



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estimación y validación de la incertidumbre en el método de ensayo a compresión del concreto en estructuras de $f'c$ 280 kg/cm² obtenidas a edades de 3 y 28 días.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL**

AUTORA:

García Pisco, Eresbita Giuliana

ASESOR:

Mg. Tacza Zevallos, Jhon

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2018



DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 13 - 2018- II -UCV Lima Ate /EP-IC. -T

Ate, 13 de diciembre del 2018

El presidente y los miembros del Jurado Evaluador designado con RESOLUCION DIRECTORAL N° 379-2018 - II - UCV Lima Ate/EP-IC. -T de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil acuerdan:

PRIMERO. -

- Aprobar pase a publicación ()
- Aprobar por unanimidad ()
- Aprobar por mayoría (X)
- Desaprobar ()

La tesis presentada por el (la) estudiante **GARCIA PISCO ERESBITA GIULIANA**, denominado:

"ESTIMACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO DE ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN ESTRUCTURAS DE F'c 280 KG/CM2 OBTENIDAS A EDADES DE 3 Y 28 DÍAS."

SEGUNDO. - Al culminar la sustentación, el (la) estudiante **GARCIA PISCO ERESBITA GIULIANA**, obtuvo el siguiente calificativo:

NUMERO	LETRAS	CONDICIÓN
11	ONCE	APROBADO POR MAYORÍA

Fecha: **13 de diciembre del 2018**

Hora: **11:00 AM**

Presidente (a): Mg. CHOQUE FLORES LEOPOLDO

Firma

Secretario: Mg. CASUSOL IBERICO GERMAN

Firma

Vocal Mg. MANCHEGO MEZA JUAN ALFREDO

Firma



Mg. Raul Heredia Benavides
Coordinador del Programa de Estudios
UCV – Lima Ate



C.c: Archivo
Escuela Profesional, Interesados, Archivo



Dedicatoria

A mi madre Eugenia por su infinito amor y dedicación.

En memoria mi Padre, siempre te llevo conmigo.

Agradecimiento

Gracias a Dios por el don de la vida.

Gracias a mi madre María Eugenia, por su entrega y dedicación

Gracias a mis hermanos Gerónimo y Esmeralda por el apoyo incondicional

Gracias a todas aquellas personas que confiaron en mí al iniciar este proyecto,
gracias por sus críticas constructivas.

A todos ellos, infinitas gracias.

La autora.

Declaración de autenticidad

Yo, Eresbita Giuliana Garcia Pisco, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI 77125497, con el proyecto de investigación titulado "Estimación y validación de la incertidumbre en el método de ensayo a compresión del concreto en estructuras de f'c 280 kg/cm2 obtenidas a edades de 3 y 28 días"

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesina no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseadas, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Ate-Vitarte, 19 diciembre 2018.



Eresbita Giuliana Garcia Pisco

DNI: 77125497

Presentación

Señores miembros del jurado, se presenta ante ustedes la tesis titulada: "Estimación y validación de la incertidumbre en el método de ensayo a compresión del concreto en estructuras de $f'c$ 280 kg/cm² obtenidas a edades de 3 y 28 días", con la finalidad de determinar la relación entre el concreto mejorado y sus propiedades, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Los resultados que se han obtenido durante el proceso de investigación representan, a parte de un modesto esfuerzo.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

La Autora

Índice

Página del jurado	II
Dedicatoria	III
IAgradecimiento	IV
Declaración de autenticidad	V
Presentación	VI
Lista de Tablas	X
Lista de Ilustraciones	XII
Lista de Figuras	XIV
Resumen	XV
Abstract	XVI
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Realidad problemática.....	17
1.2. Trabajos previos	18
1.2.1. Antecedentes Internacionales	18
1.2.2. Antecedentes Nacionales	19
1.3. Teorías relacionadas al tema	20
1.3.1. Incertidumbre	20
1.3.2. Fuentes de incertidumbre	20
1.3.3. Compresión del concreto	26
1.4. Formulación del Problema.....	31
1.4.1. Problema General	31
1.4.2. Problemas Específicos.....	31
1.5. Justificación del estudio.....	31
1.5.1. Justificación práctica	32
1.5.2. Justificación teórica.....	32
1.5.3. Justificación metodológica	32
1.6. Hipótesis.....	32
1.6.1. Hipótesis General.....	32
1.6.2. Hipótesis Específicas	32
1.7. Objetivos	33
1.7.1. Objetivo General	33
1.7.1. Objetivos Específicos.....	33

II. METODOLOGÍA	34
2.1. Método	34
2.1.2. Tipo de estudio.....	34
2.1.3. Nivel de investigación	34
2.1.4. Diseño de la investigación	34
2.2 Variables Operacionalización	35
2.2.1 Variables	35
2.2.2 Operacionalización de variable	36
2.3. Población Muestra	37
2.3.1. Población	37
2.3.2. Muestra	37
2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	38
2.4.1. Técnicas de recolección de datos	38
2.4.2. Instrumentos de investigación.....	38
2.4.3. Validez	38
2.4.4. Confiabilidad	39
2.5. Métodos de análisis.....	39
2.6. Aspectos éticos	42
III. RESULTADOS.....	43
3.1. Recepción y transporte.....	43
3.2. Desmoldado y curado.....	46
3.2.1. Base de datos	47
3.3. Ensayo.....	50
3.4 Estimación de Incertidumbre a Edad de 3 días	103
3.5. Estimación de Incertidumbre a Edad de 28 días	114
3.6. Flujoograma de Procedimiento Interno del Ensayo a Compresión.....	134
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	135
V. CONCLUSIONES	136
VI. RECOMENDACIONES.....	137
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	138
VIII. ANEXOS.....	140
Anexo 1. Matriz de Consistencia	141
Anexo 2. Matriz de Validación	142
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos.....	143

Anexo 3.1. Registro 1 de recepción de probetas.....	144
Anexo 3.2. Registro 2 de recepción de probetas.....	144
Anexo 3.3. Registro 3 de recepción de probetas.....	145
Anexo 3.4. Registro 4 de recepción de probetas.....	145
Anexo 3.5. Registro de la determinación de la resistencia de compresión	146
Anexo 4. Documento de Confiabilidad de Dato.....	147
Anexo 5. Panel Fotográfico	148
Anexo 6. Certificado de Calibración del Pie de Rey	150
Anexo 6.1. Certificado de Calibración de la Prensa Hidráulica	151
Anexo 6.2. Certificado de Calibración del Termómetro de Contacto.....	152

Lista de Tablas

TABLA 1 FUENTES DE INCERTIDUMBRE	21
TABLA 2 FUENTES DE INCERTIDUMBRE	21
TABLA 3 CLASIFICACIÓN E NEOPRENOS.....	23
TABLA 4 REQUISITOS PARA EL USO DE COJINES DE NEOPRENO.....	23
TABLA 5 TOLERANCIAS DE EDAD DE ENSAYO DE LOS ESPECÍMENES	28
TABLA 6 ESFUERZO DE COMPRESIÓN Y MÁXIMO ESPESOR DE LA CAPA DE REFRENTADO	29
TABLA 7 TOLERANCIAS DE EDAD DE ENSAYO DE LOS ESPECÍMENES	30
TABLA 8 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN.....	36
TABLA 9 RESUMEN 1.....	48
TABLA 10 RESUMEN 2.....	48
TABLA 11 RESUMEN 3.....	49
TABLA 12 RESUMEN 1 DE ENSAYO A COMPRESIÓN A EDAD DE 3 DÍAS	51
TABLA 13 RESUMEN 2 DE ENSAYOS A COMPRESIÓN A EDAD DE 3 DÍAS	52
TABLA 14 RESUMEN DE ENSAYO A COMPRESIÓN A EDAD DE 28 DÍAS.	53
TABLA 15 PROMEDIO 1 DE RESISTENCIAS A EDAD DE 3 DÍAS.....	54
TABLA 16 PROMEDIO 2 DE RESISTENCIA A EDAD DE 3 DÍAS.....	57
TABLA 17 TEMPERATURA PROMEDIO DEL AGUA DE CURADO	61
TABLA 18 T° DE CURADO – F. VACIADO 04/06	63
TABLA 19 T° DE CURADO – F. VACIADO 05/06	64
TABLA 20 T° DE CURADO – F. VACIADO 19/06	65
TABLA 21 T° DE CURADO – F. VACIADO 20/06	66
TABLA 22 T° DE CURADO – F. VACIADO 12/09	67
TABLA 23 T° DE CURADO – F. VACIADO 14/09	68
TABLA 24 T° DE CURADO – F. VACIADO 14/09	69
TABLA 25 T° DE CURADO – F. VACIADO 17/09	70
TABLA 26. T° DE CURADO – F. VACIADO 19/09	71
TABLA 27 T° DE CURADO – F. VACIADO 20/09	72
TABLA 28 . T° DE CURADO – F. VACIADO 24/09	73
TABLA 29 T° DE CURADO – F. VACIADO 03/10	74
TABLA 30 T° DE CURADO – F. VACIADO 04/10	75
TABLA 31 DIÁMETROS PROMEDIO A EDAD DE ENSAYO DE 3 DÍAS	76
TABLA 32 PROMEDIO DE RESISTENCIA A EDAD DE 28 DÍAS.....	79
TABLA 33 T° PROMEDIO A 28 DÍAS.....	87
TABLA 34 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 06/06.....	88
TABLA 35 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 07/06.....	89
TABLA 36 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 07/08.....	90
TABLA 37 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 09/08.....	91
TABLA 38 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 14/08.....	92
TABLA 39 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 15/08.....	93
TABLA 40 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 21/08.....	94
TABLA 41 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 27/08.....	95
TABLA 42 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 31/08.....	96
TABLA 43 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 05/09.....	97
TABLA 44 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 10/09.....	98
TABLA 45 T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 21/09.....	99
TABLA 46 DIÁMETRO PROMEDIO DE LOS TESTIGOS ENSAYADOS A LOS 28 DÍAS	100
TABLA 47 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 01/06.....	103
TABLA 48 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 02/06.....	104
TABLA 49 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 27/06.....	105
TABLA 50 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 30/06.....	106
TABLA 51 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 06/07	107
TABLA 52 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 12/09.....	108
TABLA 53 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 19/09.....	109
TABLA 54 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 17/09.....	110
TABLA 55 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 20/09.....	111
TABLA 56 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 24/09.....	112
TABLA 57 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 03/10.....	113

