peso húmedo del agr. grueso (kg.)} = (\text{P. g.}) \times \left(1 + \frac{\text{H. g.}}{100}\right)$$

$$\text{Peso húmedo del agr. fino (kg.)} = (\text{P. f.}) \times \left(1 + \frac{\text{H. f.}}{100}\right)$$

Donde:

P.g. = Peso seco del agregado grueso (kg.)

H.g. = Humedad del agregado grueso (%)

Ab.g. = Absorción del agregado grueso (%)

P.f. = Peso seco del agregado fino (%)

Ab.f. = Absorción del agregado fino (%)

$$\text{Peso húmedo del agr. grueso (kg.)} = (833.04) \times \left(1 + \frac{0.85}{100}\right) = 840.12 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo del agr. fino (kg.)} = (900.24) \times \left(1 + \frac{1.15}{100}\right) = 910.59 \text{ kg}$$

➤ En el onceavo paso, se calcula la corrección de la cantidad de agua mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Agua final (kg.)} = \text{Cantidad de agua (kg.)} - (A. g. + A. f.)$$

Donde:

A.g. = Aporte de agua del agregado grueso (kg.)

A.f. = Aporte de agua del agregado fino (%)

$$A. f. = \text{Peso seco del agregado fino (kg)} \times \left(\frac{\% \text{cont. de hum. f} - \text{abs. f}}{100}\right)$$

%abs. f = absorción del agregado fino (%)

%cont. de hum. f = contenido de humedad del agregado fino (%)

$$A. f. = 900.24 \text{ kg} \times \left(\frac{1.15 - 1.29}{100}\right) = -1.26 \text{ kg.}$$

$$A. g. = \text{Peso seco del agregado grueso (kg)} \times \left(\frac{\% \text{cont. de hum. p} - \text{abs. p}}{100}\right)$$

%abs. p = absorción de la piedra (%)

%cont. de hum. p = contenido de humedad de la piedra (%)

$$A. g. = 833.04 \text{ kg} \times \left(\frac{0.85 - 1.59}{100}\right) = -6.16 \text{ kg.}$$

$$\text{Agua final (kg.)} = \text{Cantidad de agua (kg.)} - (A. g. + A. f.)$$

$$\text{Agua final (kg.)} = 216 \text{ kg} - (-6.16 - 1.26) = 223.42 \text{ kg/m}^3$$

➤ Cantidad de materiales por m<sup>3</sup>:

Cemento : 332.31 kg/m<sup>3</sup>

Arena : 910.59 kg/m<sup>3</sup>

Piedra : 840.12 kg/m<sup>3</sup>

Agua : 223.42 kg/m<sup>3</sup>

➤ Proporción en peso por m<sup>3</sup>:

Cemento : 332.31 kg/m<sup>3</sup> / 332.31 kg/m<sup>3</sup> = 1

Arena : 910.59 kg/m<sup>3</sup> / 332.31 kg/m<sup>3</sup> = 2.74

Piedra : 840.12 kg/m<sup>3</sup> / 332.31 kg/m<sup>3</sup> = 2.53

Agua : 223.46 kg/m<sup>3</sup> / 332.31 kg/m<sup>3</sup> = 0.67

**1 : 2.74 : 2.53 / 0.67**

➤ Cantidad de materiales por bolsa de cemento:

$$\text{Factor por bolsa de cemento} = \frac{332.31 \text{ kg} \times 1 \text{ bolsa de cemento}}{42.50 \text{ kg}} = 7.81 \text{ bolsa}$$

Cemento : 1 bolsa  
 Arena : 910.59 kg / 7.81 bolsa = 116.59 kg/bolsa  
 Piedra : 840.12 kg / 7.81 bolsa = 107.56 kg/bolsa  
 Agua : 223.46 kg / 7.81 bolsa = 28.61 kg/bolsa

➤ Por último, calculamos la proporción en volumen por pie<sup>3</sup>:

Cemento : 1

$$\text{Arena : } \frac{116.59 \text{ kg}}{\text{Peso Unitario Suelo de la arena } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Piedra : } \frac{107.56 \text{ kg}}{\text{Peso Unitario Suelo de la piedra } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Arena : } \frac{116.59 \text{ kg}}{1,488 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.078 \text{ m}^3 \times \frac{35.31 \text{ pie}^3}{1 \text{ m}^3} = 2.76 \text{ pie}^3$$

$$\text{Piedra: } \frac{107.56 \text{ kg}}{1,395 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.077 \text{ m}^3 \times \frac{35.31 \text{ pie}^3}{1 \text{ m}^3} = 2.72 \text{ pie}^3$$

**1: 2.76:2.72 / 28.61 l**

### 3.3.4. Diseño de mezcla aplicando un factor de seguridad de 70 kg/cm<sup>2</sup>

El diseño de mezcla de la investigación se trabaja con un concreto estructural de 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup>, se usa el cemento Sol Tipo I, la cual tiene un peso específico de 3.13 g/cm<sup>3</sup>. A continuación se desarrolla el procedimiento de diseño de mezcla por el método ACI 211.1 [24]. En primer lugar, se selección la resistencia a la compresión requerida de acorde a lo indicado en el ACI 211.1 [24].

Tabla XXII Resistencia la compresión requerida

Resistencia a la compresión (f'c)	Resistencia a la compresión requerida (f'cr)
Menor a 210 kg/cm <sup>2</sup>	f'c+70
210 kg/cm <sup>2</sup> - 350 kg/cm <sup>2</sup>	f'c+84
Mayor a 350 kg/cm <sup>2</sup>	f'c+98

Fuente: ACI 211.1 [24]

Por lo cual el diseño de mezcla se emplea la resistencia a la compresión requerida como a continuación se muestra:

Para f'c=175 kg/cm<sup>2</sup>

$$f'cr = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2 = 175 \text{ kg/cm}^2 + 70 \text{ kg/cm}^2 = 245 \text{ kg/cm}^2$$

Para f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

$$f'cr = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2 = 210 \text{ kg/cm}^2 + 70 \text{ kg/cm}^2 = 280 \text{ kg/cm}^2$$

Luego, se siguen los pasos indicados en el ítem 3.3.2. para el cálculo de las proporciones en peso, cantidad de materiales por 1m<sup>3</sup> y las proporciones en volumen; obteniendo lo siguiente:

a) Para un concreto con f'c= 175 kg/cm<sup>2</sup>; obtenemos una relación a/c=0.65

➤ Cantidad de materiales por m<sup>3</sup>:

Cemento : 345.46 kg/m<sup>3</sup>

Arena : 899.21 kg/m<sup>3</sup>

Piedra : 839.71 kg/m<sup>3</sup>

Agua : 223.41 kg/m<sup>3</sup>

➤ Proporción en peso por m<sup>3</sup>:

**1 : 2.60: 2.41 / 0.65**

➤ Cantidad de materiales por bolsa de cemento:

Cemento : 1 bolsa

Arena : 110.58 kg/bolsa

Piedra : 103.26 kg/bolsa

Agua : 27.47 kg/bolsa

➤ Por último, calculamos la proporción en volumen por pie<sup>3</sup>:

**1: 2.33:2.61 / 27.47 l.**

b) Para un concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; obtenemos una relación  $a/c=0.59$

➤ Cantidad de materiales por m<sup>3</sup>:

Cemento : 378.95 kg/m<sup>3</sup>

Arena : 870.76 kg/m<sup>3</sup>

Piedra : 839.71 kg/m<sup>3</sup>

Agua : 223.57 kg/m<sup>3</sup>

➤ Proporción en peso por m<sup>3</sup>:

**1 : 2.30: 2.22 / 0.59**

➤ Cantidad de materiales por bolsa de cemento:

Cemento : 1 bolsa

Arena : 97.66 kg/bolsa

Piedra : 94.17 kg/bolsa

Agua : 25.05 kg/bolsa

➤ Por último, calculamos la proporción en volumen por pie<sup>3</sup>:

**1: 2.05:2.36 / 25.05 l.**

### **3.4. Elaboración de especímenes de concreto y ensayos en estado fresco y endurecido**

#### **3.4.1. Elaboración de losas de concreto**

Se elabora losas de 1mx1mx0.10m siguiendo lo indicado en la NTP 339.033 [26].

Se usa un encofrado de madera, varilla metálica de acero liso de 16mm de diámetro y 600mm de longitud, cuchara metálica, una plancha metálica para el enrasado de la superficie, martillo de goma y un higrómetro. Se fabrican losas de concreto con la finalidad de llevar un control de la aparición de fisuras.

Para el control del ancho de fisuras se utiliza la siguiente tabla elaborada por C. Sotomayor [27]:

Tabla XXIII Clasificación de fisuras y grietas en función a su ancho y grado de repercusión en las estructuras

Clasificación por ancho (e)		Nivel de repercusión en la estructura
Microfisuras	$e < 0.05\text{mm}$	Nivel muy bajo
Fisuras	$0.1 < e < 0.2\text{mm}$	Nivel bajo. Tener cuidado con ambientes marinos u otros agresivos donde pueda desencadenarse la corrosión del acero.
Macrofisura	$0.2 < e < 0.4\text{mm}$	Nivel moderado. Podría existir repercusiones estructurales, se requiere estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico y alternativas de reparación y/o reforzamiento en caso lo amerite.
Grietas	$0.4 < e < 1.0\text{mm}$	Nivel alto. Podría existir reducción de la capacidad sismorresistente. Se requiere estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico, y alternativas de reparación y/o reforzamiento en lo aplicable.
	$e > 1.0\text{mm}$	Nivel muy alto. Posible reducción significativa de la capacidad sismorresistente. Se requiere estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico y determinar la posibilidad de salvar. Dependiendo de los daños encontrado, se debe evaluar la evacuación y apuntalamiento de la edificación.



Figura 30 Elaboración de losas de concreto

### 3.4.2. Elaboración de probetas cilíndricas

Para realizar la mezcla de concreto se utiliza una mezcladora tipo trompo de 180 kg. de capacidad, recipientes, balanza y lampa. Previamente se caracteriza las propiedades de los agregados expuesta al ambiente, se toma las temperaturas de los agregados previo al vertimiento de estos en la mezcladora tipo trompo con el termómetro digital; a la vez se toma la temperatura ambiental con el uso del higrómetro digital.

La mezcla de concreto se realiza en tres temperaturas ambientales (14°C, 22°C y 30°C).



Figura 31 Toma de la temperatura ambiental, de los agregados y preparación del concreto

### 3.4.3. Ensayo la toma de temperatura de la mezcla del concreto fresco

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 339.184 [28] indica que: se utiliza un recipiente para que la muestra sea lo suficientemente amplia para proporcionar al menos 3 pulgadas de concreto en todas las direcciones alrededor del termómetro digital, el espesor de concreto también debe ser al menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

En primer lugar, colocamos el termómetro digital en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor esté sumergido un mínimo de 3 pulgadas, el termómetro digital se deja por un mínimo de 2 minutos, pero no más de 5 minutos; finalmente registramos la temperatura.



Figura 32 Toma de la temperatura de la mezcla del concreto fresco

### 3.4.4. Ensayo del asentamiento del concreto

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 339.035 [29] menciona que: se utiliza un molde cónico de metal (cono de Abrams), una regla, un cucharón y una varilla cilíndrica de acero liso de 16mm de diámetro, 600 mm de longitud y una cinta métrica metálica.

Como procedimiento del ensayo, en primer lugar, se humedece el molde metálico y se coloca sobre una superficie plana, húmeda y libre de vibración. El molde se fija firmemente en su lugar durante el llenado pisando las aletas a la placa base, manteniendo limpio el perímetro. Con la

muestra de concreto obtenido se llena el molde vaciando en concreto en tres capas, cada capa se compacta aplicando 25 golpes con la varilla cilíndrica de acero liso. Luego, el molde llena por exceso antes de compactar la última capa, luego se procede a enrasar rondando la varilla sobre el borde superior del molde, se continúa asegurando el molde firmemente contra la base y se eliminar el concreto sobrante alrededor del molde. Finalmente se retira el molde llevándolo cuidadosamente en dirección vertical, para luego medir el asentamiento.



Figura 33 Ensayo de Asentamiento del Concreto

#### **3.4.5. Ensayo del peso unitario del concreto fresco**

De acuerdo a la NTP 339.046 [30] refiere que: se utiliza una balanza digital, una varilla de acero liso metálico de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud, un recipiente metálico, un martillo de goma y un cucharón metálico.

Como procedimiento del ensayo, en primer lugar, se coloca el concreto en el recipiente metálico usando el cucharón, se mueve el cucharón alrededor del perímetro interno del recipiente, esto se hace en 3 capas; se apisona con la varilla de acero liso metálico 25 golpes por capa, después de apisonar capa se golpea con el martillo de goma los lados del recipiente 15 veces, usando la fuerza apropiada para cerrar cualquier poro causado por la barra de apisonado y eliminar las burbujas grandes aire atrapadas. Finalmente se alisa la superficie superior del recipiente y se limpia todo el concreto en exceso, luego se procede a colocar el recipiente en la balanza para obtener su peso.



Figura 34 Ensayo de Peso Unitario del Concreto

### 3.4.6. Ensayo del contenido de aire en el concreto fresco

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 339.083 [31] se utiliza un recipiente cilíndrico metálico y su cubierta metálica con dispositivo de lectura del contenido de aire, varilla metálica liso de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud, martillo de goma y un cucharón metálico.

Como procedimiento del ensayo, en el primer paso, se coloca la muestra del concreto en 3 capas iguales, apisonando 25 veces por capa; al finalizar cada capa se golpea los lados del recipiente 15 veces con el martillo de goma, luego se enrasa la superficie superior del recipiente, se limpian los bordes del recipiente. Luego, se coloca la cubierta metálica y se cierra la válvula entre la cubierta y el recipiente; y se abren los grifos de la cubierta. Con una pera de caucho, se inyecta agua a través de uno de los grifos, hasta que el agua salga por el otro. Se golpea suavemente la tapa del medidor para eliminar las burbujas de aire atrapadas. Finalmente, se cierra la válvula de la cámara y se bombea aire hasta que el puntero del manómetro coincida con la línea presión inicial bombeando y golpeándolo suavemente para finalmente medir el porcentaje de aire.



Figura 35 Ensayo de contenido de aire del concreto fresco

### 3.4.7. Elaboración y curado de probetas

#### 3.4.7.1. Elaboración de probetas

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 339.033 [26] indica que: se utiliza un molde metálico de 6"x12", varilla metálica de acero liso de 16mm de diámetro y 600mm de longitud, cuchara metálica, una plancha metálica para el enrasado de la superficie y un martillo de goma. El llenado de la probeta se efectúa evitando la segregación y vertiendo el concreto con la cuchara, la que se mueve alrededor del borde superior del cilindro. Se llena la probeta en tres capas, cada capa requiere 25 golpes verticales con la varilla metálica, uniformemente repartidos en forma de espiral, comenzando por el borde y terminando en el centro, luego del llenado de la capa se provee a golpear la probeta 15 veces con el martillo de goma, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado. Una vez culminada la última capa, se procede a enrasar la superficie con la plancha metálica.

#### **3.4.7.2. Curado de probetas**

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 339.033 [26] menciona que: el curado de las probetas se realiza después de las 24 horas del moldeo, al cabo de este tiempo se procede a desmoldar las probetas; inmediatamente después de esto las probetas se sumergirán en una poza de agua.



Figura 36 Elaboración y curado de probetas

#### **3.4.8. Resistencia a la compresión del concreto**

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 339.034 [32], el equipo a utilizar en este ensayo es una máquina de compresión (prensa hidráulica).

Se realiza la rotura de 3 probetas de dimensión 6"x12", estas probetas han sido elaboradas a diferentes temperaturas ambientales y su rotura son a los 7, 14 y 28 días de edad. Como procedimientos, se mide la probeta para la verificación de sus dimensiones, luego se coloca las probetas en la prensa hidráulica de compresión, y finalmente se toma nota de la carga que registra la máquina.