TABLA 58 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 06/06.....	114
TABLA 59 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 07/06.....	115
TABLA 60 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 09/06.....	116
TABLA 61 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 27/06.....	117
TABLA 62 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 21/07.....	118
TABLA 63 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 21/07.....	119
TABLA 64 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 21/07.....	120
TABLA 65. CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 30/07.....	121
TABLA 66 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 07/08.....	122
TABLA 67 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 09/08.....	123
TABLA 68 . CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 14/08.....	124
TABLA 69 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 15/08.....	125
TABLA 70 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 21/08.....	126
TABLA 71 . CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 27/08.....	127
TABLA 72 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 31/08.....	128
TABLA 73 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 05/09.....	129
TABLA 74 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 10/09.....	130
TABLA 75 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 21/09.....	131
TABLA 76 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE DE LA F. VACIADO 22/09.....	132
TABLA 77 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE A 3 DÍAS.....	133
TABLA 78 CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE A LOS 28 DÍAS.....	133

Lista de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 PROMEDIO 1 DE RESISTENCIA ENSAYADAS A 3 DÍAS	54
ILUSTRACIÓN 2 GRÁFICO DE RESISTENCIA DE LA FECHA 14/09/218.....	55
ILUSTRACIÓN 3 CURVA DE RESISTENCIA DE LA FECHA 17/09/2018	55
ILUSTRACIÓN 4 CURVA DE RESISTENCIA DE LA FECHA 20/09/2018	56
ILUSTRACIÓN 5 CURVA DE RESISTENCIA DE LA FECHA 24/09/2018	56
ILUSTRACIÓN 6 CURVA DE DISPERSIÓN	57
ILUSTRACIÓN 7 CURVA DE DISPERSIÓN DE LA FECHA DE VACIADO 4/06	58
ILUSTRACIÓN 8 CURVA DE DISPERSIÓN DE LA FECHA DE VACIADO 5/06	58
ILUSTRACIÓN 9 CURVA DE DISPERSIÓN DE LA FECHA DE VACIADO 19//06	59
ILUSTRACIÓN 10 CURVA DE DISPERSIÓN DE LA FECHA DE VACIADO 20/06	59
ILUSTRACIÓN 11 CURVA DE DISPERSIÓN DE LA FECHA DE VACIADO 14/09	60
ILUSTRACIÓN 12 CURVA DE DISPERSIÓN DE LA FECHA DE VACIADO 03/10	60
ILUSTRACIÓN 13 CURVA DE DISPERSIÓN DE LA FECHA DE VACIADO 4/10	61
ILUSTRACIÓN 14 GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO A EDAD DE ENSAYO DE 3 DÍAS	62
ILUSTRACIÓN 15 CURVA DE DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO A EDAD DE ENSAYO DE 3 DÍAS	62
ILUSTRACIÓN 16 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 04/06	63
ILUSTRACIÓN 17 . DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 05/06	64
ILUSTRACIÓN 18 . DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 05/06	65
ILUSTRACIÓN 19 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 20/06	66
ILUSTRACIÓN 20 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 12/09	67
ILUSTRACIÓN 21 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 14/09	68
ILUSTRACIÓN 22 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 14/09	69
ILUSTRACIÓN 23 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 17/09	70
ILUSTRACIÓN 24 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 19/09	71
ILUSTRACIÓN 25 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 20/09	72
ILUSTRACIÓN 26 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 24/09	73
ILUSTRACIÓN 27 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 03/10	74
ILUSTRACIÓN 28 DISPERSIÓN DE LA TEMPERATURA F. VACIADO 04/10	75
ILUSTRACIÓN 29 CURVA DE DISPERSIÓN DE DIÁMETROS A LA EDAD DE 3 DÍAS	76
ILUSTRACIÓN 30 DISPERSIÓN DE DIÁMETROS 1 A LA EDAD DE 3 DÍAS	77
ILUSTRACIÓN 31 DISPERSIÓN DE DIÁMETROS 2 A LA EDAD DE 3 DÍAS	77
ILUSTRACIÓN 32 DISPERSIÓN DE DIÁMETROS 3 A LA EDAD DE 3 DÍAS	78
ILUSTRACIÓN 33 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS A LA EDAD DE ENSAYO DE 28 DÍAS	80
ILUSTRACIÓN 34 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 06/06	80
ILUSTRACIÓN 35 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 07/06	81
ILUSTRACIÓN 36 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 09/06	81
ILUSTRACIÓN 37 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 27/06	82
ILUSTRACIÓN 38 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 21/08	82
ILUSTRACIÓN 39 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 27/08	83
ILUSTRACIÓN 40 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 31/08	83
ILUSTRACIÓN 41 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 05/09	84
ILUSTRACIÓN 42 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 10/09	84
ILUSTRACIÓN 43 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 14/09	85
ILUSTRACIÓN 44 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 21/09	85
ILUSTRACIÓN 45 DISPERSIÓN DE RESISTENCIAS DE LA F. VACIADO 22/09	86
ILUSTRACIÓN 46 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO A 28 DÍAS	87
ILUSTRACIÓN 47 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 06/06	88
ILUSTRACIÓN 48 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 07/06	89
ILUSTRACIÓN 49 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 07/08	90
ILUSTRACIÓN 50 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 09/08	91
ILUSTRACIÓN 51 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 14/08	92
ILUSTRACIÓN 52 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 15/08	93
ILUSTRACIÓN 53 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 21/08	94
ILUSTRACIÓN 54 . DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 27/08	95

ILUSTRACIÓN 55 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 31/08	96
ILUSTRACIÓN 56 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 05/09	97
ILUSTRACIÓN 57 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 10/09	98
ILUSTRACIÓN 58 DISPERSIÓN DE T° PROMEDIO DE LA F. VACIADO 21/09	99
ILUSTRACIÓN 59 DISPERSIÓN DE DIÁMETRO PROMEDIO DE TESTIGOS ENSAYADOS A 28 DÍAS ..	101
ILUSTRACIÓN 60 DISPERSIÓN DE D1 A 28 DÍAS	101
ILUSTRACIÓN 61 DISPERSIÓN DE D2 A 28 DÍAS	102
ILUSTRACIÓN 62 DISPERSIÓN DE D3 A 28 DÍAS	102

Lista de Figuras

FIGURA 1. MAQUINA COMPRESORA	22
FIGURA 2. REGLA MEDIDORA	22
FIGURA 3. DISPERSIÓN SEGÚN REPETIBILIDAD	26
FIGURA 4. NEOPRENO	29
FIGURA 5. ESQUEMA DE LOS TIPOS DE FALLA SEGÚN REGLAMENTO	30
FIGURA 6. HOJA DE RECEPCIÓN.....	45
FIGURA 7. FORMATO DE IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS	46
FIGURA 8. EJEMPLAR CON STICKER DE IDENTIFICACIÓN EN ESTADO FRESCO	46
FIGURA 9. EJEMPLAR CON IDENTIFICACIÓN PARA SU POSTERIOR CURADO.....	47

Resumen

El presente proyecto de investigación se desarrolló en el laboratorio de la empresa G&E LABORATORY S.A., la mencionada tesis tuvo como objetivo principal, Estimar la incertidumbre en el método de ensayo de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto para proponer la mejora del método de ensayo medido en concreto. La población a estudiar fueron las probetas de diseño $f'c$ 280 Kg/cm² ensayadas a edades de 3 y 28 días de fraguado; teniendo así una muestra total de 103 testigos de concreto de 4" x 8", siendo evaluadas 51 a edad de 3 días y 52 a edad de 28 días. Teniendo como desviación estándar entre resultados de la resistencia a la compresión del mismo diseño de mezcla ensayadas a 3 días el 10.5 % y 3.8% entre resultados máximos y mínimos y una desviación estándar a edad de 28 días de 3.8%. Motivo por el cual se decidió realizar el cálculo de la incertidumbre en el método de ensayo a compresión.

La presente investigación es de diseño experimental y tuvo como técnica de recolección de datos la utilización de fichas, como la hoja de recepción de testigos cilíndricos de concreto, así como la observación del proceso y resultados del método de ensayo a compresión del concreto. Obteniendo así que la variabilidad de los resultados de la resistencia a la compresión no dependen de las fuentes de incertidumbre, teniendo niveles de incertidumbre de 3% y 5% a edades de ensayo de 3 y 28 días respectivamente.

Palabras clave: Incertidumbre, Ensayo a la compresión, Testigos cilíndricos de concreto

Abstract

This research project was developed in the laboratory of the company G & E LABORATORY SA, the aforementioned thesis had as main objective, to estimate the uncertainty in the method of testing the results of the resistance to compression of concrete to propose the improvement of the method of test measured in concrete. The population to be studied were the design samples f_c 280 Kg / cm² tested at ages of 3 and 28 days of setting; thus having a total sample of 103 concrete witnesses of 4 "x 8", being evaluated 51 at the age of 3 days and 52 at the age of 28 days. Taking as a standard deviation between results of the compressive strength of the same mixture design tested at 3 days 10.5% and 3.8% between maximum and minimum results and a standard deviation at age of 28 days of 3.8%. Reason for which it was decided to perform the calculation of the uncertainty in the compression test method. The present research is of experimental design and had as a data collection technique the use of chips, such as the reception sheet of concrete cylindrical witnesses, as well as the observation of the process and results of the concrete compression test method. Obtaining thus that the variability of the results of the resistance to the compression does not depend on the sources of uncertainty, having levels of uncertainty of 3% and 5% at test ages of 3 and 28 days respectively.

Keywords: Uncertainty, Compression, concrete cylindrical witnesses

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad hacer pruebas de ensayo a compresión a cilindros de concreto es un requisito indispensable para la gestión de calidad de la obra; de tal manera, es importante que la resistencia de diseño cumpla con el factor de seguridad de la estructura.

Por ello que es necesario hacer hincapié en el método de ensayo de la compresión del concreto ya que el error puede radicar en el ensayo y no en la resistencia o viceversa.

Parte de gestión de calidad es considerar si el factor de seguridad está considerado dentro de los parámetros de diseño de acuerdo al diseño de la mezcla.

En la actualidad un importante aspecto en los ensayos es que estén acreditados bajo la norma ISO 17025 y están desarrollados bajo los estándares normalizados según sea el caso. En este sentido la calidad de la información proporcionada va guiada a la confianza y es de vital importancia conocer el nivel de incertidumbre asociada al resultado de las mediciones. Según norma solo se conocerá el 95% de confianza o certeza.

De manera que el objetivo es conocer y analizar la estimación de la incertidumbre en los ensayos a compresión para luego validarla y mejorar los métodos de ensayo.

Este ensayo es uno de los métodos que se aplica en el control de calidad del concreto curado a determinadas edades, los resultados permiten evaluar las propiedades del concreto suministrado a través de su resistencia específica.

La Norma, ISO 17025 abarca varios requisitos técnicos con los que debe cumplir un laboratorio para funcionar soportado como un sistema de gestión de calidad. Entre esos requisitos se encuentra la validación y el error o incertidumbre del método de ensayo que se realiza. El aseguramiento de una correcta medición en el ensayo a compresión de los testigos de concreto, es uno de los principales controles de calidad en los ensayos de laboratorio; de este componente surge el termino incertidumbre. El más grande reto para la mayoría de laboratorios es estimar la incertidumbre, la cual se asocia a todo un proceso para el mismo ensayo, tal como es la medición, pasando desde el equipo utilizado hasta la confiabilidad requerida en la estimación.

Estos parámetros de cierta forma son complejos debido a que se necesita conocer información de diferentes tipos, entre los cuales están: los datos del fabricante del equipo, datos de calibración, repetibilidad del ensayo, sin olvidar mencionar el conocimiento para saber interpretar los resultados.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Delgado et al. (2005 p.17), Instituto Mexicano del transporte – México, Tesis, “estimación de la incertidumbre en métodos de ensayos de construcción”. Publicación técnica. El objetivo principal de la investigación fue: establecer procedimientos mediante ejemplos, para la estimación de la incertidumbre en métodos de ensayo utilizados en la industria de la construcción. Entre las conclusiones más importantes tenemos: Una correcta interpretación de informes, certificados de calibración, verificación de los instrumentos de medición; nos permite evaluar la consistencia y estabilidad de los equipos a través del tiempo. Además, este control metrológico nos permite planear y optimizar los requerimientos de calibración y verificación de los equipos. Por otro lado, se concluyó que el uso de procedimientos normalizados del ensayo nos da ventaja de conocer la variabilidad de los resultados que se obtienen en parámetros específicos dados por un procedimiento establecido.

Belmar (2012), en su tesis titulada “Implementación y evaluación de equipo portátil de ensayo para determinar la resistencia a compresión del hormigón proyectado en edades tempranas”.

Tesis para optar el título de ingeniero civil; el objetivo principal de la investigación es determinar curvas de tendencia con resultados de los diferentes equipos de ensayo y de esta manera obtener factores de correlación que permitan comparar resultados.

Entre las conclusiones más importantes tenemos: Este equipo permite evaluar las muestras de hormigón bajo los conceptos y con la coherencia de los resultados que se exigen.

Piñera (2011) en su tesis “validación y estimación de la incertidumbre del ensayo a compresión de cilindros de concreto normalizado según la norma COVENIN 338:2002, con variante según la norma ASTM C1231”. Tesis para optar el título de ingeniero civil; este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una metodología para la validación y estimación de la incertidumbre el ensayo a compresión de cilindros de concreto, mediante la evaluación de los parámetros de desempeño del método, el diseño y ejecución de una matriz experimental y la consideración de todos los factores que afectan el resultado del ensayo, Se concluyó que determinó a través de un estudio estadístico el error del ensayo o incertidumbre y así obtener un resultado confiable.

Delgado et al. (2005), Instituto Mexicano del transporte – México, Tesis, “estimación de la incertidumbre en métodos de ensayos de construcción”

El objetivo de esta investigación, es mostrar el desempeño individual del personal especializado en el ensayo de aptitud “rotura por compresión de probetas de hormigón” detallando el desarrollo del proceso de organización, aplicación de metodologías estadísticas, evaluación de los datos y conclusiones obtenidas.

Se concluyó que por cada participante varia la forma en el cual se desarrolla el ensayo utilizando la misma normativa y manual por ende es importante el personal capacitado para no obtener valores de desfase o desviación estándar mayor al 12% por cada testigo de concreto de la misma descripción tanto como de la misma edad y diseño.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Sánchez (2010), en su tesis “incertidumbre de los resultados medidos en el ensayo de tracción, obtenidos en las máquinas del laboratorio de materiales de ing. mecánica pucp”. Tesis para optar el título de ingeniero mecánico. Como principal objetivo contribuir con la mejora de los métodos de ensayo de los cuales enfatiza en el ensayo a compresión. De ello pudo concluir cuáles eran los ensayos que utilizaban instrumentos de mayor precisión, por otro lado, el método utilizado para hallar la incertidumbre se tiene en cuenta gran cantidad de variables que influyen en el resultado, permitiendo estimar no solo la naturaleza de lo que se mide si no el procedimiento seguido.

Sin embargo, también se enfatizó en la principal contribución a la incertidumbre estándar proviene de la incertidumbre debido al proceso de medida esto se debe a que el centrado de las probetas en las maquinas no es el perfecto y que las probetas de ensayo presentan desviaciones de forma y dimensiones.

Una de sus conclusiones más relevantes fue acerca de los reportes al cliente, ellos hacen hincapié en que se podría trabajar con valores de incertidumbre para cada tipo de probeta sin importar la maquina donde se realizó el ensayo, es decir una incertidumbre una incertidumbre general de laboratorio para cada tipo de probeta debido a que los valores se encuentran de acuerdo a lo que se pide en la norma ASTM C – 39.

Valencia e Ibarra, 2013), en su tesis titulada ‘‘Estudio experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple’’. Tesis para optar el título de ingeniero civil,

El objetivo de esta investigación es estimar la resistencia a compresión del concreto, basándose en un modelo de aproximación que correlacione la resistencia con la velocidad de pulso ultrasónico, con un grado de confiabilidad asociado al control permanente en obra, que permita la continuidad correcta de labores y evita los sobrecostos en obra por una mala gestión. Se concluyó que entre los modelos de aproximación estadística estudiados, el de mayor éxito, resulto ser el de aproximación cúbica, para representar los patrones de comportamiento de concretos con características similares a los del estudio.

Además de ello también se concluyó que a pesar de que la evidencia del ensayo no destructivo constituye una herramienta útil para estimar la calidad del concreto endurecido, con cierto grado de confiabilidad, en ningún caso va a reemplazar al ensayo de resistencia a compresión.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Según la GUIA GUM, (2012). Precisa que para poder empezar a evaluar de una forma operativa la incertidumbre de una medida, deben verse los valores obtenidos en una medición desde el punto de vista de la teoría de la probabilidad, por ello menciona aspectos para evaluar incertidumbres.

Variables

1.3.1. Incertidumbre

Según GUIA GUM (2008 p.4) define a la ‘‘incertidumbre de medida’’ como duda sobre la validez del resultado de una medición. La incertidumbre se estima bajo la directriz CRT- acr - 09 – D dada por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI – CRT.

1.3.2. Fuentes de incertidumbre

Según GUIA GUM (2008 p.21) estableció las siguientes fuentes de incertidumbre.

Tabla 1. Fuentes de incertidumbre

Imperfecciones Asociadas	Tipos de Incertidumbre
Instrumento de Medición	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resultados de la calibración del instrumento. ▪ Repetibilidad de las lecturas. ▪ Características del propio instrumento como resolución, deriva
Operador	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reproducibilidad de las mediciones por cambio de observadores, instrumentos u otros elementos
Medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variaciones de las condiciones ambientales
Magnitudes de Influencia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incertidumbre del patrón o del material de referencia. ▪ Definición del propio mensurando. ▪ El modelo de medición.

Fuente: GUIA GUM

En la tabla anterior se describe las fuentes de incertidumbre y sus características.

Tabla 2. Factores de incertidumbre

Ensayo:	Factor de Incertidumbre	Unidad
01.- Compresión de probetas cúbicas y cilíndricas. <u>NCh 1037</u>	Variación en la lectura del equipo.	KN
	Variación en la velocidad de aplicación de la carga.	N/m ² /s
	Variación en la toma de medidas de las probetas.	mm
	Variación en la masa de la probeta en el momento de desmoldar.	<u>Grs.</u>
	Variación en la masa de la probeta menos el agua desplazada.	<u>Grs.</u>
	Variación en la masa de la probeta después de la inmersión.	<u>Grs.</u>

Fuente. GUIA GUM

En la tabla anterior se describe los factores de incertidumbre y sus características

Instrumento de medición

En este caso el instrumento de medición es una prensa calibradora de tipo serie MCT1045; además de ello se cuenta con una regla medidora que la cual también debe pasar por un proceso de calibración.

Esta regla sirve la medir los diámetros en 3 tramos a lo largo del testigo de concreto a

ensayar; en las siguientes imágenes se podrá mostrar los instrumentos de medición usados.

Figura 1. Máquina Compresora



Fuente: propia

En la figura anterior se muestra la máquina compresora utilizada en el ensayo a compresión del concreto.

Figura 2. Regla medidora



Fuente: propia

En la figura anterior se muestra el instrumento de medición de diámetros de las probetas a ensayar, el instrumento tiene como nombre pie de rey.

Operador

En este caso se necesita de personal capacitado y especializado para que realice la medición de los cilindros de concreto y el procedimiento especificado de todo el proceso de ensayo a compresión.

Temperatura

Según el MTC indica que la temperatura promedio es de 23° C con una varianza de +/- 3°C

Procedimiento

En conformidad con la norma MTC E 723, este método operativo provee el uso de un sistema

de almohadillas para refrentado de cilindros de concreto endurecido.

Los cojines elásticos se deforman con la carga inicial para adecuarse al contorno de los terminales del cilindro y son sujetados de separación lateral excesiva por las placas y los anillos de metal para proporcionar una distribución uniforme de cargas en los cabezales de la máquina de ensayo a los extremos de los cilindros de concreto.

Los cojines serán cojines elásticos, tendrán $13 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ de espesor y el diámetro no será más pequeño en 2 mm que el diámetro interior del anillo de retención; además de ello serán fabricados de neopreno que cumplan los requisitos de la clasificación ASTM D 2000 como se menciona en siguiente cuadro:

Tabla 3. Clasificación e neoprenos

Durómetro	Clasificación ASTM D 2000
Shore A	Línea de reclamo
50	M2BC514
60	M2BC614
70	M2BC714

Fuente: MTC

En la tabla anterior se muestra la clasificación de los neoprenos a usar según las dimensiones de probetas a ensayar.