Figura 37 Ensayo de rotura de probetas

### 3.4.9. Resultados de la comparación del Control de fisuras en las losas de concreto

A continuación, se muestra los resultados encontrados en campo del seguimiento y control de fisura:

Tabla XXIV Control de fisuras del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

# FISURA	T° AMBIENTAL (C°)	HUMEDAD RELATIVA (%)	T° CONCRETO (C°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (KM/H)	TASA DE EVAPORACIÓN (KG/M2/HR)	CARACTERÍSTICAS DE FISURA				
						TIEMPO DE APARICIÓN	ANCHO (MM)	LONG. (MM)	CLASIFICACIÓN	
inicio de colocado	22	0.65	26.4	2.2	0.20	8:30:00 a. m.				
fin de colocado	22.1	0.66	26.3	2.4	0.20	8:40:00 a. m.				
F1	22.1	0.65	26.3	2.6	0.21	9:25:00 a. m.	0.04	35	MICROFISURA	
F2	22.3	0.66	26.4	2.8	0.22	9:30:00 a. m.	0.05	20	MICROFISURA	
F3	22.7	0.66	26.3	3	0.21	9:35:00 a. m.	0.15	250	FISURA	
F4	23.4	0.66	26.3	3.5	0.22	10:05:00 a. m.	0.15	150	FISURA	
F5	23.6	0.66	26.3	3.8	0.22	10:15:00 a. m.	0.1	200	FISURA	
F6	23.8	0.66	26.3	4	0.22	10:35:00 a. m.	0.05	50	MICROFISURA	
F7	24	0.66	26.3	4.5	0.23	10:40:00 a. m.	0.1	60	FISURA	
F8	26	0.65	26.3	5	0.21	10:42:00 a. m.	0.15	20	FISURA	
F9	26.4	0.62	26.3	5.5	0.23	10:42:00 a. m.	0.05	30	MICROFISURA	
F10	26.6	0.61	26.3	6	0.25	10:43:00 a. m.	0.05	10	MICROFISURA	
F11	32	0.5	26.3	8	0.25	1:05:00 p. m.	0.1	10	FISURA	
F12	32.5	0.48	26.3	8.6	0.27	1:25:00 p. m.	0.1	20	FISURA	
						3:25:00 p. m.				
<b>cantidad de fisuras</b>						<b>12</b>	<b>6:00:00 a. m.</b>	<b>0.09</b>	<b>855</b>	<b>FISURA</b>

Tabla XXV Control de fisuras del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio  
alta (30°C)

# FISURA	T° AMBIENTAL (C°)	HUMEDAD RELATIVA (%)	T° CONCRETO (C°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (KM/H)	TASA DE EVAPORACIÓN KG(M2/HR)	CARACTERÍSTICAS DE FISURA				
						TIEMPO DE APARICIÓN	ANCHO (MM)	LONG. (MM)	CLASIFICACIÓN	
inicio de colocado	30.00	50%	26.4	4.00	0.21	12:00:00 p. m.				
fin de colocado	30.20	50%	26.3	4.50	0.21	12:10:00 p. m.				
<b>F1</b>	31.00	48%	26.3	5.00	0.22	12:35:00 p. m.	0.09	40	FISURA	
<b>F2</b>	31.40	46%	26.4	5.50	0.25	12:40:00 p. m.	0.15	60	FISURA	
<b>F3</b>	31.20	46%	26.3	5.60	0.25	12:45:00 p. m.	0.50	280	GRIETAS	
<b>F4</b>	32.00	45%	26.3	5.80	0.25	12:47:00 p. m.	0.60	300	GRIETAS	
<b>F5</b>	32.20	44%	26.3	6.00	0.26	1:05:00 p. m.	0.70	310	GRIETAS	
<b>F6</b>	32.00	42%	26.3	6.50	0.30	1:15:00 p. m.	0.25	80	MACROFISURA	
<b>F7</b>	32.20	43%	26.3	7.00	0.30	1:35:00 p. m.	0.35	70	MACROFISURA	
<b>F8</b>	32.10	46%	26.3	7.40	0.28	1:47:00 p. m.	0.35	140	MACROFISURA	
<b>F9</b>	31.80	48%	26.3	8.00	0.28	1:55:00 p. m.	0.25	160	MACROFISURA	
<b>F10</b>	31.60	55%	26.3	8.50	0.22	2:22:00 p. m.	0.35	320	MACROFISURA	
<b>F11</b>	30.50	58%	26.3	9.00	0.23	2:25:00 p. m.	0.30	180	MACROFISURA	
<b>F12</b>	29.50	60%	26.3	11.00	0.28	2:55:00 p. m.	0.04	40	MICROFISURA	
<b>F13</b>	29.00	62%	26.3	11.50	0.28	3:15:00 p. m.	0.05	20	MICROFISURA	
<b>F14</b>	28.80	64%	26.3	12.00	0.28	3:25:00 p. m.	0.05	30	MICROFISURA	
<b>F15</b>	29.80	65%	26.3	14.00	0.25	4:25:00 p. m.	0.04	10	MICROFISURA	
						6:35:00 p. m.				
<b>cantidad de fisuras</b>						<b>15</b>	<b>13:15:00</b>	<b>0.27</b>	<b>2040</b>	<b>MACROFISURA</b>

Tabla XXVI Control de fisuras del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio  
(22°C)

# FISURA	T° AMBIENTAL (C°)	HUMEDAD RELATIVA (%)	T° CONCRETO (C°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (KM/H)	TASA DE EVAPORACIÓN KG(M2/HR)	CARACTERÍSTICAS DE FISURA				
						TIEMPO DE APARICIÓN	ANCHO (MM)	LONG. (MM)	CLASIFICACIÓN	
inicio de colocado	22.00	65%	26.4	2.20	0.20	8:30:00 a. m.				
fin de colocado	22.10	66%	26.3	2.40	0.20	8:40:00 a. m.				
<b>F1</b>	22.10	65%	26.3	2.60	0.21	9:25:00 a. m.	0.05	25	MICROFISURA	
<b>F2</b>	22.30	66%	26.4	2.80	0.22	9:30:00 a. m.	0.05	15	MICROFISURA	
<b>F3</b>	22.70	66%	26.3	3.00	0.21	9:35:00 a. m.	0.15	350	FISURA	
<b>F4</b>	23.40	66%	26.3	3.50	0.22	10:05:00 a. m.	0.20	300	FISURA	
<b>F5</b>	23.60	66%	26.3	3.80	0.22	10:15:00 a. m.	0.15	250	FISURA	
<b>F6</b>	23.80	66%	26.3	4.00	0.22	10:35:00 a. m.	0.10	60	FISURA	
<b>F7</b>	24.00	66%	26.3	4.50	0.23	10:40:00 a. m.	0.10	80	FISURA	
<b>F8</b>	26.00	65%	26.3	5.00	0.21	10:42:00 a. m.	0.05	15	MICROFISURA	
<b>F9</b>	26.40	62%	26.3	5.50	0.23	10:42:00 a. m.	0.10	20	FISURA	
<b>F10</b>	26.60	61%	26.3	6.00	0.25	10:43:00 a. m.	0.05	10	MICROFISURA	
<b>F11</b>	32.00	50%	26.3	8.00	0.25	1:05:00 p. m.	0.05	5	MICROFISURA	
<b>F12</b>	32.50	48%	26.3	8.60	0.27	1:25:00 p. m.	0.05	5	MICROFISURA	
<b>F13</b>	32.60	52%	26.3	9.00	0.23	1:55:00 p. m.	0.05	7	MICROFISURA	
<b>F14</b>	32.40	55%	26.3	9.50	0.21	2:25:00 p. m.	0.05	8	MICROFISURA	
						3:25:00 p. m.				
<b>cantidad de fisuras</b>						<b>14</b>	<b>06:00:00</b>	<b>0.09</b>	<b>1150</b>	<b>FISURA</b>

Tabla XXVII Control de fisuras del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio alta (30°C)

FISURA	T° AMBIENTAL (C°)	HUMEDAD RELATIVA (%)	T° CONCRETO (C°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (KM/H)	TASA DE EVAPORACIÓN (KG(M2/HR))	CARACTERÍSTICAS DE FISURA			
						TIEMPO DE APARICIÓN	ANCHO (MM)	LONG. (MM)	CLASIFICACIÓN
inicio de colocado	30.00	50%	26.4	4.00	0.21	12:00:00 p. m.			
fin de colocado	30.20	50%	26.3	4.50	0.21	12:10:00 p. m.			
<b>F1</b>	31.00	48%	26.3	5.00	0.22	12:35:00 p. m.	0.09	35	FISURA
<b>F2</b>	31.40	46%	26.4	5.50	0.25	12:40:00 p. m.	0.15	25	FISURA
<b>F3</b>	31.20	46%	26.3	5.60	0.25	12:45:00 p. m.	0.60	250	GRIETAS
<b>F4</b>	32.00	45%	26.3	5.80	0.25	12:47:00 p. m.	0.80	200	GRIETAS
<b>F5</b>	32.20	44%	26.3	6.00	0.26	1:05:00 p. m.	0.70	150	GRIETAS
<b>F6</b>	32.00	42%	26.3	6.50	0.30	1:15:00 p. m.	0.25	90	MACROFISURA
<b>F7</b>	32.20	43%	26.3	7.00	0.30	1:35:00 p. m.	0.35	80	MACROFISURA
<b>F8</b>	32.10	46%	26.3	7.40	0.28	1:47:00 p. m.	0.35	110	MACROFISURA
<b>F9</b>	31.80	48%	26.3	8.00	0.28	1:55:00 p. m.	0.25	120	MACROFISURA
<b>F10</b>	31.60	55%	26.3	8.50	0.22	2:22:00 p. m.	0.35	35	MACROFISURA
<b>F11</b>	30.50	58%	26.3	9.00	0.23	2:25:00 p. m.	0.30	40	MACROFISURA
<b>F12</b>	29.50	60%	26.3	11.00	0.28	2:55:00 p. m.	0.04	10	MICROFISURA
<b>F13</b>	29.00	62%	26.3	11.50	0.28	3:15:00 p. m.	0.05	20	MICROFISURA
<b>F14</b>	28.80	64%	26.3	12.00	0.28	3:25:00 p. m.	0.05	8	MICROFISURA
<b>F15</b>	29.80	65%	26.3	14.00	0.25	4:25:00 p. m.	0.04	7	MICROFISURA
<b>F16</b>	30.80	66%	26.3	15.00	0.20	5:25:00 p. m.	0.04	6	MICROFISURA
<b>F17</b>	31.80	68%	26.3	15.50	0.11	6:25:00 p. m.	0.05	12	MICROFISURA
						6:35:00 p. m.			
<b>cantidad de fisuras</b>				<b>17</b>		<b>06:00:00</b>	<b>0.26</b>	<b>1198</b>	<b>MACROFISURA</b>

- De la tabla XXIV; en la losa  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  fabricadas a temperatura ambiental promedio (22°C) a horas 08:30 a.m.; se observa la aparición de fisuras con un ancho de 0.04mm (microfisura) hasta un ancho de 0.15mm(fisura); obteniendo en promedio fisura de 0.09mm en esta losa; por lo cual esta losa presenta la clasificación de fisura.
- De la tabla XXV; en la losa  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  fabricadas a temperatura ambiental promedio alta (30°C) a horas 12:00 p.m.; se observa la aparición de fisuras con un ancho de 0.04mm (microfisuras) hasta un ancho de 0.70mm(grietas); obteniendo en promedio fisura de 0.27mm en esta losa; por lo cual esta losa presenta la clasificación de macrofisura.
- De la tabla XXVI; en la losa  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  fabricadas a temperatura ambiental promedio (22°C) a horas 08:30 a.m.; se observa la aparición de fisuras con un ancho de 0.05mm (microfisura) hasta un ancho de 0.20mm(fisura); obteniendo en promedio fisura de 0.09mm en esta losa; por lo cual esta losa presenta la clasificación de fisura.
- De la tabla XXVII; en la losa  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  fabricadas a temperatura ambiental promedio alta (30°C) a horas 12:00 p.m.; se observa la aparición de fisuras con un ancho de 0.04mm (microfisuras) hasta un ancho de 0.80mm(grietas); obteniendo en promedio fisura de 0.26mm en esta losa; por lo cual esta losa presenta la clasificación de macrofisura.

#### 3.4.10. Resultados de la comparación de la temperatura del agregado fino y grueso

Se tomó la temperatura al agregado fino a diferentes temperaturas ambientales, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XXVIII Temperatura del agregado fino y grueso expuestos a diferentes temperaturas ambientales

<b>Agregado fino</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Temperatura interna del agregado</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
Toma de temperatura del ag. fino a una Temperatura ambiental promedio baja (14°C)	22.2°C	23.6°C	22.7°C	22.7°C
Toma de temperatura del ag. fino a una Temperatura ambiental promedio (22°C)	29.2°C	28.5°C	28.2°C	28.6°C
Toma de temperatura del ag. fino a una Temperatura ambiental promedio alta (30°C)	34.2°C	35.4°C	35.1°C	34.9°C
<b>Agregado grueso</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Temperatura interna del agregado</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
Toma de temperatura del ag. grueso a una Temperatura ambiental baja (14°C)	23.2°C	23.3°C	25.6°C	24.0°C
Toma de temperatura del ag. grueso a una Temperatura amb. promedio (22°C)	30.7°C	30.2°C	31.6°C	30.8°C
Toma de temperatura del ag. grueso a una Temperatura ambiental alta (30°C)	39.1°C	38.8°C	39.4°C	39.1°C

- A una temperatura ambiental promedio baja (14°C) se obtiene una temperatura promedio del agregado fino de 22.7°C; mientras que a una temperatura ambiental promedio alta (30°C) se obtiene una temperatura promedio del agregado fino de 34.9°C; lo cual demuestra que a mayor temperatura ambiental mayor es la temperatura del agregado y viceversa.
- A una temperatura ambiental promedio baja (14°C) se obtiene una temperatura promedio del agregado grueso de 24°C; mientras que a una temperatura ambiental promedio alta (30°C) se obtiene una temperatura promedio del agregado grueso de 39.1°C; lo cual demuestra que a mayor temperatura ambiental mayor es la temperatura del agregado y viceversa.

### 3.4.11. Resultados de la comparación de las propiedades en el estado fresco

Los concretos con resistencia a la compresión  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  fueron elaboradas en distintas temperaturas ambientales (14° C, 22° C, 30° C); a continuación, se describen las propiedades en el estado fresco obtenidas en dichas temperaturas:

#### 3.4.11.1. Resultados de la comparación de la Temperatura del concreto

Tabla XXIX Temperatura del concreto en estado fresco elaborado a diferentes temperaturas ambientales

<b>Concreto <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math></b>				
<b>Descripción</b>	<b>Temperatura interna del concreto obtenida (°C)</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio baja (14°C)	22.3°C	22.5°C	22.1°C	22.3°C
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio (22°C)	28.5°C	28.3°C	28.7°C	28.5°C
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio alta (30°C)	35.2°C	35.4°C	35.3°C	35.3°C
<b>Concreto <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>				
<b>Descripción</b>	<b>Temperatura interna del concreto obtenida (°C)</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Promedio</b>
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio baja (14°C)	23.4°C	23.2°C	23.6°C	23.4°C
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio (22°C)	27.2°C	27.5°C	27.3°C	27.3°C
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio alta (30°C)	34.4°C	34.2°C	34.5°C	34.4°C

De la tabla XXIX se puede apreciar lo siguiente:

- A una temperatura ambiental promedio baja (14°C) se obtiene una temperatura promedio interna del concreto con  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  de 22°C, mientras que la temperatura promedio interna en el concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  es 23°C.
- A una temperatura ambiental promedio (22°C) se obtiene una temperatura promedio interna del concreto con  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  de 28°C, mientras que la temperatura interna promedio para el concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  es 27°C.
- A una temperatura ambiental promedio alta (30°C) se obtiene una temperatura promedio interna del concreto con  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  de 35°C, mientras que la temperatura promedio interna en el concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  es 34°C.

Finalmente, de acuerdo a la tabla XXIX obtenemos que a mayor temperatura ambiental se obtiene una mayor temperatura interna del concreto en estado fresco y viceversa.

### 3.4.11.2. Resultados de la comparación del Asentamiento del concreto

Tabla XXX Asentamiento del concreto elaborado a diferentes temperaturas ambientales

Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$				
Descripción	Asentamiento del concreto obtenido (“)			
	1	2	3	Promedio
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio baja (14°C)	4.5”	4”	4.5”	4.3”
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio (22°C)	3”	3.5”	3”	3.2”
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio alta (30°C)	2”	2.5”	2.5”	2.3”
Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				
	Asentamiento del concreto obtenido (“)			
	1	2	3	Promedio
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio baja (14°C)	4”	4.5”	4”	4.2”
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio (22°C)	3.5”	3”	3”	3.2”
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio alta (30°C)	2.5”	2”	2.5”	2.3”

De la tabla XXX se puede apreciar lo siguiente:

- A una temperatura ambiental promedio baja (14°C), para el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un asentamiento promedio de 4.3”; mientras en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un asentamiento promedio de 4.2”.
- A una temperatura ambiental promedio (22°C), para el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un asentamiento promedio de 3.2”; mientras en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un asentamiento promedio de 3.2”.
- A una temperatura ambiental promedio alta (30°C), para el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un asentamiento promedio de 2.3”; mientras en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un asentamiento promedio de 2.3”.

Finalmente, de acuerdo a la tabla XXX obtenemos que a menor temperatura ambiental se obtiene un mayor asentamiento y viceversa.

### 3.4.11.3. Resultados de la comparación del Peso Unitario del concreto

Tabla XXXI Peso Unitario del concreto elaborado a diferentes temperaturas ambientales

Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$				
Descripción	Peso Unitario del concreto ( $\text{kg/m}^3$ )			
	1	2	3	Promedio
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio baja ( $14^\circ\text{C}$ )	2,311.3	2,310.5	2,313.2	2,311.7
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	2,271.7	2,265.4	2,260.5	2,265.9
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ )	1,868.4	1,870.2	1,855.6	1,864.7
Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				
Descripción	Peso Unitario del concreto ( $\text{kg/m}^3$ )			
	1	2	3	Promedio
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio baja ( $14^\circ\text{C}$ )	2,506.7	2,498.3	2,502.5	2,502.5
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	2,312.5	2,311.3	2,314.4	2,312.7
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ )	2,190.6	2,192.4	2,190.3	2,191.1

De la tabla XXXI se puede apreciar lo siguiente:

- A una temperatura ambiental promedio baja ( $14^\circ\text{C}$ ), para el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un peso unitario promedio de  $2,311.7 \text{ kg/m}^3$ ; mientras en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un peso unitario promedio de  $2,502.5 \text{ kg/m}^3$ .
- A una temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ), para el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un peso unitario promedio de  $2,265.9 \text{ kg/m}^3$ ; mientras en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un peso unitario promedio de  $2,312.7 \text{ kg/m}^3$ .
- A una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ), para el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene peso unitario promedio de  $1,864.7 \text{ kg/m}^3$ ; mientras en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene peso unitario promedio de  $2,191.1 \text{ kg/m}^3$ .

Finalmente, de acuerdo a la tabla XXXI obtenemos que a menor temperatura ambiental se obtiene un mayor peso unitario y viceversa.

### 3.4.11.4. Resultados de la comparación del Contenido de Aire del concreto

Tabla XXXII Contenido de aire del concreto elaborado a diferentes temperaturas ambientales

Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$				
Descripción	Contenido de aire del concreto			
	1	2	3	Promedio
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio baja ( $14^\circ\text{C}$ )	2.3%	2.5%	2.3%	2.4%
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	2.2%	2.4%	2.0%	2.2%
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ )	2.1%	2.3%	2.2%	2.2%
Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				
Descripción	Contenido de aire del concreto			
	1	2	3	Promedio
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio baja ( $14^\circ\text{C}$ )	2.4%	2.6%	2.5%	2.5%
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	2.2%	2.2%	2.0%	2.1%
Concreto elaborado a una Temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ )	2.1%	2.3%	2.2%	2.2%

De la tabla XXXII se puede apreciar lo siguiente:

- A una temperatura ambiental promedio baja (14°C), para el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un contenido de aire promedio de 2.4%; mientras en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un contenido de aire promedio de 2.5%.
- A una temperatura ambiental promedio (22°C), para el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un contenido de aire promedio de 2.2%; mientras en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un contenido de aire promedio de 2.1%.
- A una temperatura ambiental promedio alta (30°C), para el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un contenido de aire promedio de 2.2%; mientras en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene un contenido de aire promedio de 2.2%.