Se debe considerar que para para ser adquiridos los cojines elásticos deben contar con la siguiente información: nombre del fabricante, la dureza shore A y el rango aplicable de resistencia a la compresión; mencionadas en la siguiente tabla.

Tabla 4. Requisitos para el uso de cojines de neopreno

RC Cil MPa	Dureza Shore A	Calificación de ensayo requerido	Máximo re-usos
10 a 40	50	Ninguno	100
17 a 50	60	Ninguno	100
28 a 50	70	Ninguno	100
50 a 80	70	Requerido	50
Mayor que 80	--	No requerido	--

Fuente: MTC

En la tabla anterior se muestra los requisitos para el uso de cojines de neoprenos, para su uso en el ensayo a compresión del concreto.

Es importante examinar los cojines por el excesivo desgaste o deterioro, reemplazar los cojines fracturados o agrietados que excedan los 10mm de longitud sin importar la profundidad.

Otro dato importante mencionada en la norma es que se deben centrar la almohadilla sobre los testigos de concreto fin de tener una rotación libre para alcanzar un asentamiento uniforme.

Magnitud de influencia

La variación entre las observaciones repetidas se asume que es debida a magnitudes de influencia que pueden afectar al resultado de medida por no mantenerse totalmente constantes.

El modelo matemático de la medición, que transforma la serie de observaciones repetidas en resultado de medida es de importancia crítica ya que, además de las observaciones, incluye generalmente varias magnitudes de influencia, no conocidas con exactitud.

La Guía Gum indica que las variaciones tienen magnitud escalar es decir poseen una magnitud de medida única en cuanto al valor obtenido en tal caso también medimos covarianzas.

- **Incertidumbre típica**

Incertidumbre del resultado de una medición, expresada en forma de desviación típica

Evaluación Tipo A (de incertidumbre)

Método de evaluación de la incertidumbre mediante análisis estadístico de series de observaciones

Evaluación Tipo B (de incertidumbre)

Método de evaluación de la incertidumbre por medios distintos al análisis estadístico de series de observaciones.

- **Incertidumbre típica combinada**

incertidumbre típica del resultado de una medición, cuando el resultado se obtiene a partir de los valores de otras magnitudes, igual a la raíz cuadrada positiva de una suma de términos, siendo éstos las varianzas o covarianzas de esas otras magnitudes, ponderadas en función de la variación del resultado de medida con la variación de dichas magnitudes

- **Incertidumbre expandida**

Magnitud que define un intervalo en torno al resultado de una medición, y en el que se espera encontrar una fracción importante de la distribución de valores que podrían ser atribuidos razonablemente al mensurando.

- **Consideraciones prácticas**

Si se hacen variar todas las magnitudes de las que depende el resultado de una medición, su incertidumbre puede evaluarse por métodos estadísticos. En la práctica, sin embargo, esto no es posible, por limitaciones de tiempo y de recursos; por ello, la incertidumbre de un resultado de medida habitualmente se evalúa acudiendo a un modelo matemático de la medición, y a la ley de propagación de la incertidumbre. En la presente *Guía* está implícita la hipótesis de que a toda medición puede hacersele corresponder un modelo matemático, hasta el grado impuesto por la exactitud requerida en la medición.

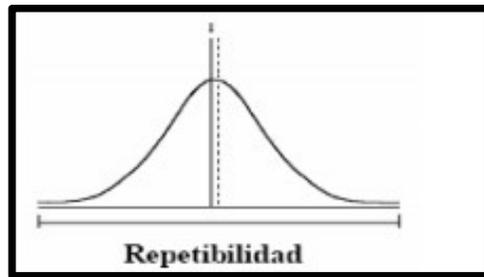
Criterios para la estimación de la incertidumbre

Repetibilidad

La Repetibilidad de los resultados de las mediciones es la cercanía entre los resultados de mediciones sucesivas de la misma magnitud por medir, efectuadas en las mismas condiciones de medición. Notas.

- a. Estas condiciones se llaman condiciones de repetibilidad.
- b. Las condiciones de repetibilidad incluyen el mismo procedimiento de medición, el mismo observador, el mismo instrumento de medición utilizado en las mismas condiciones, el mismo lugar y repetición dentro de un período de tiempo corto.
- c. La repetibilidad se puede expresar en forma cuantitativa, en función de las características de dispersión de los resultados.

Figura 3. Dispersión Según Repetibilidad



Fuente: GUIA GUM

En la figura anterior se muestra la curva de dispersión por repetibilidad

1.3.1.2. Calidad de los ensayos

La norma (ISO/IEC 17025) surgió como una guía genérica de referencia para aquellos laboratorios que realizan actividades de ensayo o calibración y que pretenden demostrar:

- Que tienen un sistema de gestión de la calidad eficaz y en mejora continua, que les permiten administrar y utilizar la documentación del laboratorio, tanto de gestión como técnica.
- Que son técnicamente competentes, demostrando la competencia técnica del personal, instalaciones y condiciones ambientales adecuadas, métodos validados, equipos controlados y patrones confiables con trazabilidad a las Unidades del Sistema Internacional.

Certificados emitidos

Los certificados emitidos van respaldados por la confiabilidad con la que se ha realizado el ensayo el cual cumple con parámetros como llevar un orden correlativo por servicio y número de elementos que están siendo ensayos, estos deben estar debidamente archivados para su consulta bajo supervisión del personal competente, los archivos deben estar libres de errores con respecto a dispersiones que superen los parámetros dados por el ASTM o en su defecto la adaptación de esta en el manual de ensayos dado por el MTC.

1.3.3. Compresión del concreto

Según el (ASTM C39) El ensayo propiamente dicho se basa en la colocación de las almohadillas en el espécimen. Antes de colocarlas se debe verificar que no tengan grietas o desgastes considerables. Se coloca el retenedor de almohadilla sobre la misma ya colocada en el cilindro. Se debe verificar que el cilindro esté alineado en el eje central con la almohadilla, el retenedor y la cabeza de carga de la máquina de ensayo.

Por otro lado:

Según el (MTC E 704, 2000 p.1) El ensayo a compresión del concreto “” consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina diciendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de este.

A continuación, se muestra la fórmula para hallar la resistencia a compresión del concreto.

$$f'c = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 1.}$$

Donde:

- $f'c$. Es la resistencia a compresión del cilindro de concreto
- F. Es la fuerza aplicada en Kgf aplicada normalmente por una prensa de ensaye a compresión calibrada.
- Es el área de la sección transversal del espécimen en cm^2

1.3.2.1. Recepción

Se recepciona los moldes de concretos legados y transportados desde obra hacia el laboratorio donde son registradas y codificadas según el procedimiento del laboratorio.

1.3.2.1.1. Registro de datos y fichas

Se registra las fichas y los datos anexadas y archivadas según el tipo de servicio para luego generar un código que distinga a cada cilindro de concreto a ser ensayado a ser único por ende se tendría registrado los días de curado características y hojas de rotura por las cuales se desarrollaría más fácil el análisis de dispersión por ensayo.

Desmoldado y curado

Según el Manual de ensayo de materiales (2016 p.794). Existen procedimientos para desmoldado de las probetas para el ensayo a compresión los cuales siguen las siguientes indicaciones.

1. El ensayo a compresión de muestras curadas en agua se hacer inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado.
2. Las muestras se deben mantener húmedas utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando son ensayadas. Se deberán ensayar en condición húmeda.
3. Todos los especímenes de una edad determinada, se deben romper dentro de las tolerancias indicadas a continuación:

4. colocación de la muestra
5. velocidad de la carga.

Tabla 5. Tolerancias de edad de ensayo de los especímenes

Edad del ensayo	Edad de ensayo
12 horas	0,25 o 2,1 %
24 horas	± 0.5 o 2.1 %
3 días	2 horas o 2.28 %
7 días	6 horas o 3.6 %
28 días	20 horas 3.0 %
56 días	40 horas o 3 %
90 días	2 días o 2.2 %

Fuente. MTC

En la tabla anterior se muestra las tolerancias de ensayo de los testigos, luego de haber sido vaciadas en sus respectivos moldes.

Curado

Según el (Manual de ensayo de materiales, 2016 p.779). Existen procedimientos para el curado de las probetas que van a ser sometidas al ensayo a compresión los cuales siguen las siguientes indicaciones.

Cubrimiento después del acabado. Para evitar la evaporación de agua del concreto sin endurecer, los testigos deben ser cubiertos inmediatamente después del acabado, preferiblemente con una platina no reactiva con el concreto, o con una lámina de plástico dura e impermeable. Se permite el uso de lona húmeda para el cubrimiento de la muestra, pero se evitará el contacto directo de la muestra con la lona, la cual debe permanecer húmeda durante las 24 horas contadas a partir del acabado de la muestra.

Extracción de la muestra. Las muestras deben ser removidas de sus moldes en un tiempo no menor de 20 horas ni mayor de 48 horas después de su elaboración cuando no se empleen aditivos; en caso contrario, se podrán emplear tiempos diferentes.

Ambiente de curado – A menos que se especifique otra cosa, las muestras se deben mantener en condiciones de humedad con temperatura de $23,0^{\circ} \pm 3,0^{\circ}\text{C}$ desde el momento del moldeo hasta el momento de ensayo.

El almacenamiento durante las primeras 48 horas de curado debe hacerse en un medio libre de vibraciones.

Procedimiento de ensayo en la máquina compresora

Objetivo

El objetivo principal del refrentado de cilindros es saber qué tipo de esfuerzos son admisibles y los tipos de refrentados que existen,

Tabla 6. Esfuerzo de compresión y máximo espesor de la capa de refrentado

Esfuerzo de compresión del cilindro	Esfuerzo mínimo del material de refrentado	Máximo espesor promedio del refrentado	Máximo espesor de cualquier parte del refrentado
3,5 - 50 Mpa (500 - 7000psi)	35 Mpa (5000 psi)	6mm (0,25")	8 mm (0,31")
> 50 Mpa (7000 psi)	Resistencia a la compresión no menor que la del cilindro	3mm (0,125")	5 mm (0,20")

Fuente. MTC

En la tabla anterior se muestra la comparación de esfuerzos y cargas en testigos que usan el neopreno como amortiguadores y los que son ensayados sin estos.

Figura 4. Neopreno



Fuente: propia

En la figura anterior muestra la condición de buen estado del neopreno a usar en el ensayo.

Ensayo

Según el (Manual de ensayo de materiales, 2016 p.794). Existen procedimientos para el ensayo a compresión los cuales siguen las siguientes indicaciones.

- El ensayo a compresión de muestras curadas en agua se hacer inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado.
- Las muestras se deben mantener húmedas utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando son ensayadas. Se deberán ensayar en condición húmeda.

- Todos los especímenes de una edad determinada, se deben romper dentro de las tolerancias indicadas a continuación:
- colocación de la muestra
- velocidad de la carga.

Tabla 7. Tolerancias de edad de ensayo de los especímenes

Edad del ensayo	Edad de ensayo
12 horas	0,25 o 2,1 %
24 horas	± 0.5 o 2.1 %
3 días	2 horas o 2.28 %
7 días	6 horas o 3.6 %
28 días	20 horas 3.0 %
56 días	40 horas o 3 %
90 días	2 días o 2.2 %

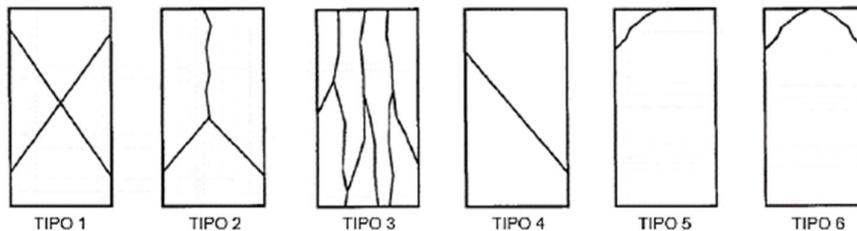
Fuente. MTC

Tipo de fallas

Según el (ASTM C-39, 2016 p.796)

Existen tipo de fallas o tolerancias a las cuales están sometidas los cilindros de concreto están son catalogadas según la siguiente tabla.

Figura 5. Esquema de los tipos de falla según reglamento



Fuente. ASTM

El gráfico anterior muestra los tipos de falla, resultado de a rotura de las probetas.

Precisión y dispersión

Precisión

La norma MTC E- 704 indica al respecto lo siguiente .La precisión de los ensayos efectuados por un solo operador sobre cilindros individuales de 100 mm por 200 mm (4" x 8") elaborados de una buena muestra de concreto, para cilindros hechos en el laboratorio y bajo condiciones normales de campo, está dada a continuación. El rango aceptable de dispersión para condiciones de campo de dos resultados 8% y tres resultados 9.5%.

1.4. Formulación del Problema

1.4.1. Problema General

Calcular la estimación de la incertidumbre del ensayo a compresión del concreto en estructuras con diseño f_c 280 kg/cm² a edades de 3 y 28 días, para la propuesta de mejoramiento del método de ensayo?

1.4.2. Problemas Específicos

1. ¿Cuáles son las fuentes de incertidumbre que intervienen en el ensayo a compresión del concreto con diseño de f_c 280 kg/cm² a edades de 3 y 28 días
2. ¿Qué criterios influyen para la estimación de la incertidumbre en los resultados del ensayo de compresión del concreto de diseño f_c 280 kg/cm² ensayadas a edades de 3 y 28 días?
3. ¿De qué manera determinar el mejoramiento del metodo de ensayo a compresión del concreto?

1.5. Justificación del estudio

La justificación de la siguiente investigación, cálculo de incertidumbre del método de ensayo a compresión del concreto, obtenidas a edades de 3 y 28 días de fraguado.

Ya que tiene como finalidad de minimizar los problemas comunes durante la producción, aseguramiento de una correcta medición durante la realización de los mismos y brindar credibilidad en los resultados.

Así ayudar en la toma de decisiones a los ingenieros de calidad responsables de obra

1.5.1. Justificación práctica

La incertidumbre nos permite ver si los resultados obtenidos del ensayo a compresión del concreto son las correctas y nos permiten tener credibilidad en que la dosificación del concreto para cierta estructura que llega a la resistencia del diseño.

1.5.2. Justificación teórica

El ensayo esta realizado según los parámetros regidos por la norma ASTM C39/ C39M- C-15 y la GUIA GUM, además se tiene en consideración los parámetros establecidos por la NTP 704 y el MTC E 704.

1.5.3. Justificación metodológica

La siguiente investigación se justifica por tener en consideración los pasos y procedimientos según en manual de ensayos del MTC E 704. Que es una norma adaptada de la norma ASTM C 39.

La estimación de la incertidumbre del ensayo a compresión del concreto será medida de las siguientes dimensiones que influyen en su cálculo: fuentes de incertidumbre y los criterios para su estimación lo cual da un diagnóstico de cómo podría fallar nuestro elemento.

La validación para el mejoramiento del método de ensayo a compresión será desarrollada a través de las dimensiones diagnosticando así el error en el proceso: recepción de muestras, procedimiento del propio ensayo, y la calidad con la cual se emiten los resultados de dicho ensayo

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

Estimar un nivel de incertidumbre de los resultados del ensayo a compresión del concreto dentro del porcentaje aceptado en la norma MTC-704 y se propone la mejora del método de ensayo.

1.6.2. Hipótesis Específicas

1. calcular las fuentes de incertidumbre que intervienen en los resultados del ensayo a compresión del concreto de diseño $f'c$ 280 Kg/cm² a edades de 3 y 28 días
2. Calcular los criterios que influyen para la estimación de la incertidumbre de los resultados del ensayo a compresión del concreto a edades de 3 y 28 días

3. Proponer Flujograma como mejora del método de ensayo a compresión para la reducción de incertidumbre.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Estimar el nivel de incertidumbre en el método de ensayo de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto para proponer la mejora del método de ensayo medido en concreto de diseño f_c 280 kg/cm²

1.7.1. Objetivos Específicos

1. calcular las fuentes de incertidumbre que intervienen en los resultados del ensayo a compresión del concreto de diseño f_c 280 Kg/cm² a edades de 3 y 28 días
2. Calcular los criterios que influyen para la estimación de la incertidumbre de los resultados del ensayo a compresión del concreto a edades de 3 y 28 días.
3. Proponer Flujograma como mejora del método de ensayo a compresión para la reducción de incertidumbre

II. METODOLOGÍA

2.1. Método

Según Kerlinger (1975) “La investigación científica es un proceso controlado, sistemático, empírico y crítico sobre las presuntas relaciones entre los fenómenos naturales.”

La siguiente investigación está basada en el método científico, porque se basa en fenómenos observables de la realidad, como son los efectos que trae consigo mismo.

2.1.2. Tipo de estudio

Cuantitativo,

Borja (2012, Pg. 11), determina que este tipo de investigación se realiza para conocer de forma confiable, la realidad a través de la recolección de datos, la cual contesta a las preguntas de investigación y además prueba las hipótesis planteadas.

2.1.3. Nivel de investigación

Nivel aplicativo, porque se plantea un problema y se resolverá de manera técnica y aplicada combinando método analítico y práctico.

2.1.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es experimental, porque se manipula la variable independiente Hernández y baptista (2006, Pg. 160) definen que en una investigación experimental [...] se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes [...]).

2.2 Variables Operacionalización

2.2.1 Variables

Para (Hernández, R, 2000). El contenido de una variable puede variar esta es susceptible a medirse y observarse de forma directa e indirecta.

V1: Incertidumbre

V2: compresión del concreto

2.2.2 Operacionalización de variable

Tabla 8. Matriz de Operacionalización

VARIABLES	DETERMINACIÓN CONCEPTUAL	DETERMINACION METODOLOGICA	DIMENSIONES	INDICADORES
ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	SEGÚN LA GUIA GUM (2012) : La palabra incertidumbre, y por tanto, en su sentido más amplio "incertidumbre de medida", significa duda acerca de la validez del resultado de una medida.	La estimación de la incertidumbre del ensayo a compresión del concreto sera medida de las siguientes dimensiones que influyen en su calculo: fuentes de incertidumbre, criterios para su estimación y los tipos de fallas que genera la rotura; lo cuál da un diagnostico de como podria fallar uestro elemento.	FUENTES DE INCERTIDUMBRE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
				DIAMETRO DE LA PROBETA
				TEMPERATURA DE CURADO
			CRITERIOS PARA SU ESTIMACIÓN	REPETIBILIDAD
				INCERTIDUMBRE EXPANDIDA
ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	Los resultados de este método de ensayos e usan como una base para el control de calidad de la proporción, mezclado y la colocación del concreto, determinación del cumplimiento de especificaciones, control para la evaluación de la eficacia de aditivos y usos similares.	La validación para el mejoramiento del método de ensayo a compresión será desarrollado a través de las dimensiones diagnosticando así el error en el proceso: recepción de muestras, procedimiento del propio ensayo, y la calidad con la cuál se emiten los resultados de dicho ensayo.	RECEPCIÓN	REGISTRO DE DATOS Y FICHAS
			ENSAYO	ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población Muestra

2.3.1. Población

Borja (2012 pág. 30), indica que, población es el conjunto de elementos que son tema de estudio; desde el punto de vista estadístico.

Se desea investigar la incertidumbre en el ensayo a compresión del concreto, en la ciudad de Lima, Distrito de cercado de Lima.

La población radica en testigos de concreto de estructuras tales como muros anclados, placas, columnas y losas macizas con diseño $f'c$ 280 kg/cm² a edades de 3 y 28 días de fraguado

2.3.2. Muestra

La muestra está compuesta por 51 probetas de diseño $f'c$ 280 kg/cm² ensayadas a edad de 3 días y 52 probetas de $f'c$ 280 kg/cm² ensayadas a edad de 28 días. Para ello se analiza la muestra y se halla la desviación estándar de los datos analizados

- Primer bloque de ensayo a edad de 3 días $f'c$ 280 kg/cm²

Estadísticos

N	Válido	19
	Perdidos	0
Media		178,5263
Moda		143,00 ^a
Desviación estándar		35,50019

En el primer bloque de ensayos se registra una desviación estándar de 10.5% entre resultados.

- Segundo bloque de ensayo a edad de 3 días $f'c$ 280 kg/cm²

Estadísticos

N	Válido	32
	Perdidos	0
Media		185,2188
Moda		172,00
Desviación estándar		15,03487

En el segundo bloque de ensayos se registra una desviación estándar de 9.4% entre resultados

- Ensayo a edad de 28 días $f'c$ 280 kg/cm²

Estadísticos		
N	Válido	52
	Perdidos	0
Media		315,3077
Moda		252,00 ^a
Desviación estándar		126,76264

En el ensayo a edad de 28 días se registra una desviación estándar de 3.8 % entre resultados.