Finalmente, de acuerdo a la tabla XXXII obtenemos que a menor temperatura ambiental se obtiene un mayor contenido de aire y viceversa.

### 3.4.12. Resultados de la comparación de las propiedades en el estado endurecido

#### 3.4.12.1. Resultados de la comparación de la resistencia a la compresión del concreto

Tabla XXXIII Resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) de  $175 \text{ kg/cm}^2$  a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental promedio baja (14°C)

Concreto elaborado a temperatura ambiental baja (14°C)							
Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm.)	Edad (días)	Carga máx. en kg.	Resistencia máx. $\text{kg/cm}^2$	Resistencia Promedio $\text{kg/cm}^2$
1	06/09/2023	13/09/2023	15.20	7	41,880.00	230.74	231.31
2	06/09/2023	13/09/2023	15.20	7	41,495.00	231.10	
3	06/09/2023	13/09/2023	15.20	7	42,035.00	231.60	
4	06/09/2023	13/09/2023	15.20	7	42,073.00	231.81	
5	06/09/2023	20/09/2023	15.20	14	44,300.00	244.08	244.46
6	06/09/2023	20/09/2023	15.20	14	44,466.00	244.99	
7	06/09/2023	20/09/2023	15.20	14	44,386.00	244.55	
8	06/09/2023	20/09/2023	15.20	14	44,327.00	244.23	
9	06/09/2023	04/10/2023	15.20	28	48,964.00	269.77	269.67
10	06/09/2023	04/10/2023	15.20	28	48,864.00	269.22	
11	06/09/2023	04/10/2023	15.20	28	48,984.00	269.88	
12	06/09/2023	04/10/2023	15.20	28	48,793.00	269.82	

Tabla XXXIV Resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) de  $175 \text{ kg/cm}^2$  a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental promedio (22°C)

Concreto elaborado a temperatura ambiental promedio (22°C)							
Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm.)	Edad (días)	Carga máx. en kg.	Resistencia máx. $\text{kg/cm}^2$	Resistencia Promedio $\text{kg/cm}^2$
1	04/10/2023	11/10/2023	15.20	7	36,680.00	202.09	202.57
2	04/10/2023	11/10/2023	15.20	7	36,845.00	203.00	
3	04/10/2023	11/10/2023	15.20	7	36,775.00	202.62	
4	04/10/2023	11/10/2023	15.20	7	36,772.00	202.60	
5	04/10/2023	18/10/2023	15.20	14	38,680.00	213.11	213.47
6	04/10/2023	18/10/2023	15.20	14	38,845.00	214.02	
7	04/10/2023	18/10/2023	15.20	14	38,762.00	213.56	
8	04/10/2023	18/10/2023	15.20	14	38,692.00	213.18	

9	04/10/2023	02/11/2023	15.20	28	43,672.00	240.62	241.18
10	04/10/2023	02/11/2023	15.20	28	43,901.00	241.88	
11	04/10/2023	02/11/2023	15.20	28	43,652.00	240.51	
12	04/10/2023	02/11/2023	15.20	28	43,872.00	241.72	

Tabla XXXV Resistencia a la compresión del concreto ( $f^c$ ) de 175 kg/cm<sup>2</sup> a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental promedio alta (30°C)

Concreto elaborado a temperatura ambiental alta (30°C)							
Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm.)	Edad (días)	Carga máx. en kg.	Resistencia máx. kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg/cm <sup>2</sup>
1	06/10/2023	13/10/2023	15.20	7	28,962.00	159.57	158.91
2	06/10/2023	13/10/2023	15.20	7	28,769.00	158.51	
3	06/10/2023	13/10/2023	15.20	7	28,941.00	159.45	
4	06/10/2023	13/10/2023	15.20	7	28,694.00	158.09	
5	06/10/2023	20/10/2023	15.20	14	30,844.00	169.94	169.78
6	06/10/2023	20/10/2023	15.20	14	30,770.00	169.53	
7	06/10/2023	20/10/2023	15.20	14	30,795.00	169.67	
8	06/10/2023	20/10/2023	15.20	14	30,851.00	169.98	
9	06/10/2023	03/11/2023	15.20	28	35,971.00	198.19	198.35
10	06/10/2023	03/11/2023	15.20	28	36,000.00	198.35	
11	06/10/2023	03/11/2023	15.20	28	36,102.00	198.91	
12	06/10/2023	03/11/2023	15.20	28	35,930.00	197.96	

- De la tabla XXXIII; el concreto elaborado en el turno noche a una temperatura ambiental promedio baja (14°C), se puede observar que la resistencia a los 28 días ( $f^c=269.82$  kg/cm<sup>2</sup>) supera a la resistencia especificada requerida ( $f^{cr}=245$  kg/cm<sup>2</sup>); en 24.82 kg/cm<sup>2</sup>.
- De la tabla XXXIV; el concreto elaborado en el turno mañana a una temperatura ambiental promedio (22°C), se puede observar que la resistencia a los 28 días ( $f^c=241.72$  kg/cm<sup>2</sup>) es inferior a la resistencia especificada requerida ( $f^{cr}=245$  kg/cm<sup>2</sup>); en 3.28 kg/cm<sup>2</sup>.
- De la tabla XXXV; el concreto elaborado en el turno tarde a una temperatura ambiental alta (30°C), se puede observar que la resistencia a los 28 días ( $f^c=197.96$  kg/cm<sup>2</sup>) es inferior a la resistencia especificada requerida ( $f^{cr}=245$  kg/cm<sup>2</sup>); en 47.24 kg/cm<sup>2</sup>.

Finalmente, para un concreto con  $f^c=175$  kg/cm<sup>2</sup> y con  $f^{cr}=245$  kg/cm<sup>2</sup>; se aprecia que a mayor temperatura ambiental menor es la resistencia a la compresión del concreto y viceversa.

Tabla XXXVI Resistencia a la compresión del concreto ( $f^c$ ) de 210 kg/cm<sup>2</sup> a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental promedio baja (14°C)

Concreto elaborado a temperatura ambiental baja (14°C)							
Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm.)	Edad (días)	Carga máx. en kg.	Resistencia máx. kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg/cm <sup>2</sup>
1	06/09/2023	13/09/2023	15.20	7	48,145.00	265.26	265.22
2	06/09/2023	13/09/2023	15.20	7	48,083.00	264.98	
3	06/09/2023	13/09/2023	15.20	7	48,191.00	265.52	
4	06/09/2023	13/09/2023	15.20	7	48,122.00	265.13	
5	06/09/2023	20/09/2023	15.20	14	50,044.00	275.72	275.92
6	06/09/2023	20/09/2023	15.20	14	50,092.00	275.99	
7	06/09/2023	20/09/2023	15.20	14	50,080.00	275.92	

8	06/09/2023	20/09/2023	15.20	14	50,101.00	276.04	303.52
9	06/09/2023	04/10/2023	15.20	28	55,093.00	303.54	
10	06/09/2023	04/10/2023	15.20	28	55,194.00	304.10	
11	06/09/2023	04/10/2023	15.20	28	54,976.00	302.90	
12	06/09/2023	04/10/2023	15.20	28	55,092.00	303.54	

Tabla XXXVII Resistencia a la compresión del concreto ( $f^c$ ) de 210 kg/cm<sup>2</sup> a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura promedio (22°C)

Concreto elaborado a temperatura ambiental promedio (22°C)							
Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm.)	Edad (días)	Carga máx. en kg.	Resistencia máx. kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg/cm <sup>2</sup>
1	04/10/2023	11/10/2023	15.20	7	42,945.00	236.61	236.63
2	04/10/2023	11/10/2023	15.20	7	42,981.00	236.81	
3	04/10/2023	11/10/2023	15.20	7	42,894.00	236.33	
4	04/10/2023	11/10/2023	15.20	7	42,973.00	236.77	
5	04/10/2023	18/10/2023	15.20	14	44,954.00	247.68	247.63
6	04/10/2023	18/10/2023	15.20	14	44,869.00	247.21	
7	04/10/2023	18/10/2023	15.20	14	45,001.00	247.94	
8	04/10/2023	18/10/2023	15.20	14	44,960.00	247.71	
9	04/10/2023	02/11/2023	15.20	28	49,937.00	275.13	274.8
10	04/10/2023	02/11/2023	15.20	28	50,044.00	275.72	
11	04/10/2023	02/11/2023	15.20	28	49,733.00	274.01	
12	04/10/2023	02/11/2023	15.20	28	49,795.00	274.35	

Tabla XXXVIII Resistencia a la compresión del concreto ( $f^c$ ) de 210 kg/cm<sup>2</sup> a edades de 7, 14 y 28 días a temperatura ambiental alta (30°C)

Concreto elaborado a temperatura ambiental alta (30°C)							
Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm.)	Edad (días)	Carga máx. en kg.	Resistencia máx. kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg/cm <sup>2</sup>
1	06/10/2023	13/10/2023	15.20	7	35,234.00	194.13	194.19
2	06/10/2023	13/10/2023	15.20	7	35,339.00	194.71	
3	06/10/2023	13/10/2023	15.20	7	35,216.00	194.03	
4	06/10/2023	13/10/2023	15.20	7	25,192.00	193.90	
5	06/10/2023	20/10/2023	15.20	14	37,164.00	204.76	205.03
6	06/10/2023	20/10/2023	15.20	14	37,225.00	205.10	
7	06/10/2023	20/10/2023	15.20	14	37,210.00	205.01	
8	06/10/2023	20/10/2023	15.20	14	37,256.00	205.27	
9	06/10/2023	03/11/2023	15.20	28	42,288.00	232.99	232.61
10	06/10/2023	03/11/2023	15.20	28	42,313.00	232.13	
11	06/10/2023	03/11/2023	15.20	28	42,260.00	232.84	
12	06/10/2023	03/11/2023	15.20	28	42,196.00	232.48	

- De la tabla XXXVI; el concreto elaborado en el turno noche a una temperatura ambiental baja (14°C), se puede observar que la resistencia a los 28 días ( $f^c=303.54$  kg/cm<sup>2</sup>) supera a la resistencia especificada requerida ( $f^c_{cr}=280$  kg/cm<sup>2</sup>); en 23.54 kg/cm<sup>2</sup>.

- De la tabla XXXVII; el concreto elaborado en el turno mañana a una temperatura ambiental promedio (22°C), se puede observar que la resistencia a los 28 días ( $f'c=274.35 \text{ kg/cm}^2$ ) es inferior a la resistencia especificada requerida ( $f'cr=280 \text{ kg/cm}^2$ ); en  $5.65 \text{ kg/cm}^2$ .
- De la tabla XXXVIII; el concreto elaborado en el turno tarde a una temperatura ambiental alta (30°C), se puede observar que la resistencia a los 28 días ( $f'c=232.48 \text{ kg/cm}^2$ ) es inferior a la resistencia especificada requerida ( $f'cr=280 \text{ kg/cm}^2$ ); en  $47.52 \text{ kg/cm}^2$ .

Finalmente, para un concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y con  $f'cr=280 \text{ kg/cm}^2$ ; se aprecia que a mayor temperatura ambiental menor es la resistencia a la compresión del concreto y viceversa.

### 3.4.12.2. Resultados de la comparación del Módulo de Rotura (fr) del concreto a los 28 días

De acuerdo a [5] se indica la siguiente fórmula para calcular el Módulo de Rotura (fr) del concreto a los 28 días:

$$f_r = 2\sqrt{f'c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Donde:

Fr=Modulo de Rotura del Concreto a los 28 días (kg/cm<sup>2</sup>)

f'c=resistencia a la compresión del concreto a los 28 días (kg/cm<sup>2</sup>)

Tabla XXXIX Módulo de rotura (fr) de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a edades de 28 días a temperatura ambiental baja (14°C)

Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Resistencia máx. kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Rotura kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Rotura Promedio kg/cm <sup>2</sup>
9	06/09/2023	04/10/2023	269.77	32.85	32.84
10	06/09/2023	04/10/2023	269.22	32.82	
11	06/09/2023	04/10/2023	269.88	32.86	
12	06/09/2023	04/10/2023	269.82	32.85	

Tabla XL Módulo de rotura (fr) de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a edades de 28 días a temperatura ambiental promedio (22°C)

Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Resistencia máx. kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Rotura kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Rotura Promedio kg/cm <sup>2</sup>
9	04/10/2023	02/11/2023	240.62	31.02	31.06
10	04/10/2023	02/11/2023	241.88	31.10	
11	04/10/2023	02/11/2023	240.51	31.02	
12	04/10/2023	02/11/2023	241.72	31.09	

Tabla XLI Módulo de rotura (fr) de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a edades de 28 días a temperatura ambiental alta (30°C)

Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Resistencia máx. kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Rotura kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Rotura Promedio kg/cm <sup>2</sup>
9	06/10/2023	03/11/2023	198.19	28.15	28.16
10	06/10/2023	03/11/2023	198.35	28.17	
11	06/10/2023	03/11/2023	198.91	28.21	
12	06/10/2023	03/11/2023	197.66	28.12	

➤ De la tabla XXXIX y XL; el concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  elaborado en el turno noche a una temperatura ambiental promedio baja ( $14^\circ\text{C}$ ), se puede observar que el módulo de rotura a los 28 días ( $fr=32.84\text{ kg/cm}^2$ ) supera al Módulo de Rotura a temperatura promedio  $22^\circ\text{C}$  ( $fr=31.06\text{ kg/cm}^2$ ) en  $1.78\text{ kg/cm}^2$ .

➤ De la tabla XXXIX y XLI; el concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  elaborado en el turno noche a una temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ), se puede observar que el módulo de rotura a los 28 días ( $fr=32.84\text{ kg/cm}^2$ ) supera al Módulo de Rotura a temperatura alta  $30^\circ\text{C}$  ( $fr=28.16\text{ kg/cm}^2$ ) en  $4.68\text{ kg/cm}^2$ .

Tabla XLII Módulo de rotura ( $fr$ ) de concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  a edades de 28 días a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Resistencia máx. $\text{kg/cm}^2$	Módulo de Rotura $\text{kg/cm}^2$	Módulo de Rotura Promedio $\text{kg/cm}^2$
9	06/10/2023	04/10/2023	303.54	34.84	34.84
10	06/10/2023	04/10/2023	304.10	34.88	
11	06/10/2023	04/10/2023	302.90	34.81	
12	06/10/2023	04/10/2023	303.53	34.84	

Tabla XLIII Módulo de rotura ( $fr$ ) de concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  a edades de 28 días a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Resistencia máx. $\text{kg/cm}^2$	Módulo de Rotura $\text{kg/cm}^2$	Módulo de Rotura Promedio $\text{kg/cm}^2$
9	04/10/2023	02/11/2023	275.13	33.17	33.15
10	04/10/2023	02/11/2023	275.72	33.21	
11	04/10/2023	02/11/2023	274.01	33.11	
12	04/10/2023	02/11/2023	274.35	33.13	

Tabla XLIV Módulo de rotura ( $fr$ ) de concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  a edades de 28 días a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

Código	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Resistencia máx. $\text{kg/cm}^2$	Módulo de Rotura $\text{kg/cm}^2$	Módulo de Rotura Promedio $\text{kg/cm}^2$
9	06/10/2023	03/11/2023	232.99	30.53	30.50
10	06/10/2023	03/11/2023	232.13	30.47	
11	06/10/2023	03/11/2023	232.84	30.52	
12	06/10/2023	03/11/2023	232.48	30.49	

➤ De la tabla XLII y XLIII; el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  elaborado en el turno noche a una temperatura ambiental promedio baja ( $14^\circ\text{C}$ ), se puede observar que el módulo de rotura a los 28 días ( $fr=34.84\text{ kg/cm}^2$ ) supera al Módulo de Rotura a temperatura promedio  $22^\circ\text{C}$  ( $fr=33.15\text{ kg/cm}^2$ ) en  $1.69\text{ kg/cm}^2$ .

➤ De la tabla XLIII y XLIV; el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  elaborado en el turno noche a una temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ), se puede observar que el módulo de rotura a los 28 días ( $fr=34.84\text{ kg/cm}^2$ ) supera al Módulo de Rotura a temperatura alta  $30^\circ\text{C}$  ( $fr=30.50\text{ kg/cm}^2$ ) en  $4.34\text{ kg/cm}^2$ .

Por lo cual, de acuerdo a estas tablas se demuestra que a mayor temperatura ambiental menor es la resistencia a la tracción del concreto (Modulo de Rotura) y viceversa.

### 3.5. Prueba de hipótesis

Para la prueba de hipótesis se utiliza:

#### a) Datos preliminares

**Para realizar la prueba de hipótesis se utiliza:**

Número de muestras (n) = 3

$$\text{Media Muestral } (\bar{X}) = \left(\frac{\sum X_i}{n}\right)$$

$$\text{Media Muestral } = s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

#### b) Formulación estadística de hipótesis

$$H_0: u_1 \leq u_2 \leq u_3$$

$$H_1: u_1 > u_2 > u_3$$

Si:  $t_p \geq t$  entonces se rechaza  $H_0$

Donde u es la propiedad a analizar del concreto estructural.

$u_1 \geq$  Concreto elaborado a temperatura baja (patrón)

$u_2 \geq$  Concreto elaborado a temperatura promedio

$u_3 \geq$  Concreto elaborado a temperatura alta

Corresponde indicar que se elige el concreto elaborado a temperatura baja como patrón dado que según antecedentes internacionales como Maroua Saide, Kazem Jadidi y Moisés Karakouzian [6], indican que el concreto fabricado a una temperatura de 20°C ofrece una mejor resistencia que el concreto elaborado a una temperatura ambiental de 30°C; concluyen que la resistencia lograda del concreto elaborado a 30°C tiene una pérdida de 25 kg/cm<sup>2</sup> con respecto al concreto elaborado a una temperatura ambiental de 20°C.

#### c) Nivel de significancia

Para proyectos de investigación el valor de significación es de  $\alpha = 5\% = 0.05$  (Gamboa, 2017).

De acuerdo a la tabla estadística se obtiene  $t=2.3534$  (positivo).