2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Según Rojas (2004 pág. 128), indica que son las técnicas que se van a utilizar para obtener la información. Cada una de estas técnicas de debe definir, justificar y describir. Algunas de ellas son: Análisis de documentos, observación directa, encuestas y entrevista.

Para la realización del proyecto de investigación se aplicó la observación directa y el análisis de documentos, donde se realizó un seguimiento al método de ensayo a compresión del concreto que llega al laboratorio para ser medido, en este caso nos enfocamos en el concreto de diseño $f'c$ 280 kg/cm².

2.4.2. Instrumentos de investigación

Según Arias (2006 pág. 68) indica que un instrumento de recolección de datos es todo recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para registrar o almacenar información. Para el proyecto de investigación se utilizó ficha de recolección de datos y formato de reporte de ensayos que maneja la empresa donde se va a realizar la investigación.

2.4.3. Validez

Según Hernández et al. (2010 pág. 204) nombra a la Validez de expertos como el grado en que supuestamente un instrumento de investigación mide las variables, de acuerdo con el criterio de los expertos del tema.

El instrumento de recolección de datos dados en este proyecto de investigación tiene la validez de la empresa G&E laboratory S.A. donde se está llevando a cabo la investigación.

Además de ello se presenta la matriz de validación de parte de los jueces.

2.4.4. Confiabilidad

Para este proyecto de investigación serán dos jurados que evaluarán el nivel de confiabilidad del estudio.

2.5. Métodos de análisis

Según Hernández et al. (2010) establece que, al analizar datos, en los métodos mixtos, para el investigador, son confiables los procedimientos estandarizado-cuantitativos (estadística descriptiva e inferencial) y cualitativos (codificación y evaluación temática) además de análisis combinados.

Se aplicó las fichas de recolección de datos en hojas de papel físicas y en hojas de cálculo de MS Excel. La información recopilada en las fichas técnicas sirvió para realizar la clasificación y separación de probetas por diseño y edades, por lo cual van a seguir la metodología de ensayo. Además de ello se realizará un primer análisis de la información brindada por los clientes, para corroborar si la información es válida o posee algún error; de acuerdo a ello se pasará al siguiente paso. Una vez realizada las inspecciones y llenado de las fichas se procederá a realizar un resumen de los ensayos a determinadas fechas para ser registradas en una hoja de MS Excel para su futura programación de rotura.

Se analizará si las condiciones para la realización del ensayo cumplen con los estándares regidos por la norma ASTM C-39, teniendo como guía el manual de ensayos dados por el MTC.

Se elaboraron tablas donde se registró los problemas que se encontró en el método de ensayo a compresión de las probetas.

A. Estimación de la incertidumbre asociada a la fuerza

$$u_{C(F)} = (u_{(cal)}, u_{(R)}) \dots\dots\dots Ecuación 2.$$

Donde:

- $u_{C(F)}$. Es la incertidumbre combinada de la fuerza.

- $u_{(cal)}$. Es la incertidumbre de la calibración de la prensa de ensaye a compresión obtenida por el informe de calibración.
- $u_{(R)}$. Es la incertidumbre de la resolución de la prensa de ensaye a compresión obtenida en *kgf*.

B. Incertidumbre de la resolución de la prensa de ensaye a compresión.

$$u_{(R)} = \frac{r}{2\sqrt{3}} \dots\dots\dots Ecuación 3$$

Donde:

- $u_{(R)}$. Es la incertidumbre de la resolución obtenida en *kgf*.
- r . Es la resolución mínima de la prensa de ensaye a compresión obtenida en *kgf*.
- $2\sqrt{3}$. Es una constante.

C. Incertidumbre de la calibración de la máquina.

$$u_{(cal)} = \frac{U}{K} \dots\dots\dots Ecuación 4$$

Donde:

- $u_{(cal)}$. Es la incertidumbre expandida de calibración obtenida en *kgf*.
- U . Es la incertidumbre de la prensa de ensaye a compresión no empleando el factor de cobertura
- K . Es igual a 2 ya indica un nivel de confianza del 95.45% que representa la probabilidad que el mensurando contenga al valor verdadero dentro de una distribución normal.

D. Obtención de los coeficientes de sensibilidad asociados a la fuerza.

$$f (cal)' = 1 \quad f (R)' = 1 \dots\dots\dots Ecuación 5$$

Donde:

- $f(cal)' = 1$. Es la derivada de la variable calibración que es igual a uno que es la única variable de entrada.
- $f(R)' = 1$. Es la derivada de la variable calibración que es igual a uno ya que es la única variable de entrada.

E. Incertidumbre asociada a la resolución del instrumento de medición.

$$u_{(R)} = \frac{r}{2\sqrt{3}} \dots\dots\dots Ecuación 6$$

Donde:

- $u_{(R)}$. Es la incertidumbre de la resolución obtenida en *cm*.
- r . Es la resolución mínima del instrumento de medición (calibrador vernier, regla metálica).
- $2\sqrt{3}$. Es una constante.

F. Obtención de los coeficientes de sensibilidad asociados al diámetro.

$$u_{(d)} = (u_{(cal)}, u_{(R)}) \dots\dots\dots Ecuación 7$$

Donde:

- $u_{(d)}$. Es la incertidumbre combinada del diámetro.
- $u_{(cal)}$. Es la incertidumbre de medición, la obtenemos a partir de informe de calibración o registro de verificación en unidades de *cm*.
- $u_{(R)}$. Es la incertidumbre de la resolución obtenida en unidades de *cm*.

G. Estimación de la incertidumbre combinada del diámetro

$$uc_{(d)} = \sqrt{1 * u(cal)^2 + 1 * u(R)^2} \dots\dots\dots Ecuación 8$$

H. Incertidumbre combinada del área.

$$uc_{(A)} = \sqrt{\frac{\partial A}{\partial d}} * uc_{(d)} \quad \text{.....Ecuación 9}$$

I. Incertidumbre expandida a la resistencia a la compresión.

$$U_{f'c} = uc_{f'c} * (k) \quad \text{.....Ecuación 10}$$

2.6. Aspectos éticos

Se da fe que todas las fuentes consignadas en esta investigación fueron debidamente referenciadas, así mismo que los datos obtenidos serán descritos fielmente en la parte de los resultados.

III. RESULTADOS

Para el desarrollo del siguiente proyecto de investigación se utilizaron las instalaciones del laboratorio de la empresa G&E laboratory S.A. el cuál se encuentra en proceso de certificación.

Los instrumentos y equipos utilizados fueron los siguientes:

- Prensa Hidráulica: La prensa de compresión hidráulica se ha diseñado para llevar a cabo la prueba de resistencia a la compresión de los contenedores, cubos de hormigón, bloques de cilindros y otros materiales de acuerdo con el estándar internacional.
- Pie de Rey: También llamado vernier, es un instrumento de medición que nos permite tomar medidas de longitud mucho más precisas, los valores son leídos en una pantalla de cristal. Está constituido por un par de reglas, una fija y una deslizante, unos topes que facilitan la medida de dimensiones exteriores, dimensiones interiores y profundidades de objetos.

Los equipos e instrumentos utilizados en la investigación, cuentan con certificado de calibración vigente, los cuales se detallarán a continuación.

3.1.Recepción y transporte

La recepción y transporte de probetas de concreto se realiza una vez que el concreto se encuentre en estado endurecido, es decir no se debe realizar antes de las 24 horas debido a que podría generar grietas y fisuras por donde podría fallar la probeta y afectar en la resistencia al momento de ser ensayada

Nota: Durante el transporte, las muestras se deben proteger con un material amortiguador para evitar daño por golpes. El tiempo de transporte no debe ser superior a 4 horas.

Para ello se brindará el siguiente formato.

- Hoja de recepción de probetas de concreto: Formato donde el cliente completará los datos requeridos para emisión de certificados de rotura de probetas.

Realizada dicha coordinación, el conductor recogerá las probetas y el ingeniero encargado de la obra entregará la Hoja de Recepción (mostradas en la figura) con los siguientes datos:

- a) Código de servicio (Brindado por el laboratorio)

- b) Cantidad de probetas de concreto.
- c) Resistencia del concreto (kg/cm²).
- d) En la descripción se coloca el tipo de estructura
- e) Edad de rotura
- f) Firma del ingeniero responsable de la obra

Figura 6. Hoja de Recepción

	ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE	RECEPCIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO	Cód.: G&E-FG-2018-04 Ver.: 01 Apr.: L.E.R. Fec.: MAY - 2018								
Ubicación: Jr. Huancayo 288 piso1 - Cercado de Lima / Telf.: (01) 239-7036 Email: ventas@gelaboratory.com / gyelaboratorysa@gelaboratory.com web: www.gelaboratory.com / +51 970199217		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="font-size: small;">N° DE CORRELATIVO</th> </tr> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>		N° DE CORRELATIVO							
N° DE CORRELATIVO											

CÓDIGO DE COTIZACIÓN : _____

FECHA DE RECEPCIÓN : _____

CÓDIGO DE SERVICIO : _____

FECHA DE ENTREGA : De acuerdo a fechas de rotura

DATOS DEL SERVICIO :

CANTIDAD N°	RESISTENCIA F'c (Kg / cm ²)	DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACIADO D - M - A	EDADES (Días)							OBSERVACIONES
				1	2	3	7	14	21	28	

CANTIDAD TOTAL DE ENSAYOS SOLICITADOS : _____

Para la Recepción de Probetas:

SOLICITADO POR MEDIO DE :
 Correo Electrónico
 Presencial

TIPO DE SERVICIO :
 Acreditado
 No acreditado

 G&E LABORATORY S.A.
 Responsable de la Recepción

 FIRMA DEL CLIENTE
 Responsable de la Entrega

OBSERVACIONES: _____

 Responsable de la Ejecución

 Responsable de la Revisión

Fuente: laboratorio G&E.