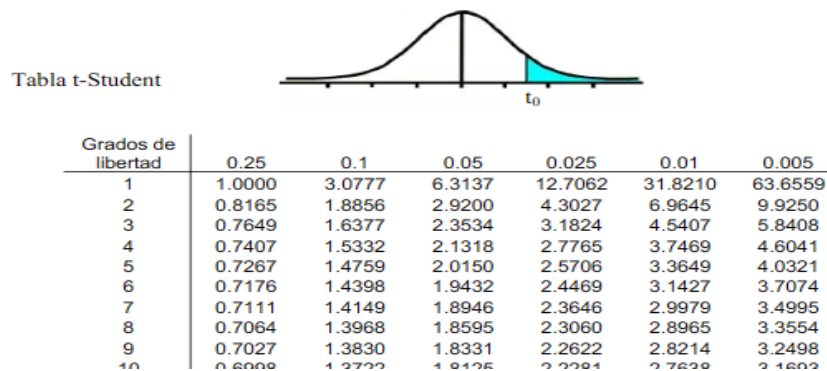


Figura 38 Tabla de distribución para prueba t-student

**d) Cálculo de Prueba t-student con n1 + n2 grados de libertad**

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad ; \quad t_p = \frac{(x_2-x_1)}{(S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}})}$$

**3.5.1. Prueba de hipótesis de la temperatura del concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> elaborado a temperatura ambiental baja (14°C) respecto a la temperatura del concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> elaborado a temperatura ambiental promedio (22°C) y alta (30°C).**

Tabla XLV Datos preliminares para la prueba de hipótesis de temperatura del concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup>

Descripción	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2
	Concreto f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> a Temperatura ambiental baja (14°C)	Concreto f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> a Temperatura ambiental promedio (22°C)	Concreto f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> a Temperatura ambiental alta (30°C)
Numero de muestra (n)	3	3	3
Media muestral (X)	22.3	28.5	35.3
Desviación Estándar	0.20	0.20	0.2

➤ Para concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> a temperatura ambiental promedio (22°C)

x<sub>1</sub>: Concreto Patrón f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> a temperatura ambiental baja (14°C)

x<sub>2</sub>: Concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> a temperatura ambiental promedio (22°C)

H<sub>0</sub>: x<sub>1</sub> ≤ x<sub>2</sub>

H<sub>1</sub>: x<sub>1</sub> > x<sub>2</sub>

Si t<sub>p</sub> ≥ t; entonces se rechaza H<sub>0</sub>

S<sub>p</sub>=0.20

t<sub>p</sub>=37.97

t=2.3534

37.97 > 2.3534 “Se rechaza H<sub>0</sub>”

Se concluye que el concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> elaborado a temperatura ambiental promedio (22°C) a un concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> elaborado a temperatura ambiental baja (14°C) presenta una temperatura incrementa la temperatura interna del concreto.

➤ Para concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> a temperatura ambiental alta (30°C)

x<sub>1</sub>: Concreto Patrón f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> a temperatura ambiental baja (14°C)

x<sub>2</sub>: Concreto f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> a temperatura ambiental alta (30°C)

H<sub>0</sub>: x<sub>1</sub> ≤ x<sub>2</sub>

H<sub>1</sub>: x<sub>1</sub> > x<sub>2</sub>

Si t<sub>p</sub> ≥ t; entonces se rechaza H<sub>0</sub>

$$S_p=0.20$$

$$t_p=79.60$$

$$t=2.3534$$

79.60 > 2.3534 "Se rechaza  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) a un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta una mayor temperatura interna del concreto.

### 3.5.2. Prueba de hipótesis de la temperatura del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto a la temperatura del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ).

Tabla XLVI Datos preliminares para la prueba de hipótesis de temperatura del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2
	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )
Numero de muestra (n)	3	3	3
Media muestral (X)	23.4	27.3	34.4
Desviación Estándar	0.20	0.16	0.16

➤ Para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$$H_0: x_1 \leq x_2$$

$$H_1: x_1 > x_2$$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$$S_p=0.18$$

$$t_p=26.54$$

$$t=2.3534$$

26.54 > 2.3534 "Se rechaza  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) respecto a un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta una mayor temperatura interna del concreto.

➤ Para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$$H_0: x_1 \leq x_2$$

$$H_1: x_1 > x_2$$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$$S_p = 0.18$$

$$t_p = 79.60$$

$$t = 2.3534$$

$74.85 > 2.3534$  "Se rechaza  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) a un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta una mayor temperatura interna del concreto.

### 3.5.3. Prueba de hipótesis del asentamiento (slump) del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al asentamiento (slump) del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ).

Tabla XLVII Datos preliminares para la prueba de hipótesis del slump del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2
	Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )
Numero de muestra (n)	3	3	3
Media muestral (X)	4.3	3.2	2.3
Desviación Estándar	0.29	0.29	0.29

➤ Para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$$H_0: x_1 \leq x_2$$

$$H_1: x_1 > x_2$$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$$S_p = 0.29$$

$$t_p = -4.64$$

$$t = 2.3534$$

$-4.64 < 2.3534$  "Se acepta  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor asentamiento del concreto (slump).

➤ Para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$H_0: x_1 \leq x_2$

$H_1: x_1 > x_2$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$S_p=0.29$

$t_p=-8.45$

$t=2.3534$

$-8.45 < 2.3534$  "Se acepta  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor asentamiento del concreto (slump).

**3.5.4. Prueba de hipótesis del asentamiento (slump) del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al asentamiento (slump) del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ).**

Tabla XLVIII Datos preliminares para la prueba de hipótesis del slump del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2
	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )
Numero de muestra (n)	3	3	3
Media muestral (X)	4.2	3.2	2.3
Desviación Estándar	0.29	0.29	0.29

➤ Para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$H_0: x_1 \leq x_2$

$H_1: x_1 > x_2$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$S_p=0.29$

$t_p=-4.22$

$t=2.3534$

$-4.22 < 2.3534$  "Se acepta  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor asentamiento del concreto (slump).

➤ Para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$H_0: x_1 \leq x_2$

$H_1: x_1 > x_2$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$S_p=0.29$

$t_p=-8.45$

$t=2.3534$

$-8.02 < 2.3534$  “Se acepta  $H_0$ ”

Se concluye que el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor asentamiento del concreto (slump).

**3.5.5. Prueba de hipótesis del peso unitario del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al peso unitario del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ).**

Tabla XLIX Datos preliminares para la prueba de hipótesis del peso unitario del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2
	Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )
Numero de muestra (n)	3	3	3
Media muestral (X)	2,311.7	2,265.9	1,864.7
Desviación Estándar	1.39	5.61	7.96

➤ Para concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$H_0: x_1 \leq x_2$

$H_1: x_1 > x_2$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$S_p=4.09$

$t_p=-13.71$

$$t=2.3514$$

-13.71 < 2.3514 “Se acepta  $H_0$ ”

Se concluye que el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor peso unitario del concreto.

➤ Para concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x$ : Concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$$H_0: x_1 \leq x_2$$

$$H_1: x_1 > x_2$$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$$S_p=5.71$$

$$t_p=-95.80$$

$$t=2.3514$$

-95.80 < 2.3514 “Se acepta  $H_0$ ”

Se concluye que el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor peso unitario del concreto.

### 3.5.6. Prueba de hipótesis del peso unitario del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al peso unitario del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ).

Tabla L Datos preliminares para la prueba de hipótesis del peso unitario del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2
	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )
Numero de muestra (n)	3	3	3
Media muestral (X)	2,502.5	2,312.7	2,191.1
Desviación Estándar	3.43	1.56	1.14

➤ Para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$$H_0: x_1 \leq x_2$$

$$H_1: x_1 > x_2$$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$$S_p=2.66$$

$$t_p=-13.71$$

$$t=2.3514$$

-87.39 < 2.3514 "Se acepta  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor peso unitario del concreto.

➤ Para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$$H_0: x_1 \leq x_2$$

$$H_1: x_1 > x_2$$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$$S_p=2.55$$

$$t_p=-149.56$$

$$t=2.3514$$

-149.56 < 2.3514 "Se acepta  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor peso unitario del concreto.

### 3.5.7. Prueba de hipótesis del contenido del contenido de aire (%) del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al contenido de aire del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ).

Tabla LI Datos preliminares para la prueba de hipótesis del contenido de aire del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2
	Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )
Numero de muestra (n)	3	3	3
Media muestral (X)	2.4	2.2	2.2
Desviación Estándar	0.12	0.20	0.10

➤ Para concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$$H_0: x_1 \leq x_2$$

$$H_1: x_1 > x_2$$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$$S_p = 0.16$$

$$t_p = -1.53$$

$$t = 2.3514$$

$-1.53 < 2.3514$  "Se acepta  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor contenido de aire.

➤ Para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$$H_0: x_1 \leq x_2$$

$$H_1: x_1 > x_2$$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$$S_p = 0.11$$

$$t_p = -2.22$$

$$t = 2.3514$$

$-2.22 < 2.3514$  "Se acepta  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor contenido de aire.

### 3.5.8. Prueba de hipótesis del contenido del contenido de aire (%) del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto al contenido de aire del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ).

Tabla LII Datos preliminares para la prueba de hipótesis del contenido de aire del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2
	Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )
Numero de muestra (n)	3	3	3
Media muestral (X)	2.5	2.1	2.2
Desviación Estándar	0.10	0.12	0.10

➤ Para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$H_0: x_1 \leq x_2$

$H_1: x_1 > x_2$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$S_p=0.11$

$t_p=-4.45$

$t=2.3514$

$-4.45 < 2.3514$  "Se acepta  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor contenido de aire.

➤ Para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$H_0: x_1 \leq x_2$

$H_1: x_1 > x_2$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$S_p=0.10$

$t_p=-3.67$

$t=2.3514$

$-3.67 < 2.3514$  "Se acepta  $H_0$ "

Se concluye que el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta un menor contenido de aire.

### 3.5.9. Prueba de hipótesis de la resistencia del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto a la resistencia del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ).

Tabla LIII Datos preliminares para la prueba de hipótesis de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2
	Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )	Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a Temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )
Numero de muestra (n)	3	3	3
Media muestral (X)	269.67	241.18	198.35
Desviación Estándar	0.36	0.79	0.41

➤ Para concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto Patrón  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ )

$H_0: x_1 \leq x_2$

$H_1: x_1 > x_2$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$S_p=0.61$

$t_p=-57.20$

$t=2.3514$

$-57.20 < 2.3514$  “Se acepta  $H_0$ ”

Se concluye que el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta una menor resistencia a la compresión ( $f'c$ ) del concreto.

➤ Para concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )

$x_2$ : Concreto Patrón  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ )

$H_0: x_1 \leq x_2$

$H_1: x_1 > x_2$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$S_p=0.39$

$t_p=-223.97$

$t=2.3514$

$-223.97 < 2.3514$  “Se acepta  $H_0$ ”

Se concluye que el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) con respecto a un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) presenta una menor resistencia a la compresión ( $f'c$ ) del concreto.

**3.5.10. Prueba de hipótesis de la resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) respecto a la resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ).**

Tabla LIV Datos preliminares para la prueba de hipótesis de la resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 2
	Concreto	Concreto	Concreto $f'c=210$
Descripción	$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a	$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a	$\text{kg/cm}^2$ a
	Temperatura	Temperatura	Temperatura
	ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ )		

		ambiental promedio (22°C)	ambiental alta (30°C)
Numero de muestra (n)	3	3	3
Media muestral (X)	303.52	274.80	232.61
Desviación Estándar	0.60	0.90	0.46

➤ Para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio (22°C)

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja (14°C)

$x_2$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental promedio (22°C)

$H_0: x_1 \leq x_2$

$H_1: x_1 > x_2$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$S_p=0.76$

$t_p=-46.28$

$t=2.3514$

$-46.28 < 2.3514$  “Se acepta  $H_0$ ”

Se concluye que el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio (22°C) con respecto a un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja (14°C) presenta una menor resistencia a la compresión ( $f'c$ ) del concreto.

➤ Para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta (30°C)

$x_1$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental baja (14°C)

$x_2$ : Concreto Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a temperatura ambiental alta (30°C)

$H_0: x_1 \leq x_2$

$H_1: x_1 > x_2$

Si  $t_p \geq t$ ; entonces se rechaza  $H_0$

$S_p=0.53$

$t_p=-163.86$

$t=2.3514$

$-163.86 < 2.3514$  “Se acepta  $H_0$ ”

Se concluye que el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental alta (30°C) con respecto a un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja (14°C) presenta una menor resistencia a la compresión ( $f'c$ ) del concreto.

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Del diseño con  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  considerando en la resistencia a la compresión requerida del 10% del  $f'c$  se obtiene una  $a/c$  igual a 0.72 mientras que en el concreto elaborada con una adición de  $70 \text{ kg/cm}^2$  se obtiene una  $a/c$  igual a 0.65; lo cual indica que ajustando nuestro diseño a un 10% se obtiene una mayor relación  $a/c$ ; pero esto no modificará la incidencia ambiental en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.
- De acuerdo a la Tabla XXIV y XXV las losas elaboradas a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) para un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  presenta la clasificación de fisura mientras que las losas elaboradas a temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presenta la clasificación de microfisura; igual resultado se evidencia para el concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .
- De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla XXVIII se observa que la temperatura del agregado fino y grueso está relacionada con la temperatura ambiental, a mayor temperatura ambiental mayor temperatura del agregado y viceversa, el cual coincide con la investigación realizada por realizada por M. Cubas [9], quien toma la temperatura de los agregados expuestos a diferentes temperaturas ambiental, lo cual la hipótesis de la investigación, tiene resultado positivo.
- De acuerdo con la prueba de hipótesis el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presenta una temperatura interna del concreto fresco mayor con respecto al concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ); tal como se verifica en los resultados de los ensayos realizados según NTP 339.184 [33] y en la figura 39, el cual coincide con la investigación realizada por realizada por M. Cubas [9], quien elabora probetas de concreto expuesta a diferentes temperaturas ambientales, lo cual la hipótesis de la investigación, tiene resultado positivo.

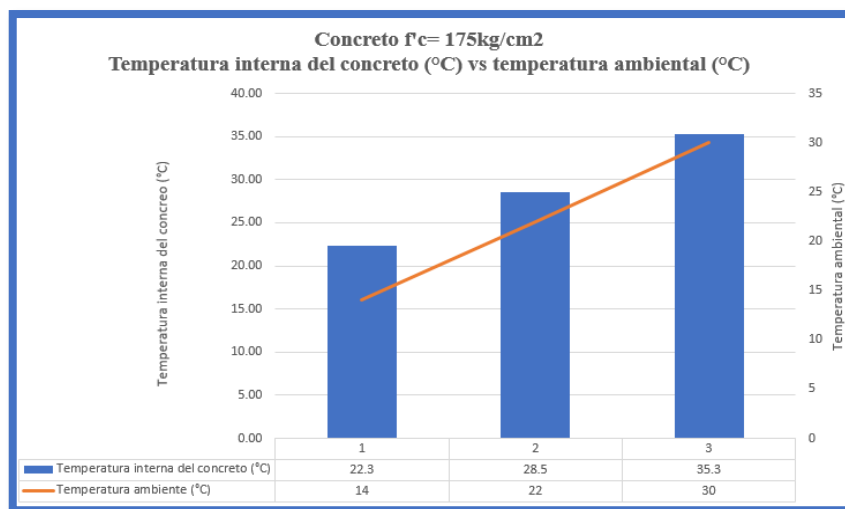


Figura 39 Comparación de la temperatura interna del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  con la temperatura ambiental.

- De acuerdo con la prueba de hipótesis el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presenta una temperatura interna del concreto mayor con respecto al concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ), tal como se verifica en los resultados de los ensayos realizados según NTP 339.184 [33] y en la figura 40, el cual coincide con la investigación realizada por realizada por M. Cubas [9], el cual coincide con la investigación realizada por realizada por M. Cubas [9], quien elabora probetas de concreto expuesta a diferentes temperaturas ambientales, lo cual la hipótesis de la investigación, tiene resultado positivo.

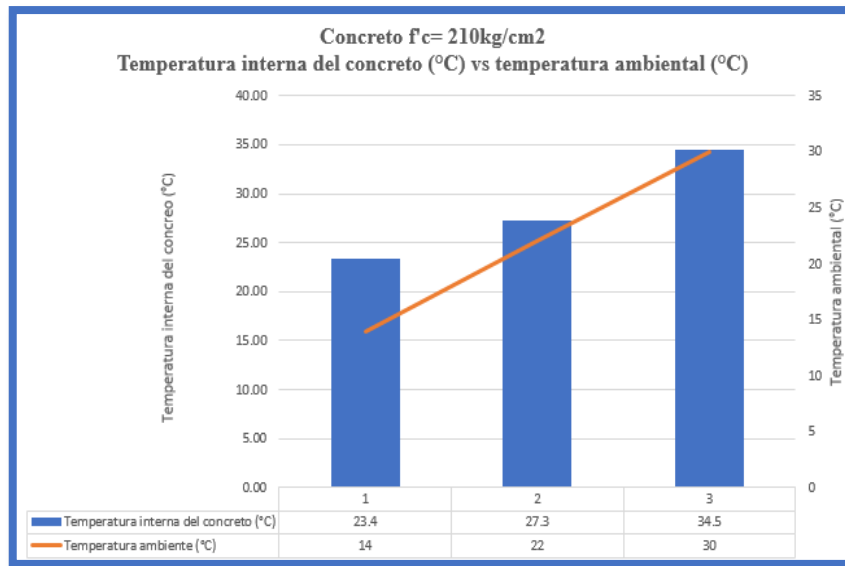


Figura 40 Comparación de la temperatura interna del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con la temperatura ambiental.

- De acuerdo con la prueba de hipótesis el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presenta un slump menor al concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ), tal como se verifica en los resultados de los ensayos realizados según NTP 339.035 [28] y en la figura 41. Además, se cumple con el objetivo de que la temperatura ambiental incide en esta propiedad lo cual coincide con la investigación realizada por M. Cubas [9]; el cual coincide con la investigación realizada por realizada por M. Cubas [9], quien realiza la prueba del slump del concreto expuesta a diferentes temperaturas ambientales, por lo cual la hipótesis de la investigación, tiene un resultado positivo.

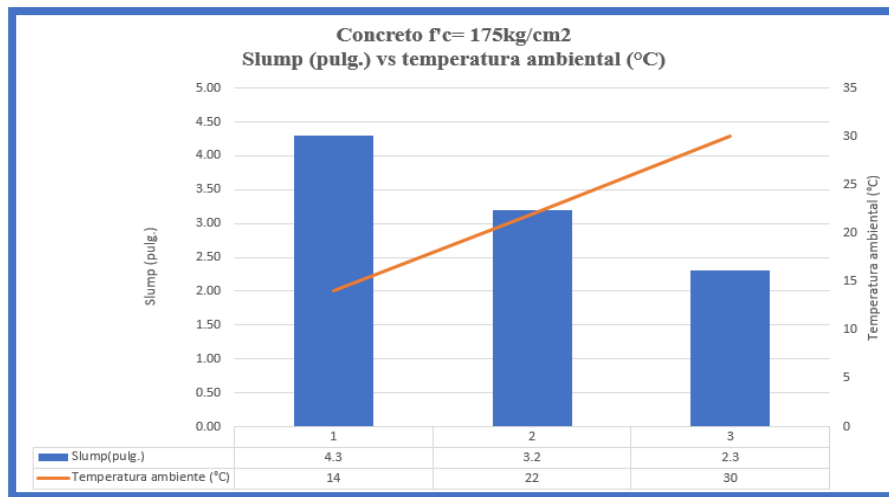


Figura 41 Comparación del asentamiento (slump) del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  con la temperatura ambiental.

- De acuerdo con la prueba de hipótesis el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presenta un slump menor al concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ), tal como se verifica en los resultados de los ensayos realizados según NTP 339.035 [28] y en la figura 42. Además, se cumple con el objetivo de que la temperatura ambiental incide en esta propiedad lo cual coincide con la investigación realizada por M. Cubas [9]; quien realiza la prueba del slump del concreto expuesta a diferentes temperaturas ambientales, por lo cual la hipótesis de la investigación, tiene un resultado positivo.

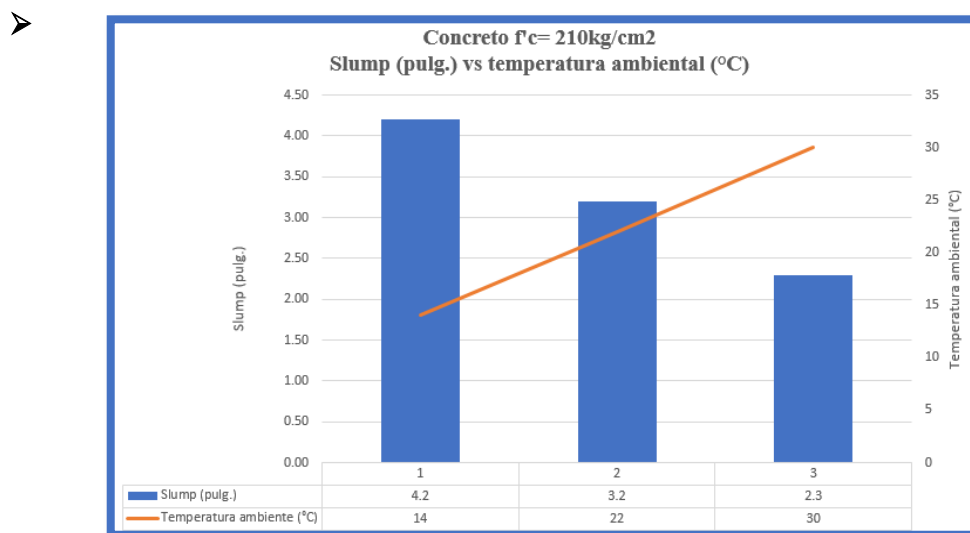


Figura 42 Comparación del asentamiento del concreto (slump)  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con la temperatura ambiental.

- De acuerdo con la prueba de hipótesis el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presenta un peso unitario menor al concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) tal como se verifica en los resultados

de los ensayos realizados según NTP 339.046 [29] y en la figura 43, por lo tanto, la presente hipótesis tiene un resultado positivo.

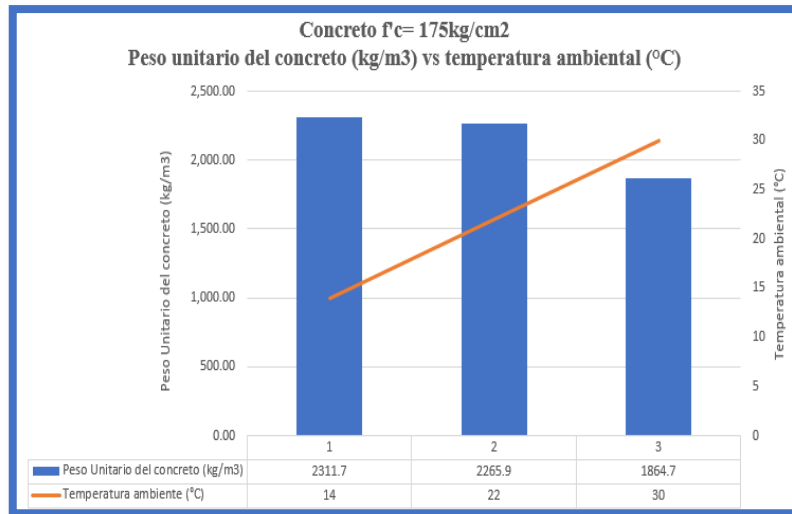


Figura 43 Comparación del peso unitario del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  con la temperatura ambiental.

- De acuerdo con la prueba de hipótesis el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presenta un peso unitario menor al concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) tal como se verifica en los resultados de los ensayos realizados según NTP 339.046 [29] y en la figura 44, por lo tanto, la presente hipótesis tiene un resultado positivo.

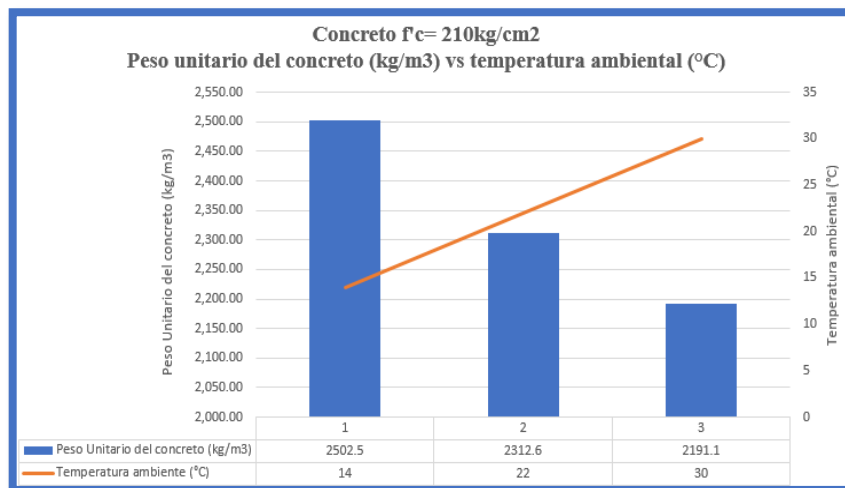


Figura 44 Comparación del peso unitario del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con la temperatura ambiental.

- De acuerdo con la prueba de hipótesis el concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presenta un menor porcentaje de contenido de aire con respecto al concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ), tal

como se verifica en los resultados de los ensayos realizados según NTP 339.083 [30], por tanto, la presente hipótesis tiene un resultado positivo.

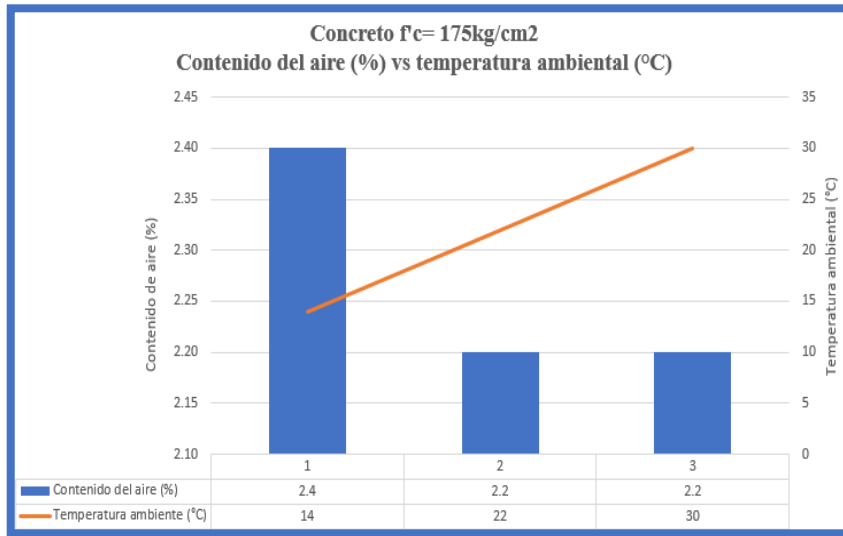


Figura 45 Comparación del contenido de aire del concreto  $f'c=175\text{ kg/cm}^2$  con la temperatura ambiental.

- De acuerdo con la prueba de hipótesis el concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presenta un menor porcentaje de contenido de aire con respecto al concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ), tal como se verifica en los resultados de los ensayos realizados según NTP 339.083 [30], por lo tanto, la presente hipótesis tiene un resultado positivo.

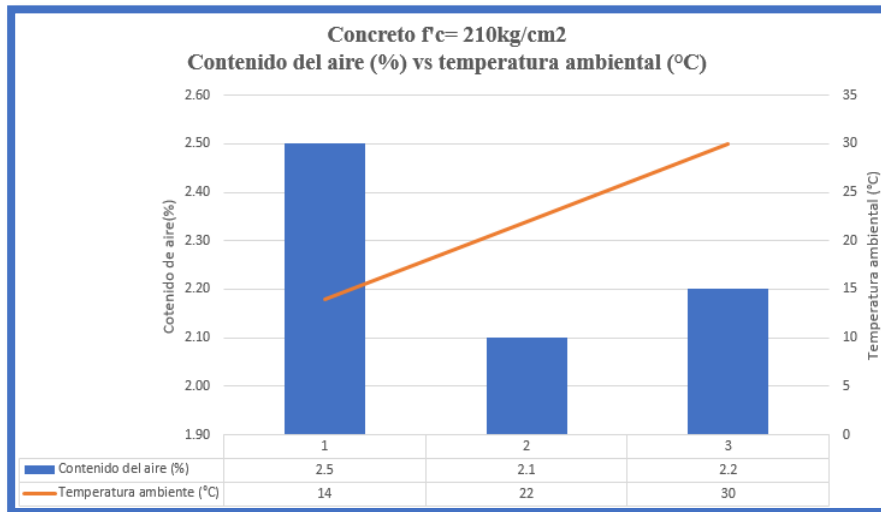


Figura 46 Comparación del contenido de aire del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  con la temperatura ambiental.

- De acuerdo con la prueba de hipótesis el concreto  $f'c=175\text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) y alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presenta una menor resistencia a la compresión con respecto al concreto  $f'c=175\text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ), tal como se verifica en los resultados de los ensayos realizados según NTP 339.034 [32], y en la figura

47. Además, se cumple con el objetivo de que la temperatura ambiental incide en esta propiedad, el cual coincide con la investigación realizada por M. Cubas [9]; quien elabora 192 probetas de concreto, tomando la resistencia a compresión del concreto a edades de 7, 14 y 28 días, por lo cual la hipótesis de la investigación, tiene un resultado positivo.

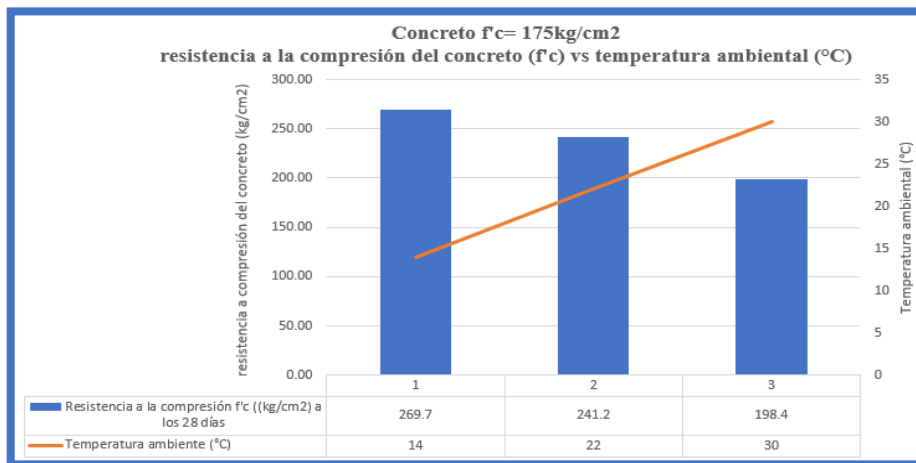


Figura 47 Comparación de la resistencia a compresión del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días con la temperatura ambiental.

➤ De acuerdo con la prueba de hipótesis el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental promedio ( $22^{\circ}\text{C}$ ) y alta ( $30^{\circ}\text{C}$ ) presenta una menor resistencia a la compresión con respecto al concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado a temperatura ambiental baja ( $14^{\circ}\text{C}$ ), tal como se verifica en los resultados de los ensayos realizados según NTP 339.034 [32], y en la figura 48. Además, se cumple con el objetivo de que la temperatura ambiental incide en esta propiedad, el cual coincide con la investigación realizada por M. Cubas [9]; quien elabora 192 probetas de concreto, tomando la resistencia a compresión del concreto a edades de 7, 14 y 28 días, por lo cual la hipótesis de la investigación, tiene un resultado positivo.

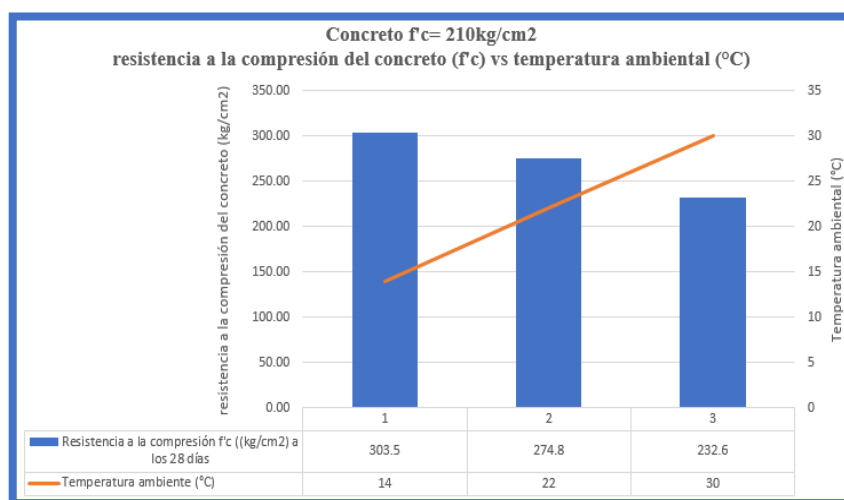


Figura 48 Comparación de la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días con la temperatura ambiental.

## V. CONCLUSIONES

- El diseño de mezcla se empleó el Método del ACI 211, para el concreto de  $175 \text{ kg/cm}^2$  adicionando un 10% del  $f'c$  para la resistencia requerida de diseño, se obtiene una a/c igual a 0.72, mientras que adicionando un factor de seguridad de 70  $\text{kg/cm}^2$  se obtiene una a/c de 0.65. Se utilizó el agregado fino de la Cantera Palomino ya que posee un Módulo de Fineza de 2.98 y se aproxima al requerimiento granulométrico indicada en la Norma Técnica Peruana 400.037; para el agregado grueso se utilizó material proveniente de la Cantera Palomino; ya que de acuerdo al Ensayo de Resistencia a la Abrasión Maquina Los Ángeles nos indica que la calificación del agregado grueso es excelente.
- Las losas elaboradas a una temperatura ambiental promedio alta ( $30^\circ\text{C}$ ) presentaron mayores fisuras y espesores lo que las clasifican como macrofisuras mientras que las losas elaboradas a una temperatura ambiental promedio ( $22^\circ\text{C}$ ) presentan menor cantidad y espesor de fisuras; lo cual le da una clasificación a la losa de fisura.
- La temperatura ambiental incide en la temperatura del agregado fino y grueso, ya que se demostró que, a mayor temperatura ambiental, se obtiene mayor temperatura de los agregados.
- La temperatura interna del concreto fresco alcanzó los  $35.3^\circ\text{C}$  en promedio cuando el concreto se elaboró en horario tarde a una temperatura ambiental de  $30^\circ\text{C}$ ; en cambio en la noche a una temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ), se alcanzó una temperatura interna del concreto de  $22.3^\circ\text{C}$  en promedio, lo cual demuestra que a mayor temperatura ambiental al momento de la elaboración del concreto se obtiene mayor temperatura interna del concreto,
- Para un concreto con  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , se consiguió un slump de 2.3" cuando se elaboró a una temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ), mientras a una temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) se obtuvo un asentamiento de 4.2", lo cual evidencia que a mayor temperatura ambiental menor es el asentamiento del concreto y viceversa; similar comportamiento presenta el concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ; mientras que para el peso unitario del concreto elaborado a una temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) es  $1,864.7 \text{ kg/cm}^2$  en promedio, mientras que a una temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) es  $2,311.7 \text{ kg/cm}^2$ ; lo cual refleja que a menor temperatura ambiental mayor es el peso unitario del concreto y viceversa; el mismo comportamiento presenta el concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
- Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días para un concreto con  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ ; a una temperatura ambiental baja ( $14^\circ\text{C}$ ) se consiguió una  $f'c=269,67 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de ensayo, mientras que a una temperatura ambiental alta ( $30^\circ\text{C}$ ) se consiguió un  $f'c=198.35 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual evidencia que a menor temperatura ambiental mayor es la resistencia a la compresión del concreto obtenida a los 28 días de ensayo y viceversa; similar comportamiento presento el concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar el diseño de mezcla aplicando el porcentaje adicional de 10% adicional; ya que se obtendrá la misma resistencia requerida con menor cantidad de cemento con respecto al concreto diseñado con un factor de seguridad de 70 kg/cm<sup>2</sup>; los controles y calidad del concreto deberá ser supervisado por el especialista correspondiente afín de alcanzar las propiedades requeridas. No se recomienda el uso de arena de río ya que posee un módulo de fineza de 2.00; lo cual es menor a lo requerido en la NTP 400.037.
- Se recomienda que las losas de concreto sean elaboradas a una temperatura ambiental promedio (22°C) o generar un ambiente adecuado en donde la estructura se aisle de los cambios térmicos presentados en el ambiente; lo cual puede ser posible mediante la generación de sombras. También se recomienda que se realicen investigaciones empleando algún aditivo para contrarrestar la aparición de fisuras.
- Es recomendable evitar la alteración de las propiedades de los agregados, agua y cemento que están expuestos a la intemperie; con la implementación del uso de tolvas, silos; construcción de hangar y/o almacén; con la finalidad de que conserven sus propiedades.
- Se recomienda evitar el retemplado (aumento del agua a los agregados) con la finalidad de disminuir la temperatura del concreto; ya que esta práctica implica la alteración de las propiedades del concreto y disminución de la resistencia a la compresión requerida.
- Se recomienda investigar el uso de algún aditivo que permita mantener las propiedades deseadas del concreto en su estado fresco como el asentamiento.
- Es recomendable realizar la elaboración del concreto a una temperatura ambiental baja de preferencia, ya que se demostró que el concreto obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo; esto se puede lograr realizando una planificación. También se podría contrarrestar los efectos de la temperatura ambiental introduciendo hielo al agua de diseño de mezcla; previo análisis en laboratorio y/o empleando algún aditivo como es el caso del retardante de fragua.