Para la identificación de las probetas de concreto en estado fresco se le otorgará stickers, para su respectivo pegado en la parte superior de la probeta en estado fresco. Estos stickers permiten que se identifiquen a las muestras para no generar error de confusión durante el proceso de transporte hasta el laboratorio. Estas muestras son identificadas por los clientes, haciéndose así responsables de la identidad de cada probeta. Descartando así el nivel de incertidumbre durante el transporte

Figura 7. Formato de identificación de Probetas

G&E LABORATORY S.A.	IDENTIFICACIÓN DE PROBETA
CODIGO DE SERVICIO:	
Nº DE PROBETA:	
FECHA DE VACIADO:	/ /
EDAD DE ROTURA:	
RESISTENCIA:	Kg/Cm²

Fuente: laboratorio G&E

La siguiente imagen es el ejemplar de cómo deben estar colocadas los sticker para su correcta identificación

Figura 8. Ejemplar con sticker de identificación en estado fresco



Fuente: Laboratorio G&E

3.2.Desmoldado y curado.

Una vez recibidas las muestras son transportadas al laboratorio para su respectiva identificación y curado; para ello se sigue los siguientes pasos:

- Se procederá al desmoldado con la máquina compresora de aire.
- Las hojas de recepción de probetas pasaran a ser procesadas al sistema para su respectiva codificación, lo que los hace única a cada probeta de concreto.

La siguiente imagen hace referencia a la identificación de probetas en el laboratorio, esta se lleva a cabo en base a la hoja de recepción e identificación del sticker de cada probeta, que es responsabilidad del cliente. Descartando así incertidumbre en este paso.

Figura 9. Ejemplar con identificación para su posterior curado



Fuente: Elaboración propia

- Para el curado se almacena los cilindros de concreto en condiciones adecuadas de humedad, siempre cubiertas por agua a una temperatura de entre $23 \pm 3 \text{ C}^\circ$
- Un día antes del ensayo se imprimirá el formato de rotulación de probetas para ser entregadas al personal técnico, el cual verificará y seleccionará
- Las probetas de concreto a ensayar de acuerdo a su edad de rotura

3.2.1. Base de datos

Como base de datos se tendrá tres cuadros resumen de la hoja de recepción de probetas de concreto donde se detalla la descripción de las muestras a ensayar a edades de 3 y 28 días de curado que poseen diferentes descripciones es decir son de diferentes estructuras con diferente fin.

En el siguiente cuadro se observa un resumen o base de datos de la recepción de todas las probetas a ensayar donde lo siguiente:

- número de correlativo
- número de elemento
- número de registro
- tipo de estructura vaciada
- fecha de vaciado – fecha de recepción
- $f'c$ de diseño del elemento
- cantidad de probetas vaciadas
- edad de ensayo

A continuación, se detalla la hoja de recepción con estructuras de diseño $f'c$ 280 kg/cm^2 a edades de 3 días de curado

Tabla 9. Resumen 1

#CORRELATIVO HOJA DE RECEPCIÓN	Elemento	REGISTRO	TIPO	Estructura	Fecha de Vaciado	Fecha de Recepción	f'c (kg/cm ²)	Cant. Probetas	ENSAYOS								Comentarios	
									1	2	3	4	5	6	7	14		21
0010	2	11	PROBETA	MURO AN 02.20	27/06/2018	30/06/2018	280	3			1				1		1	
0014	1	16	PROBETA	MURO AN 02.11, AN 02.13, AN 02.15	06/07/2018	09/07/2018	280	9			3				3		3	
0053	1	85	PROBETA	LOSA TECHO CISTERNA	14/09/2018	15/09/2018	210	6			2				2		2	DEBE LLEGAR A SU RESISTENCIA A 1 DÍA
0055	1	87	PROBETA	LOSA TECHO SECTOR 1 - SOTANO 3	17/09/2018	18/09/2018	280	6			3						3	
0057	1	90	PROBETA	PLACA	19/09/2018	20/09/2018	280	6			2				2		2	
0058	1	91	PROBETA	LOSA	20/09/2018	21/09/2018	280	12			4				4		4	
0061	1	94	PROBETA	LOSA	24/09/2018	25/09/2018	280	12			4				4		4	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resumen 2

#CORRELATIVO HOJA DE RECEPCIÓN	Elemento	REGISTRO	TIPO	ESTRUCTURA	Fecha de Vaciado	Fecha de Recepción	f'c (kg/cm ²)	Cant. Probetas	ENSAYOS									
									1	2	3	4	5	6	7	14	21	28
0014	1	25	PROBETA	MURO PANTALLA 1.08/ 1.10	01/06/2018	04/06/2018	280	4			2				2			
0015	2	28	PROBETA	MURO PANTALLA 1° ANILLO 1.32	02/06/2018	04/06/2018	280	5			3				2			
0016	1	29	PROBETA	RO PANTALLA 1° ANILLO (1.07/1.11/1.	04/06/2018	05/06/2018	280	6			3				3			
0017	2	32	PROBETA	RO PANTALLA 1° ANILLO (1.04/1.09/1.	05/06/2018	06/06/2018	280	6			3				3			
0025	1	44	PROBETA	MURO PANTALLA (23.1/23.2/3.20)	19/06/2018	20/06/2018	280	6			3				3			
0026	1	45	PROBETA	MURO PANTALLA (3.17/3.16)	20/06/2018	21/06/2018	280	6			3				3			
0029	1	48	PROBETA	MURO PANTALLA (3.13/3.25/3.24)	30/06/2018	02/07/2018	280	6			3				3			
0090	1	186	PROBETA	TECHO 14 - SECTOR 1	12/09/2018	13/09/2018	280	6			3				3			
0092	1	195	PROBETA	TECHO 15 - SECTOR 1	14/09/2018	15/09/2018	280	6			3				3			
0105	1	220	PROBETA	TECHO 2 - SECTOR 2 - TORRE B	03/10/2018	04/10/2018	280	6			3				3			
0106	1	222	PROBETA	TECHO 2 - SECTOR 1 - TORRE B	04/10/2018	05/10/2018	280	6			3				3			

Fuente: Elaboración propia


 JOHN NELINHO
 TACZA ZEVALLOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CPD N° 121824

3.3. Ensayo

Una vez identificadas las probetas el día en que se van a realizar la rotura, se identifican en su respectiva poza de curado, la cual debe encontrarse en una temperatura promedio de 23 ± 3 centígrados.

Las caras del cilindro son rematadas, con el fin de obtener una distribución uniforme de la carga, para ello se tapa con almohadillas de neopreno, el proceso de refrenado se hará de la siguiente manera:

- Se examina el neopreno, para descartar rajaduras o agrietamientos, como se observa en la siguiente
- Se inserta el neopreno en los platos retenedores y luego se inserta el cilindro.

Se procede al ensayo a compresión.

En el siguiente cuadro de resumen se visualiza el ensayo realizado a 3 y 28 días, donde se visualiza los errores de dispersión además de que las probetas no llegan al diseño establecido por norma para el fin establecido por el ingeniero de calidad de obra.

En cuanto a la resistencia a 28 días de edad se verifica la curva progresiva pero en los ensayos realizados se observa como no llega a calidad óptima de edad de diseño del concreto.

- Se realizó el ensayo de 52 probetas de concreto para estructuras con diseño $f'c$ 280 kg/cm^2 a edades de 3 días de curado.
- Se realizó el ensayo de 51 probetas de concreto para estructuras con diseño $f'c$ 280 kg/cm^2 a edades de 28 días de curado.

A continuación, se muestra las tablas resumen de los resultados del ensayo a edades de 3 y 28 días.

Tabla 12. Resumen 1 de ensayo a compresión a edad de 3 días

ITEM	REGISTRO	Fecha de Vaciado	Edad	Fecha de Ensayo	Cantidad Ensayos	ENSAYO 1					ENSAYO 2					ENSAYO 3				
						Dprom (cm)	Carga	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm ²)	Tipo de Falla	Dprom (cm)	Carga	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm ²)	Tipo de Falla	Dprom (cm)	Carga	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm ²)	Tipo de Falla
35	25	01-06-2018	3	04-06-2018	2	10	14328.1	17.89	182.43	5	10.01	13505.2	16.83	171.61	3					
38	28	02-06-2018	3	05-06-2018	3	10.04	15678.7	19.42	198.04	2	10.04	14457.7	17.91	182.62	2	10.04	13620.5	16.87	172.04	4
39	29	04-06-2018	3	07-06-2018	3	10.04	13566.2	16.80	171.36	4	10.02	15312.4	19.04	194.19	4	10.04	15762.2	19.52	199.09	2
44	32	05-06-2018	3	08-06-2018	3	10.05	14967	18.50	188.67	4	10.07	13268.8	16.34	166.60	2	10.08	16416.2	20.17	205.71	4
63	44	19-06-2018	3	22-06-2018	3	10.04	12772.8	15.82	161.34	2	10.04	14906.2	18.46	188.28	3	10.02	16539	20.57	209.74	4
65	45	20-06-2018	3	23-06-2018	3	10.2	13416.5	16.10	164.19	2	10.02	14941.4	18.58	189.48	2	10	16328.2	20.39	207.90	2
74	48	30-06-2018	3	03-07-2018	3	9.99	14358.2	17.96	183.18	5	9.98	15924.1	19.96	203.57	2	10	15905	19.86	202.51	2
323	186	12-09-2018	3	15-09-2018	3	10.03	13599	16.88	172.11	5	10.04	16428.8	20.35	207.51	5	10.04	16002.5	19.82	202.13	2
332	195	14-09-2018	3	17-09-2018	3	10.07	14958.1	18.42	187.81	3	10.07	15336.4	18.88	192.56	2	10.07	13958.5	17.19	175.26	2
388	220	03-10-2018	3	06-10-2018	3	10.03	12625.7	15.67	159.80	3	10.05	14016.9	17.33	176.70	2	10.04	14821.5	18.36	187.21	2
389	222	04-10-2018	3	07-10-2018	3	10.07	13998.6	17.24	175.77	2	10.07	13132.7	16.17	164.89	2	10.06	14412.6	17.78	181.32	2

Fuente: elaboración propia


 JOHN NELINHO
 TACZA ZEVALLOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 121824

Tabla 13. Resumen 2 de ensayos a compresión a edad de 3 días

ITEM	REGISTRO	Fecha de Vaciado	Edad	Fecha de Ensayo	Cantidad Ensayos	ENSAYO 1					ENSAYO 2					ENSAYO 3				
						Dprom (cm)	Carga	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm ²)	Tipo de Falla	Dprom (cm)	Carga	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm ²)	Tipo de Falla	Dprom (cm)	Carga	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm ²)	Tipo de Falla
20	11	27-06-2018	3	30-06-2018	1	9.94	13469.9	17.02	173.58	3										
32	16	06-07-2018	3	09-07-2018	3	9.93	13881.3	17.58	179.24	2	9.92	13326.8	16.91	172.43	2	9.97	15042.2	18.90	192.68	2
225	85	14-09-2018	3	17-09-2018	2	10.07	24581.2	30.27	308.64	2	10.07	21842.8	26.90	274.26	2					
232	87	17-09-2018	3	20-09-2018	3	10.05	11319	13.99	142.69	2	10.04	13386.0	16.58	169.08	2	10.03	11177.9	13.87	141.47	2
235	90	19-09-2018	3	22-09-2018	2	10.03	12701.3	15.76	160.75	2	10.03	14614.3	18.14	184.96	3					
236	91	20-09-2018	3	23-09-2018	2	10.06	11964.9	14.76	150.53	2	10.07	13335.7	16.42	167.44	2					
243	91	20-09-2018	3	23-09-2018	2	10.06	21905.5	27.03	275.59	2	10.07	20970.6	25.82	263.31	2					
300	94	24-09-2018	3	27-09-2018	2	10.07	12512.2	15.41	157.10	5	10.07	14411.3	17.74	180.95	2					
301	94	24-09-2018	3	27-09-2018	2	10.07	11387.9	14.02	142.99	5	10.06	14330.2	17.68	180.29	5					

Fuente: elaboración propia



 JOHN NELINHO
 TACZA ZEVALLOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP N° 121824

Tabla 14. Resumen de ensayo a compresión a edad de 28 días.