Finalmente se tiene que realizar el curado de la estructura una vez que haya finalizado su endurecimiento. Por lo que se recomienda realizar el ensayo de tiempo de fraguado.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] B. K. W. C. P. y J. T. Steven H. Kosmatka, *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*, Illinois, EE.UU., 2004.: Portland Cement Association, 2004.
- [2] H. G. J. K. y A. E. Rawan Farhan Ramadan, «Effect of Hot Weather Concreting on the Mechanical and Durability Properties of Concrete,» *Scienza and Technology*, vol. 4, n° 4, p. 23, 2022.
- [3] C. A. 305, *Especificación para Hormigonado en calor*, Farmington Hills, MI 48331: American Concrete Institute, 2007.
- [4] E. Carbajal Pasquel, «Entendiendo el Concreto,» *Contro Mix Express*, vol. 1, n° 1, p. 68, 2008.
- [5] *Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.060 Concreto Armado*, Lima: SENCICO, 2020.
- [6] K. J. y M. K. Maroua Saidi, «Assessment of Quality of Fresh Concrete Delivered at Varying Temperatures,» *Connections in Conocrete*, vol. 2, n° 2, p. 11, 2022.
- [7] N. Bakir, «Experimental Study of the Effect of Curing Mode on Concreting in Hot Weather,» *Journal of Composites and Advanced Materiales*, vol. 31, n° 4, pp. 243-248, 2021.
- [8] M. Robiul Awall y M. Rashidul Amin, «Effect of Compressive Strength on Concrete in Hot Weather,» de *International Conference on Planning, Architecture and Civil Engineering*, Rajshahi, Bangladesh, 2019.
- [9] M. T. Cubas Rosales, *Influencia de las altas temperaturas internas del vaciado del concreto en su resistencia a la compresión y fisuración*, Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2024.
- [10] D. O. Rojas Clavo, *Influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del concreto durante su fabricación en la ciudad de Jaén, Cajamarca.*, Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019.
- [11] N. L. Huaricancha Cristobal, *Influencia de la temperatura ambiente en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en más de 4380 m.s.n.m.*, Yanacancha - Pasco, Yanacancha-Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018.
- [12] Y. A. S. R. y A. P. M. Orozco, «Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a,» *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, vol. 33, n° 2, p. 12, 2018.
- [13] F. G. Arias, *El Poryecto de Investigación*, Caracas: EPISTEME, C.A., 2012.
- [14] R. Hernández Sampieri, *Metodología de la Investigación*, México D.F.: McGRAW-HILL, 2010.
- [15] M. Tamayo Tamayo, *El proceso de la Investigación Científica*, México D.F.P: LIMUSA S.A., 2003.
- [16] NTP 400.012:2021, AGREGADOS. *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*, Lima: Dirección de Normalización - INACAL, 2021.
- [17] NTP 339.185:2021, AGREGADOS. *Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo*, Lima: Dirección de Normalización - INACAL, 2021.
- [18] NTP 400.019:2020, AGREGADOS. *Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles*, Lima: Dirección de Normalización - INACAL, 2020.
- [19] NTO 400.017:2020, AGREGADOS. *Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*, Lima: Dirección de Normalización - INACAL, 2020.
- [20] NTP 400.021:2020, AGREGADOS. *Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo*, Lima: Dirección de Normalización - INACAL, 2020.
- [21] NTP 400.022:2021, AGREGADOS. *Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo*, Lima: Dirección de Normalización - INACAL, 2021.

- [22] B. C. d. R. d. P. Perú, «Caracterización del Departamento de Ica,» Departamento de Estudios Económicos de la Sucursal Huancayo, Huancayo, 2021.
- [23] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, «Pronóstico del Tiempo a nivel nacional,» Lunes 06 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-meteorologico>. [Último acceso: Lunes 06 Febrero 2023].
- [24] C. 2. d. ACI, *Práctica estándar para seleccionar proporciones para concreto normal, pesado y masico (ACI 211.1-91)*, vol. 31, Farmington Hills, MI: American Concrete Institute, 1991, pp. 243-248.
- [25] NTP 400.037:2018, AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos, Lima: Dirección de Normalización - INACAL, 2018.
- [26] NTP 339.033:2009, HORMIGÓN (CONCRETO). *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*, Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI, 2009.
- [27] C. Sotomayor Cruz, «Entendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto,» 2020.
- [28] NTP 339.184:2021, CONCRETO. *Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo*, Lima: Dirección de Normalización - INACAL, 2021.
- [29] NTP 330.035:2022, CONCRETO. *Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo*, Lima: Comisión de Normalización - INACAL, 2022.
- [30] NTP 339.046:2008, HORMIGÓN (CONCRETO). *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)*, Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI, 2008.
- [31] NTP 339.083:2003, HORMIGÓN (CONCRETO). *Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión*, Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 2003.
- [32] NTP 339.034:2021, CONCRETO. *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo*, Lima: INACAL, 2021.

## VIII. ANEXOS

### 8.1. Instrumentos de Recopilación de datos

#### ENTREVISTA

Sírvase en responder las siguientes preguntas, con total honestidad.

Gracias

1. ¿Qué marca y tipo de cemento utiliza en las construcciones que viene realizando y/o realizó en la ciudad de Ica?
  - a) Cemento Sol Tipo I
  - b) Cemento Andino Tipo HS
  - c) Cemento APU
  - d) Cemento Inka
  - e) Otro: \_\_\_\_\_
  
2. ¿De qué lugar trae el agregado grueso empleado en las construcciones que viene realizando y/o realizó en la ciudad de Ica?
  - a) Cantera Palomino S.R.L.
  - b) Cantera Aries
  - c) S.M.R.L INMACULADA CONCEPCION
  - d) S.M.R.L. GOTAS DE ORO
  - e) Otro: \_\_\_\_\_
  
3. ¿De qué lugar trae el agregado fino empleado en las construcciones que viene realizando y/o realizó en la ciudad de Ica?
  - a) Cantera Palomino S.R.L.
  - b) Cantera Aries
  - c) S.M.R.L INMACULADA CONCEPCION
  - d) Arena fina de río
  - e) Otro: \_\_\_\_\_
  
4. ¿Cuál es el factor que influye de manera significativa en la calidad del concreto?
  - a) Medio ambiente (la temperatura)
  - b) Supervisión técnica
  - c) Materiales
  - d) Mano de Obra
  - e) Maquinaria
  
5. ¿En qué horario del día prefiere realizar la colocación del concreto en obra en la ciudad de Ica?
  - a) 7:00 a.m. – 10:00 a.m.
  - b) 10:00 a.m. – 1:00 p.m.
  - c) 1:00 p.m. – 4:00 p.m.
  - d) 4:00 p.m. – 7:00 p.m.
  - e) 7:00 p.m. – 10:00 p.m.
  
6. ¿Qué problemas ha detectado en el concreto por las altas temperaturas en la zona?
  - a) Baja resistencia
  - b) Fisuraciones
  - c) Falta trabajabilidad
  - d) Deterioros prematuros (descascamiento, manchas blanquesinas, otros)
  - e) Otros: \_\_\_\_\_

## HOJA DE CAMPO

**INVESTIGACIÓN:** Incidencia de la temperatura ambiental en el comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido en la ciudad de Ica

Departamento: Ica

PROVINCIA: ICA

DISTRITO: ICA

### PROCESO

1. Se realizala visita de campo a las diferentes canteras de la ciudad



2. Se recoje los agregados para su analisis en laboratorio



3. Finalmente se selecciona los materiales adecuados, y realizar el diseño de mezcla a diferentes temperaturas ambientales.



## 8.2. Panel Fotográfico



Figura 49 Registro de la temperatura ambiental 31.7°C con el higrómetro



Figura 50 El agregado grueso alcanza una temperatura de 40.6°C a una temperatura ambiental promedio alta (30°C)



Figura 51 El agregado fino alcanza una temperatura de 31.9°C a una temperatura ambiental promedio alta (30°C)



Figura 52 El concreto fresco alcanza una temperatura interna de 34.3°C a una temperatura ambiental promedio alta (30°C)



Figura 53 Endurecimiento inicial de la losa a una temperatura ambiental de 30.7°C y humedad relativa del 50%



Figura 54 Losa fabricada a una temperatura ambiental promedio (22°C)



Figura 55 Fabricación de losa de concreto a una temperatura ambiental promedio alta (30°C)



Figura 56 Curado de losa de concreto con arrocera



Figura 57 Aparición de fisuras en losa elaborada a una temperatura ambiental promedio alta (30°C) a horas 12:00 pm



Figura 58 Aparición de fisuras en losa elaborada a una temperatura ambiental promedio alta (22°C) a horas 12:00 pm



Figura 59 Aparición de fisuras en losa elaborada a una temperatura ambiental promedio (22°C) a horas 08:30 am



Figura 60 Aparición de fisuras en losa elaborada a una temperatura ambiental promedio (22°C) a horas 08:30 am



Figura 61 Curado con arroceras en losas de concreto de 1.00mx1.00x0.10m fabricadas temperatura ambiental promedio alta (30°C) a horas 12:00 pm



Figura 62 Aparición de cangrejas y fisuras en losas fabricadas a temperatura ambiental promedio alta (30°C) a horas 12:00 p.m.



Figura 63 Agregados expuestos a la temperatura ambiental



Figura 64 Probetas de concreto elaborados a temperatura ambiental promedio (22°C)



Figura 65 Probetas de concreto elaborados a temperatura ambiental promedio alta (30°C)



Figura 66 Probetas de concreto elaborados a temperatura ambiental promedio baja (22°C)



Figura 67 Realización del Ensayo del Slump



Figura 68 Ensayo del contenido del aire atrapado



Figura 69 Probetas de concreto elaborados a temperatura ambiental promedio alta (30°C)



Figura 70 Probetas de concreto elaborados a temperatura ambiental promedio alta (30°C)



Figura 71 Presencia de fisuras en vereda y registro de temperatura de la vereda (35.1°C) a una temperatura ambiental de 28°C



Figura 72 Registro de temperatura de la vereda (17.8°C) a una temperatura ambiental de 15°C.



Figura 73 Acopio de agregados en obra expuestos a la temperatura ambiental



Figura 74 Almacenamiento de agregados en tolvas y bajo sombra para la conservación de sus propiedades

### 8.3. Certificados



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 Centro de Producción "Laboratorio de Mecánica de Suelos"  
 Ciudad Universitaria Panamericana Sur Km. 305 Teléfax: 056-225924 Telf: 218928 ICA - PERÚ



#### ANALISIS GRANULOMETRICO

**Solicitado por** : BACH. MONDALGO ROMAN Luis Antonio **CERTIFICADO N°** 011-B-23  
**Proyecto** : Incidencia de la Temperatura Ambiental en el Comp. Del Concreto en sus Estado Fresco y Endurecido en la Ciudad de Ica  
**Ubicación** : ciudad de Ica

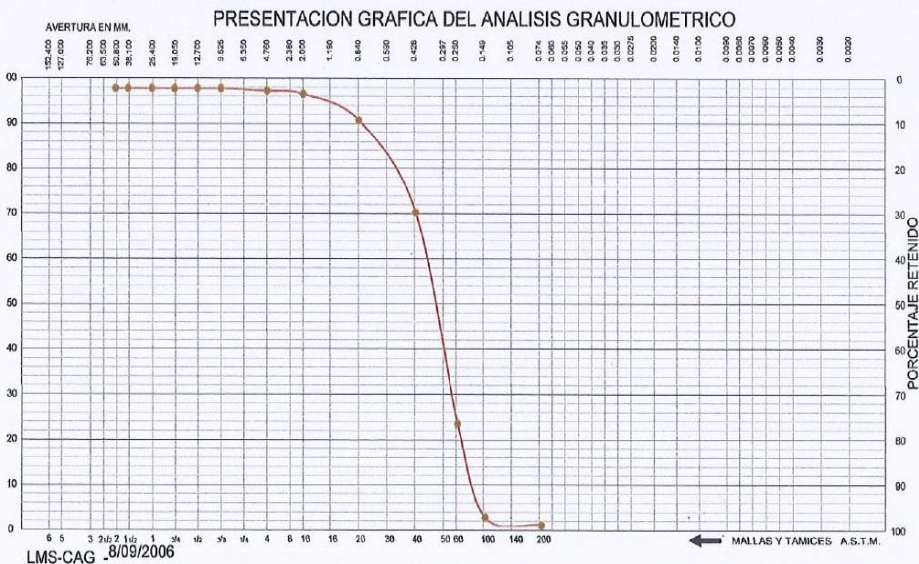
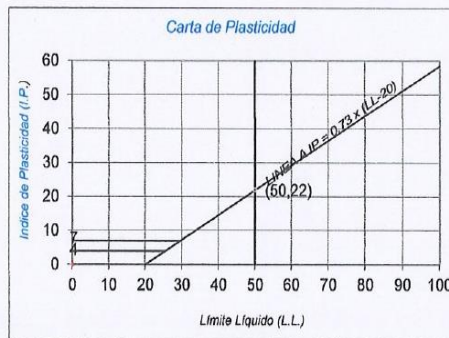
**Tipo de Exploración** A CIELO ABIERTO  
**Realizado por** :  
**Fecha** ICA, OCTUBRE DEL 2023

**Procedencia** : RIO ICA - PUENTE LA ACHIRANA  
**Muestra** : ARENA FINA  
**Peso de Muestra** : 1000.00 grs.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
Tamicez ASTM	Aber. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	5.60	0.56	99.44	0.56
8	2.300	7.50	0.75	98.69	1.31
10	2.000	0.00	0.00	98.69	1.31
16	1.190	60.40	6.04	92.65	7.35
20	0.840	0.00	0.00	92.65	7.35
30	0.590	211.60	21.16	71.49	28.51
40	0.420	0.00	0.00	71.49	28.51
50	0.297	482.40	48.24	23.25	76.75
60	0.250	0.00	0.00	23.25	76.75
80	0.177				
100	0.149	214.40	21.44	1.81	98.19
140	0.105				
200	0.074	18.10	1.81	0.00	100.00
Fondo		0.00	0.00	0.00	100.00
Peso Total =		1000.00	gr.		
$D_{10}$ (mm)		0.206	$C_{U}$	2.53	
$D_{30}$ (mm)		0.338	$C_C$	1.07	
$D_{60}$ (mm)		0.520			

HUMEDAD NATURAL (W)	%	1.40
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	0.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	0.00
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	0.00
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	

CLASIFICACION S.U.C.S.	S	P
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-3	( 0 )



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS  
 ING. ARTURO FABIAN GODOY PEREYRA  
 RESPONSABLE



**ANALISIS GRANULOMETRICO**

**Solicitado por** : BACH. MONDALGO ROMAN Luis Antonio **CERTIFICADO N°** 011-C-23  
**Proyecto** : Incidencia de la Temperatura Ambiental en el Comp. Del Concreto en sus Estado Fresco y Endurecido en la Ciudad de Ica  
**Ubicación** : ciudad de Ica

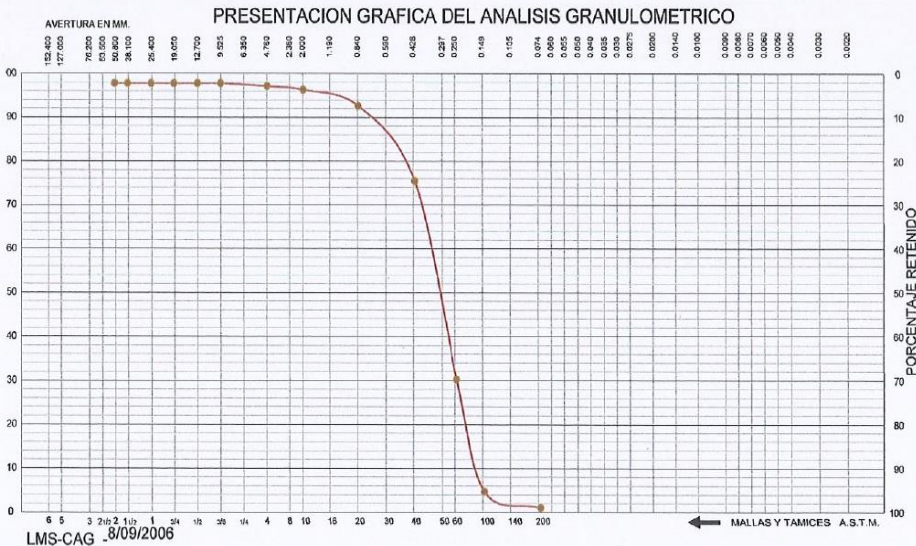
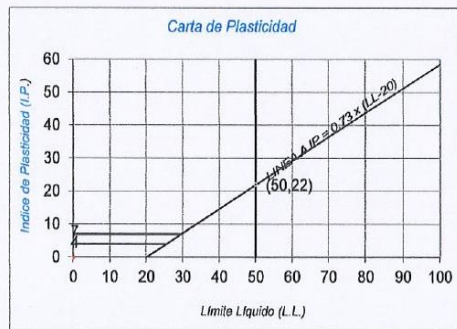
**Tipo de Exploración** A CIELO ABIERTO  
**Realizado por** :  
**Fecha** ICA, OCTUBRE DEL 2023

**Procedencia** : RIO ICA - PUENTE LOS MAESTROS  
**Muestra** : ARENA FINA  
**Peso de Muestra** : 1000.00 grs.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
Tamizaz. ASTM	Aber. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	6.60	0.66	99.34	0.66
8	2.300	8.80	0.88	98.46	1.54
10	2.000	0.00	0.00	98.46	1.54
16	1.190	38.00	3.80	94.66	5.34
20	0.840	0.00	0.00	94.66	5.34
30	0.590	176.80	17.68	76.98	23.02
40	0.420	0.00	0.00	76.98	23.02
50	0.297	467.40	46.74	30.24	69.76
60	0.250	0.00	0.00	30.24	69.76
80	0.177				
100	0.149	264.40	26.44	3.80	96.20
140	0.105				
200	0.074	38.00	3.80	0.00	100.00
Fondo		0.00	0.00	0.00	100.00
Peso Total =		1000.00	gr.		
$D_{10}$ (mm)		0.184	$C_{11}$	2.03	
$D_{30}$ (mm)		0.296	$C_C$	0.98	
$D_{60}$ (mm)		0.484			

HUMEDAD NATURAL (W)	%	1.36
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	0.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	0.00
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	0.00
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	

CLASIFICACION S.U.C.S.	S P
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-3 ( 0 )



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS  
 ING. ARTURO FABIAN GODOY PEREYRA  
 RESPONSABLE



**ANALISIS GRANULOMETRICO**

**Solicitado por** : BACH. MONDALGO ROMAN Luis Antonio CERTIFICADO N° 011-A-23  
**Proyecto** : Incidencia de la Temperatura Ambiental en el Comp. Del Concreto en sus Estado Fresco y Endurecido en la Ciudad de Ica  
**Ubicación** : ciudad de Ica

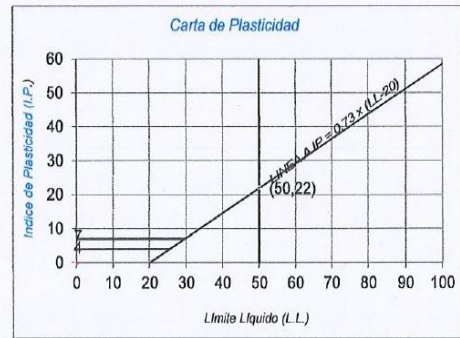
**Tipo de Exploración** : A CIELO ABIERTO  
**Realizado por** :  
**Fecha** : ICA, OCTUBRE DEL 2023

**Procedencia** : CANTERA PALOMINO  
**Muestra** : ARENA FINA  
**Peso de Muestra** : 1000.00 grs.

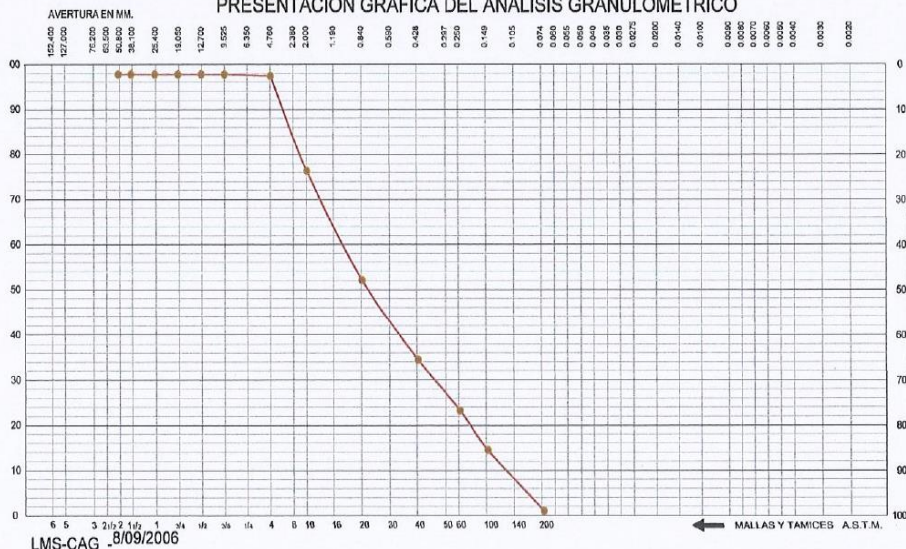
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
Tamicez ASTM	Aber. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500				
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	3.70	0.37	99.63	0.37
8	2.300	218.10	21.81	77.82	22.18
10	2.000	0.00	0.00	77.82	22.18
16	1.190	250.50	25.05	52.77	47.23
20	0.840	0.00	0.00	52.77	47.23
30	0.590	181.70	18.17	34.60	65.40
40	0.420	0.00	0.00	34.60	65.40
50	0.297	116.50	11.65	22.95	77.05
60	0.250	0.00	0.00	22.95	77.05
80	0.177				
100	0.149	90.20	9.02	13.93	86.07
140	0.105				
200	0.074	139.30	13.93	0.00	100.00
Fondo		0.00	0.00	0.00	100.00
Peso Total =		1000.00	gr.		
$D_{10}$ (mm)		0.128	$C_U$	11.81	
$D_{30}$ (mm)		0.474	$C_C$	1.17	
$D_{60}$ (mm)		1.510			

HUMEDAD NATURAL (w)	%	1.15
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	0.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	0.00
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	0.00
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	

CLASIFICACION S.U.C.S.	S	W
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-1-b	( 0 )



**PRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS GRANULOMETRICO**



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS  
 ING. ARTURO FABIAN GODOY PEREYRA  
 RESPONSABLE



**ANALISIS GRANULOMETRICO**

**Solicitado por** : BACH. MONDALGO ROMAN Luis Antonio CERTIFICADO N° 011-23  
**Proyecto** : Incidencia de la Temperatura Ambiental en el Comp. Del Concreto en sus Estado Fresco y Endurecido en la Ciudad de Ica  
**Ubicación** : ciudad de Ica

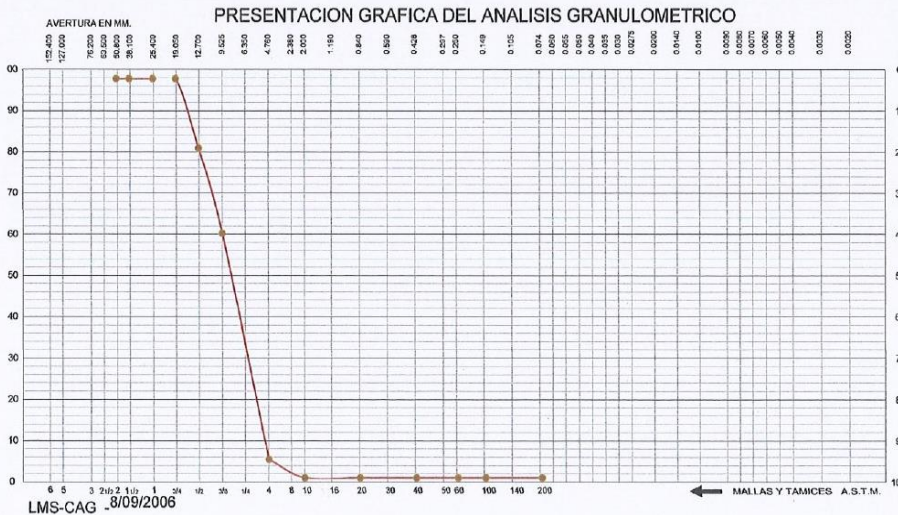
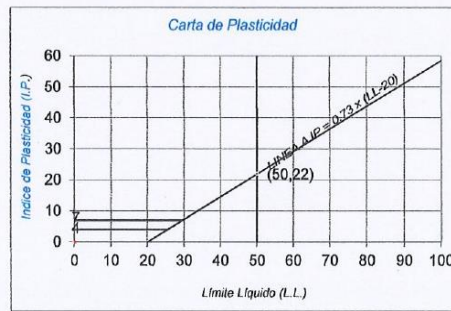
**Tipo de Exploración** A CIELO ABIERTO  
**Realizado por** :  
**Fecha** ICA, OCTUBRE DEL 2023

**Procedencia** : CANTERA PALOMINO  
**Muestra** : PIEDRA  
**Peso de Muestra** : 5000.00 grs.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
Tamicez ASTM	Aber. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret. Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700	872.90	17.46	82.54	17.46
3/8"	9.500	1069.80	21.40	61.16	38.85
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	2828.30	56.57	4.58	95.42
8	2.300				
10	2.000	229.00	4.58	0.00	100.00
16	1.190				
20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
30	0.590				
40	0.420	0.00	0.00	0.00	100.00
60	0.297				
80	0.250	0.00	0.00	0.00	100.00
100	0.177				
140	0.149	0.00	0.00	0.00	100.00
200	0.105				
Fondo	0.074	0.00	0.00	0.00	100.00
Peso Total =		5000.00	gr.		
$D_{10}$ (mm)		5.214	$C_U$	1.80	
$D_{30}$ (mm)		6.890	$C_G$	0.97	
$D_{60}$ (mm)		9.404			

HUMEDAD NATURAL (W)	%	0.85
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	0.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	0.00
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	0.00
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	

CLASIFICACION S.U.C.S.	G	P
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-1-a	( 0 )



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 CENTRO DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS

ING. ARTURO FABIAN GODÓY PEREYRA  
 RESPONSABLE



CERTIFICADO N° 003 -23

BOLETA N° BS04 00000031

SOLICITADO POR : Bach. MONDALGO ROMAN Luis Antonio  
 OBRA : INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL  
 CONCRETO EN SU ESTADO FRESCO Y ENDUREIDO EN LA CIUDAD DE ICA  
 UBICACIÓN CIUDAD DE ICA  
 CANTERA PALOMINO  
 MUESTRA  
 FECHA : Ica, Octubre del 2023

**PESO UNITARIO: AGREGADO FINO:**

<u>SUELTO</u>			<u>COMPACTADO</u>	
18.69			20.61	
18.63			20.61	
18.68	>	<b>18.67</b>	20.61	>
				<b>20.64</b>

PROCEDIMIENTO

P (Muestra) = 18.67 kg.  
 P (Molde) = 4.38 kg.  
 V (Molde) = 0.0096m³

$$P (uT) = \frac{P}{v} = \frac{14.29}{0.0096} = 1,888 \text{ Kg/m}^3$$

P (uT.) (Prom.) = 1 1,488.54 kg/m³

PROCEDIMIENTO

P (Muestra) = 28.06  
 P (Molde) = 5.27 kg.  
 V (Molde) = 0.0145m³

$$P (uT) = \frac{P}{v} = \frac{16.26}{0.0096} = 1,693 \text{ Kg/m}^3$$

P (uT.) (Prom.) = 1,693 kg/m³



CERTIFICADO N° 003 -23

BOLETA N° BS04 00000031

SOLICITADO POR : Bach. MONDALGO ROMAN Luis Antonio

OBRA : INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN SU ESTADO FRESCO Y ENDUREIDO EN LA CIUDAD DE ICA

UBICACIÓN CIUDAD DE ICA

CANTERA PALOMINO

MUESTRA

FECHA : Ica, Octubre del 2023

**PESO UNITARIO: AGREGADO GRUESO:**

<u>SUELTO</u>		<u>COMPACTADO</u>
25.56		28.1
25.49		28.010
25.46	>	28.060
	>	25.5
		28.06

PROCEDIMIENTO

P (Muestra) = 25.50 kg.  
 P (Molde) = 5.27 kg.  
 V (Molde) = 0.0145m<sup>3</sup>  
 P (unitario) =  $\frac{P}{V} = 20.23$   
 W

$$P (uT) = \frac{P}{v} = \frac{22.23}{0.0145} = 1395.17$$

$$P (uT.) (Prom.) = 1 \quad 1522 \text{ kg/m}^3$$

PROCEDIMIENTO

P (Muestra) = 28.06  
 P (Molde) = 5.27 kg.  
 V (Molde) = 0.0145m<sup>3</sup>  
 P (unitario) = 22.79

$$P (uT) = \frac{P}{v} = \frac{22.79}{0.0145} = 1571.72 = 1,571 \text{ Kg/m}^3$$

$$P (uT.) (Prom.) = 1,571.72 = 1,571 \text{ kg/m}^3$$

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS  
  
 ING. ARTURO FAJAN GODOY PEREYRA  
 RESPONSABLE



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

CERTIFICADO N° 004 -23  
 BOLETA N° BS04-00000031

SOLICITADO POR : Bach. MONDALGO ROMAN Luis Antonio  
 TESIS : INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA CIUDAD DE ICA  
 UBICACIÓN : CIUDAD DE ICA  
 CANTERA : PALOMINO  
 MUESTRA : AGREGADO FINO - PALOMINO  
 FECHA : ICA, OCTUBRE DEL 2023

**PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO (gr./cc.) (ARENAS)**

	PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO	
	ESTRATO 1	ESTRATO 2
N° Picnométrico	1	2
Peso ( Picnométrico+Agua)	656.00g.	654.50
Peso (seco del horno)	100gr.	100
Peso del agua	0	0
Peso (Sat. Y Sumerguido)	717.80	716.6
V(Volumen de la muestra) r (Parciales)	38.20	37.90
	2.63	2.64

Peso específico;

2.64

	GRAVEDAD Y ABSORCION	
	ESTRATO 1	ESTRATO 2
	C - 1	C -2
P (HUMEDO)	200.00	200.00
P (SECO)	197.40	197.50
P (AGUA)	7.60	4.40
P (TARA)	40.20	38.30
% AB.	1.32	1.27
	1.32	1.27

% AB. Promedio

1.29

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS  
  
 ING. ARTURO FABIAN GODOY PEREYRA  
 RESPONSABLE



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

CERTIFICADO N° 004-23  
 BOLETA N° BS04-0000031

SOLICITADO POR : Bach. MONDALGO ROMAN Luis Antonio  
 TESIS : INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA CIUDAD DE ICA  
 UBICACIÓN : CIUDAD DE ICA  
 CANTERA : PALOMINO  
 MUESTRA : GRAVA  
 FECHA : ICA, OCTUBRE DEL 2023

**PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO**

	PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO	
	ESTRATO 1	ESTRATO 2
N° Picnométrico	1	2
P (Saturado.material)	537.20	500.30
P (Seco del Horno)	529.00	492.3
Peso (Saturado y Sumergido)	337.1	312.50
Volumen de la muestra) R (Parcial)	200.1	187.80
	2.68	2.66

Peso especifico;

2.67

	GRAVEDAD Y ABSORCION	
	ESTRATO 1	ESTRATO 2
	C - 2	C - 4
P (Saturado.material)	537.20	500.30
P (Seco del Horno)	337.10	312.50
Peso (Saturado y Sumergido)	529.00	492.30
Volumen de la muestra) R (Parcial)	2001	187.8
	1.55	1.62

% AB. Promedio

1.59

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS  
  
 ING. ARTURO FABIAN GODOY PEREYRA  
 RESPONSABLE



Certificado N° 006-26  
BOLETA: N° BS04-00000031

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASION  
MAQUINA DE LOS ANGELES**

( NORMA: ASTM C - 131 Y AASHTO T - 96 )

SOLICITANTE : Bach. MONDALGO ROMAN Luis Antonio

OBRA : INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO  
EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA CIUDAD DE ICA  
ICA, 2022

UBICACIÓN : CIUDAD DE ICA

CANTERA : PALOMINO

TIPO DE AGREGADO : PIEDRA CHANCADA - SARANDEADA

TECNICO OPERADOR : GONZALO TEJEDA CORDOVA

FECHA : ICA, OCTUBRE DEL 2023

CUADRO N° 1: ESPECIFICACION Y TIPO DE ENSAYOS

TIPO DE ENSAYO	NUMERO DE ESFERAS DIAMETRO = 48 mm. Y PESO= 390 - 445 gr. c/u	PESO TOTAL DE ESFERAS POR ENSAYO (grs)
A	12	5,000 ± - 25
B	11	4,584 ± - 25
C	8	3,330 ± - 25

Se utiliza el ensayo tipo "A", por la importancia de la obra, con P= 5,313 ± - 25 gr.  
velocidad de 33 r.p.m. Hasta completar 500 vueltas con 08 esferas.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS  
  
ING. ARTURO FABIAN GODOY PEREYRA  
RESPONSABLE



( NORMA: ASTM D422 - D2216 Y AASHTO T -87 )

TAMICES UTILIZADOS PARA EL ENSAYO DE ABRASION SON:  
 P ( INICIAL ) = 5,000 gr.

TAMIZ ASTM	TAMANO MALLA	PESO RETENIDO EN (GR )
2"		
1 1/2"		
1"		
3/4"		55.00
1/2"		4945.00
3/8"		0.00
total P ( a )		5000.00

RESULTADOS DE ENSAYOS:

Peso Inicial de la Muestra P (Inicial) = 5,000

Peso Seco despues tamizado P (a) = 5,000

Peso Seco lavado despues del ensayo de Abrasion, Tamizado y Retenido en Tamiz # 12 P (b) = 4,146.00 gr.

Peso del Desgaste que pasa Tamiz # 12 P (%) = 854.00 gr.

Porcentaje de Desgaste (%) =  $P ( 5,000 - 4,115.4 = 884.60$

Porcentaje de Desgaste (%) =  $P (a) 5,000 - 4,116.00 = 5,000$   
 $= P (%) = ( \frac{5,000 - 4,116.00}{5000.00} ) X 100 =$

Porcentaje de Desgaste (%) =  $P (%) = \frac{854 X 100}{5000.00} = 17.08\%$

Porcentaje de Desgaste (%) =  $P (%) = 17.08\%$

Por tanto el (%) de desgaste sera = P (%) = 17.69 % (Se encuentra en el 1° Rango).

TABLA DE CALIFICACION DE PARAMETROS O RANGO DE RESISTENCIA		
% DE VALORES	GRADO DE RESISTENCIA	CALIFICACION
00 - 21	EXCELENTE	OBRAS DE IMPORTANCIA
22 - 34	BUENA	OBRAS GENERALES
35 - 50	MEDIA	POR LO GENERAL NO SE ADMITEN

NOTA: Se encuentra en el 1° Rango



## DISEÑO DE MEZCLA

$f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  Cemento SOL TIPO I-PORTLAND

Solicita : BACH. MONDALGO ROMAN Luis Antonio

Obra : INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL  
CONCRETO EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA CIUDAD DE ICA

Ubicacion : CIUDAD DE ICA

Fecha : ICA, OCTUBRE DEL 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS



ING. ARTURO FABIAN GODOY PERREYRA  
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
 PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS  
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ciudad Universitaria Panamericana Sur Km. 305 telef. 056-620591-Ica



EVALUACION DE LOS MATERIALES  
 PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA

CERTIFICADO N° 010 -A-23  
 BOLETA N° BS04-0000029

SOLICITADO POR : BACH. MONDALGO ROMAN Luis Antonio  
 OBRA : INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL  
 CONCRETO EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA CIUDAD DE ICA  
 UBICACIÓN : CIUDAD DE ICA  
 TÉCNICO OPERADOR : Gonzalo Tejeda Cordova

Análisis del Agregado Fino

Cantera : PALOMINO  
 Peso Especifico 2.64 gr/cm<sup>3</sup>  
 Humedad Natural 1.15 %  
 % de Absorción. 1.29 %  
 Peso Volumétrico Suelto. 1,488.00 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Volumétrico Compactado 1,693.00 kg/m<sup>3</sup>

Análisis Granulométrico Como Sigue:

Peso Total de la Muestra: 1000 gr.

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
3/8"	0	0	100.00	0
4	3.7	0.37	99.63	0.37
8	218.1	21.81	77.82	22.18
16	250.5	25.05	52.77	47.23
30	181.7	18.17	34.60	65.40
50	116.5	11.65	23.00	77.05
100	90.2	9.02	13.98	86.07
200	139.3	13.93	0.05	100.00
FONDO	0	0.00	0.00	100.00

MODULO DE FINEZA: 2.98

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS  
  
 ING. ARTURO FABIAN GODOY PEREYRA  
 RESPONSABLE



EVALUACION DE LOS MATERIALES  
PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA

CERTIFICADO N° 010 -A-23  
BOLETA N° BS04-0000029

SOLICITADO POR : BACH. MONDALGO ROMAN Luis Antonio  
OBRA : INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL  
CONCRETO EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA CIUDAD DE ICA  
UBICACIÓN : CIUDAD DE ICA  
TÉCNICO OPERADOR : Gonzalo Tejeda Cordova

Análisis del Agregado Grueso

Cantera : PALOMINO  
Peso Específico 2.64 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad Natural 0.85 %  
% de Absorción. 1.29 %  
Peso Volumétrico Suelto. 1.395.00 kg/m<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Compactado 1.571.00 kg/m<sup>3</sup>

Análisis Granulométrico Como Sigue:

Peso Total de la Muestra: 4814 gr.

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
2"	0	0	0	0.00
1 1/2"	0	0	100	0.00
1"	0	0	100	0.00
3/4"	0	0.00	100.00	0.00
1/2"	873.00	17.50	82.50	17.50
3/8"	1,070.00	21.40	61.10	38.90
4	2,828.00	56.60	4.50	95.50
FONDO	42.90	4.60	0.00	100.00

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 1/2"



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO =  $f'c$  175 Kg/cm<sup>2</sup> PATRON

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA

$f'c$  = 175 Kg. / cm<sup>2</sup> a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6" x 12", viguetas de 6"x6"x21" y losas aligeradas de 1.10m x 1.00m

Cemento SOL TIPO I - PORTLAND	345.6 Kg/m <sup>3</sup>
ARENA	899.21 Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA 1/2"	839.71 Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	223.41 Lts/m <sup>3</sup>

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.65
Asentamiento	3" - 4"
Densidad	2,308 Kg/m <sup>3</sup>
PROPORCION EN PESO	1 : 2.60 2.43
PROPORCION EN VOLUMEN	1 : 2.33 2.61

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	110.58 Kg/bolsa
- Piedra	103.26 Kg/bolsa
- Agua	27.47 Li/ bolsa

NOTA: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.





DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO =  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  <sup>ASTM</sup>

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA

$f'c = 210 \text{ Kg./cm}^2$  a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6" x 12", viguetas de 6"x6"x21" y losa maciza de 1.00m x 1.00m

Cemento SOL TIPO 1 - PORTLAND	300 Kg/m <sup>3</sup>
ARENA	937.3 Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA 1/2"	840.12 Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	223.46 Lt/m <sup>3</sup>

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.74
Asentamiento	3" - 4"
Densidad	2.301 Kg/m <sup>3</sup>
PROPORCION EN PESO	1: 3.12 2.80
PROPORCION EN VOLUMEN	1: 3.14 3.00

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	132.78 Kg/bolsa
- Piedra	119.02 Kg/bolsa
- Agua	31.65 Lt/ bolsa

NOTA: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.



## DISEÑO DE MEZCLA

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  *Cemento SOL TIPO I-PORTLAND*

Solicita : BACH. MONDALGO ROMAN Luis Antonio

Obra : INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL  
CONCRETO EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA CIUDAD DE ICA

Ubicacion : CIUDAD DE ICA

Fecha : ICA, OCTUBRE DEL 2023





UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
 PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS  
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ciudad Universitaria Panamericana Sur Km. 305 telef. 056-620591-Ica



**EVALUACION DE LOS MATERIALES  
 PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA**

**CERTIFICADO N° 010 -A-23  
 BOLETA N° BS04-0000029**

SOLICITADO POR : **BACH. MONDALGO ROMAN Luis Antonio**  
 OBRA : **INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA CIUDAD DE ICA**  
 UBICACIÓN : **CIUDAD DE ICA**  
 TÉCNICO OPERADOR : **Gonzalo Tejeda Cordova**

**Análisis del Agregado Fino**

Cantera : **PALOMINO**  
 Peso Especifico : **2.64 gr/cm<sup>3</sup>**  
 Humedad Natural : **1.15 %**  
 % de Absorción. : **1.29 %**  
 Peso Volumétrico Suelto. : **1,488.00 kg/m<sup>3</sup>**  
 Peso Volumétrico Compactado : **1,693.00 kg/m<sup>3</sup>**

**Análisis Granulométrico Como Sigue:**

**Peso Total de la Muestra: 1000 gr.**

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
3/8"	0	0	100.00	0
4	3.7	0.37	99.63	0.37
8	218.1	21.81	77.82	22.18
16	250.5	25.05	52.77	47.23
30	181.7	18.17	34.60	65.40
50	116.5	11.65	23.00	77.05
100	90.2	9.02	13.98	86.07
200	139.3	13.93	0.05	100.00
FONDO	0	0.00	0.00	100.00

MODULO DE FINEZA: **2.98**

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS  
  
 ING. ARTURO FABIAN GODOY PEREYRA  
 RESPONSABLE



EVALUACION DE LOS MATERIALES  
PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA

CERTIFICADO N° 010 -23  
BOLETA N° BS04-0000029

SOLICITADO POR : BACH. MONDALGO ROMAN Luis Antonio  
OBRA : INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL  
CONCRETO EN SU ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO EN LA CIUDAD DE ICA  
UBICACIÓN : CIUDAD DE ICA  
TÉCNICO OPERADOR : Gonzalo Tejeda Cordova

Análisis del Agregado Grueso

Cantera : PALOMINO  
Peso Específico 2.64 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad Natural 0.85 %  
% de Absorción. 1.29 %  
Peso Volumétrico Suelto. 1,395.00 kg/m<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Compactado 1,571.00 kg/m<sup>3</sup>

Análisis Granulométrico Como Sigue:

Peso Total de la Muestra: 4814 gr.

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
2"	0	0	0	0.00
1 1/2"	0	0	100	0.00
1"	0	0	100	0.00
3/4"	0	0.00	100.00	0.00
1/2"	873.00	17.50	82.50	17.50
3/8"	1,070.00	21.40	61.10	38.90
4	2,828.00	56.60	4.50	95.50
FONDO	42.90	4.60	0.00	100.00

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 1/2"



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO =  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> PATRON

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA

$f'c$  = 210 Kg. / cm<sup>2</sup> a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6" x 12", viguetas de 6"x6"x21" y losas aligeradas de 1.10m x 1.00m

Cemento SOL TIPO I - PORTLAND	378.95 Kg/m <sup>3</sup>
ARENA	870.76 Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA 1/2"	839.71 Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	223.37 Lts/m <sup>3</sup>

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.59
Asentamiento	3" - 4"
Densidad	2,313 Kg/m <sup>3</sup>

PROPORCION EN PESO	1 :	2.30	2.22
PROPORCION EN VOLUMEN	1 :	2.05	2.36

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	97.66 Kg/bolsa
- Piedra	94.17 Kg/bolsa
- Agua	25.05 Lt/bolsa

NOTA: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS  
  
 ING. ARTURO FABIAN GODOY PEREYRA  
 RESPONSABLE



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO =  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> *PROY*

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m<sup>3</sup> de MEZCLA

$f'c$  = 210 Kg / cm<sup>2</sup> a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6" x 12", viguetas de 6"x6"x21" y losa maciza de 1.00m x 1.00m

Cemento SOL TIPO 1 - PORTLAND	332.31 Kg/m <sup>3</sup>
ARENA	910.59 Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA 1/2"	840.12 Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	223.46 Lts/m <sup>3</sup>

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.67
Asentamiento	3" - 4"
Densidad	2,306 Kg/m <sup>3</sup>
PROPORCION EN PESO	1 : 2.74    2.53
PROPORCION EN VOLUMEN	1 : 2.76    2.72

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	116.46 Kg/bolsa
- Piedra	107.45 Kg/bolsa
- Agua	28.58 Lt/ bolsa

NOTA: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.











DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$   
PROBETAS QUE FUERON ELABORADAS Y ENSAYADAS EN EL  
LABORATORIO

CEMENTO SOL TIPO I - PORTLAND  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

AREA: 181.5 m<sup>2</sup>

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	6/09/2023	13/09/2023	15.20	7	41,880.00	230.74	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 14°C.
2	6/09/2023	13/09/2023	15.20	7	41,495.00	231.10	
3	6/09/2023	13/09/2023	15.20	7	42,035.00	231.60	
4	6/09/2023	13/09/2023	15.20	7	42,073.00	231.81	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 14°C.
5	6/09/2023	20/09/2023	15.20	14	44,300.00	244.08	
6	6/09/2023	20/09/2023	15.20	14	44,466.00	244.99	
7	6/09/2023	20/09/2023	15.20	14	44,386.00	244.55	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 14°C.
8	6/09/2023	20/09/2023	15.20	14	44,327.00	244.23	
9	6/09/2023	4/10/2023	15.20	28	48,964.00	269.77	
10	6/09/2023	4/10/2023	15.20	28	48,864.00	269.22	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 14°C.
11	6/09/2023	4/10/2023	15.20	28	48,984.00	269.88	
12	6/09/2023	4/10/2023	15.20	28	48,973.00	269.82	

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	4/10/2023	11/10/2023	15.20	7	36,680.00	202.09	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 22°C.
2	4/10/2023	11/10/2023	15.20	7	36,845.00	203.00	
3	4/10/2023	11/10/2023	15.20	7	36,775.00	202.62	
4	4/10/2023	11/10/2023	15.20	7	36,772.00	202.60	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 22°C.
5	4/10/2023	18/10/2023	15.20	14	38,680.00	213.11	
6	4/10/2023	18/10/2023	15.20	14	38,845.00	214.02	
7	4/10/2023	18/10/2023	15.20	14	38,762.00	213.96	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 22°C.
8	4/10/2023	18/10/2023	15.20	14	38,692.00	213.18	
9	4/10/2023	2/11/2023	15.20	28	43,672.00	240.62	
10	4/10/2023	2/11/2023	15.20	28	43,904.00	241.88	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 22°C.
11	4/10/2023	2/11/2023	15.20	28	43,652.00	240.51	
12	4/10/2023	2/11/2023	15.20	28	43,872.00	241.72	

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	6/10/2023	13/10/2023	15.20	7	28,962.00	159.57	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 30°C.
2	6/10/2023	13/10/2023	15.20	7	28,769.00	158.51	
3	6/10/2023	13/10/2023	15.20	7	28,941.00	159.45	
4	6/10/2023	13/10/2023	15.20	7	28,694.00	158.09	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 30°C.
5	6/10/2023	20/10/2023	15.20	14	30,844.00	169.94	
6	6/10/2023	20/10/2023	15.20	14	30,770.00	169.53	
7	6/10/2023	20/10/2023	15.20	14	30,795.00	169.67	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 30°C.
8	6/10/2023	20/10/2023	15.20	14	30,851.00	169.98	
9	6/10/2023	3/11/2023	15.20	28	35,971.00	198.19	
10	6/10/2023	3/11/2023	15.20	28	36,000.00	198.35	DISEÑO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 30°C.
11	6/10/2023	3/11/2023	15.20	28	36,102.00	198.91	
12	6/10/2023	3/11/2023	15.20	28	35,930.00	197.96	

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO DE PRODUCCION Y SERVICIOS  
ING. ARTURO FABIAN GODDY PEREYRA  
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
"Laboratorio de Mecánica de Suelos"

Ciudad Universitaria Panamericana Sur Km. 305 telef. # 320452 - Ica



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
PROBETAS QUE FUERON ELABORADAS Y ENSAYADAS EN EL  
LABORATORIO

CEMENTO SOL TIPO I - PORTLAND  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

AREA: 181.5 m<sup>2</sup>

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	6/09/2023	13/09/2023	15.20	7	48,145.00	265.26	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 14°C.
2	6/09/2023	13/09/2023	15.20	7	48,083.00	264.98	
3	6/09/2023	13/09/2023	15.20	7	48,191.00	265.52	
4	6/09/2023	13/09/2023	15.20	7	48,122.00	265.13	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 14°C.
5	6/09/2023	20/09/2023	15.20	14	50,044.00	275.72	
6	6/09/2023	20/09/2023	15.20	14	50,092.00	275.99	
7	6/09/2023	20/09/2023	15.20	14	50,080.00	275.92	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 14°C.
8	6/09/2023	20/09/2023	15.20	14	50,101.00	276.04	
9	6/09/2023	4/10/2023	15.20	28	55,093.00	303.54	
10	6/09/2023	4/10/2023	15.20	28	55,194.00	304.10	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 14°C.
11	6/09/2023	4/10/2023	15.20	28	54,976.00	302.90	
12	6/09/2023	4/10/2023	15.20	28	55,092.00	303.54	

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	4/10/2023	11/10/2023	15.20	7	42,945.00	236.61	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 22°C.
2	4/10/2023	11/10/2023	15.20	7	42,981.00	236.81	
3	4/10/2023	11/10/2023	15.20	7	42,894.00	236.33	
4	4/10/2023	11/10/2023	15.20	7	42,973.00	236.77	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 22°C.
5	4/10/2023	18/10/2023	15.20	14	44,954.00	247.68	
6	4/10/2023	18/10/2023	15.20	14	44,869.00	247.21	
7	4/10/2023	18/10/2023	15.20	14	45,001.00	247.94	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 22°C.
8	4/10/2023	18/10/2023	15.20	14	44,960.00	247.71	
9	4/10/2023	2/11/2023	15.20	28	49,937.00	275.13	
10	4/10/2023	2/11/2023	15.20	28	50,044.00	275.72	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 22°C.
11	4/10/2023	2/11/2023	15.20	28	49,733.00	274.01	
12	4/10/2023	2/11/2023	15.20	28	49,795.00	274.36	

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (dias)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	6/10/2023	13/10/2023	15.20	7	35,234.00	194.13	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 30°C.
2	6/10/2023	13/10/2023	15.20	7	35,339.00	194.71	
3	6/10/2023	13/10/2023	15.20	7	35,216.00	194.03	
4	6/10/2023	13/10/2023	15.20	7	25,192.00	193.90	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 30°C.
5	6/10/2023	20/10/2023	15.20	14	37,164.00	204.76	
6	6/10/2023	20/10/2023	15.20	14	37,225.00	205.10	
7	6/10/2023	20/10/2023	15.20	14	37,210.00	205.01	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 30°C.
8	6/10/2023	20/10/2023	15.20	14	37,256.00	205.27	
9	6/10/2023	3/11/2023	15.20	28	42,288.00	232.99	
10	6/10/2023	3/11/2023	15.20	28	42,313.00	232.13	DISEÑO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ A Temperatura Ambiental 30°C.
11	6/10/2023	3/11/2023	15.20	28	42,260.00	232.84	
12	6/10/2023	3/11/2023	15.20	28	42,196.00	232.48	

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y PRESTACION DE SERVICIOS

ING. ARTURO FABIAN GODOY PEREYRA  
RESPONSABLE

## 8.4. Constancia de Validación

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Dennis Renalt García Arteaga, con documento de identidad N° 22288897 de profesión INGENIERO CIVIL, con Grado de ING. CIVIL con CIP N° 79681, ejerciendo actualmente como Consultor-Contratista en la entidad Dennis Renalt García Arteaga.

Por medio del presente escrito hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos (formatos), para su aplicación en el trabajo de investigación titulado "Incidencia de la temperatura ambiental en el comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido en la ciudad de Ica" del Sr. Luis Antonio Mondalgo Román para obtener el grado académico de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga de Ica",

Luego de realizar las observaciones, puedo formular las siguientes operaciones:

Descripción	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Los instrumentos tienen relación con los objetivos de la investigación.			✓	
Los instrumentos tienen relación con las variables de la investigación			✓	
Los instrumentos tienen relación con las dimensiones de la investigación.			✓	
Los instrumentos tienen relación con los indicadores de la investigación			✓	
Elaboración de los formatos			✓	


  
 DENNIS RENALT GARCÍA ARTEAGA
   
 INGENIERO CIVIL
   
 Reg. del Colegio de Ingenieros Nº 79681