ITEM	REGISTRO	Fecha de Vaciado	Edad	Fecha de Ensayo	Cantidad Ensayos	ENSAYO 1					ENSAYO 2					ENSAYO 3				
						Dprom (cm)	Carga	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm ²)	Tipo de Falla	Dprom (cm)	Carga	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm ²)	Tipo de Falla	Dprom (cm)	Carga	f'c (Mpa)	f'c (kg/cm ²)	Tipo de Falla
23	2	06-06-2018	28	04-07-2018	3	10.04	17730.6	21.96	223.96	5	10.07	28016.1	34.50	351.77	1	9.99	27724.5	34.69	353.71	2
27	3	07-06-2018	28	05-07-2018	3	10.06	18163.4	22.41	228.51	2	10.07	16447.7	20.25	206.52	3	10.06	17512.9	21.61	220.33	2
29	4	09-06-2018	28	07-07-2018	3	10.05	49154.8	60.77	619.65	3	10.07	48480.1	59.69	608.72	2	10.08	45055.9	55.37	564.60	2
57	11	27-06-2018	28	25-07-2018	1	9.98	42350.3	53.09	541.38	2										
135	27	21-07-2018	28	18-08-2018	1	10.03	17011.6	21.11	215.30	2										
136	28	21-07-2018	28	18-08-2018	1	10.04	18088.1	22.41	228.47	2										
137	29	21-07-2018	28	18-08-2018	1	10.03	20392.1	25.31	258.09	2										
177	43	30-07-2018	28	27-08-2018	1	10.01	19133.4	23.84	243.13	3										
196	54	07-08-2018	28	04-09-2018	1	10.07	20245.5	24.93	254.20	2										
197	55	07-08-2018	28	04-09-2018	1	10.07	20738.9	25.54	260.40	3										
198	56	07-08-2018	28	04-09-2018	1	10.05	19701	24.35	248.35	2										
202	59	09-08-2018	28	06-09-2018	1	10.03	13768.6	17.09	174.26	4										
203	60	09-08-2018	28	06-09-2018	1	10.07	14514.3	17.87	182.24	5										
204	61	09-08-2018	28	06-09-2018	1	10.02	21146.8	26.30	268.18	3										
214	67	14-08-2018	28	11-09-2018	1	10.05	19907.2	24.61	250.95	2										
215	68	14-08-2018	28	11-09-2018	1	10.03	19948.8	24.76	252.48	2										
216	69	15-08-2018	28	12-09-2018	1	10.07	14961.8	18.42	187.86	5										
217	70	15-08-2018	28	12-09-2018	1	10.07	19306.8	23.77	242.42	2										
226	72	21-08-2018	28	18-09-2018	3	10.08	21874.4	26.88	274.11	2	10.07	27123.8	33.40	340.57	2	10.07	17028.8	20.97	213.81	3
237	73	27-08-2018	28	24-09-2018	3	10.06	20429.8	25.21	257.03	2	10.05	20673.4	25.56	260.61	3	10.07	19612	24.15	246.25	2
244	74	31-08-2018	28	28-09-2018	3	10.07	21450.5	26.41	269.33	3	10.08	20529.4	25.23	257.26	5	10.07	19745.8	24.31	247.93	5
253	77	05-09-2018	28	03-10-2018	3	10.05	20673.6	25.56	260.61	5	10.04	27795.9	34.43	351.09	2	10.03	20577.1	25.54	260.43	5
254	78	05-09-2018	28	03-10-2018	3	10.03	20245.2	25.13	256.23	5	10.02	22552.6	28.05	286.00	2	10.04	21280.5	26.36	268.80	2
262	81	10-09-2018	28	08-10-2018	3	10.06	21741.1	26.82	273.52	2	10.05	20750.4	25.65	261.58	2	10.06	20298.3	25.04	255.37	2
273	85	14-09-2018	28	12-10-2018	2	10.07	48329	59.51	606.82	3	10.07	50342.3	61.99	632.10	3					
296	92	21-09-2018	28	19-10-2018	3	10.04	18888.6	23.40	238.58	5	10.04	19915.3	24.67	251.55	2	10.06	24731.6	30.51	311.15	4
297	93	22-09-2018	28	20-10-2018	3	10.07	15962	19.65	200.42	2	10.06	19803.2	24.43	249.14	5	10.04	17620.8	21.83	222.57	4

Fuente: elaboración propia


 JOHN NELINHO
 TACZA ZEVALLOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 121824

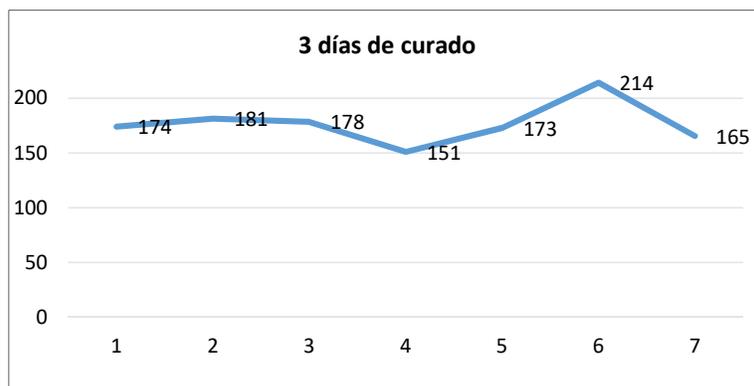
Tabla 15. Promedio 1 de resistencias a edad de 3 días

DETALLES			EDAD				promedio 3 días resistencia (kg/cm2)	cantidad de probetas	Diseño de mezcla
REGISTRO	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	3 días						
11	MURO AN 02.20	27/06/2018	174				174	1	280
16	MURO AN 02.11, AN 02.13, AN 02.15	06/07/2018	179	172	193		181	3	280
85	LOSA TECHO CISTERNA	14/09/2018	183	174			178	2	210
87	LOSA TECHO SECTOR 1 - SOTANO 3	17/09/2018	143	169	141		151	3	280
90	PLACA	19/09/2018	161	185			173	2	280
91	LOSA	20/09/2018	151	167	276	263	214	4	280
94	LOSA	24/09/2018	157	181	143	180	165	4	280

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta el diagrama de promedio de resistencias 1 a edad de ensayo de 3 días.

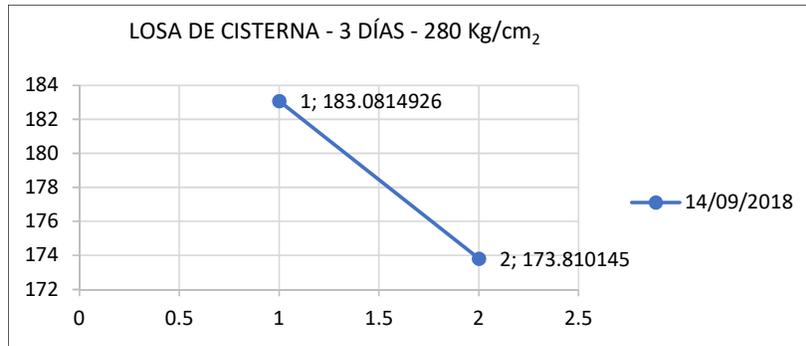
Ilustración 1. Promedio 1 de resistencia ensayadas a 3 días



Fuente: elaboración propia

Los primeros ensayos a compresión de testigos cilíndricos de concreto a 3 días, pertenecen a diseño de concreto de $f'c$ 280 Kg/cm² para estructuras importantes, de donde se mide la reproducibilidad del ensayo, dicho sea de paso de miden el diámetro promedio de cada testigo y la temperatura promedio de cada posa de curado donde están sumergidas los testigos a ensayar.

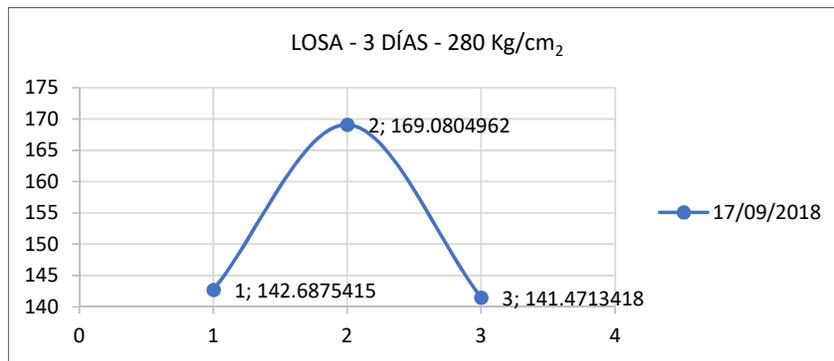
Ilustración 2. Gráfico de resistencia de la fecha 14/09/218



Fuente: elaboración propia

Se observa que el promedio de resistencia de 178 kg/cm², se ensayaron 2 probetas de concreto, de la cual existe dispersión de +/- 5kg/cm².

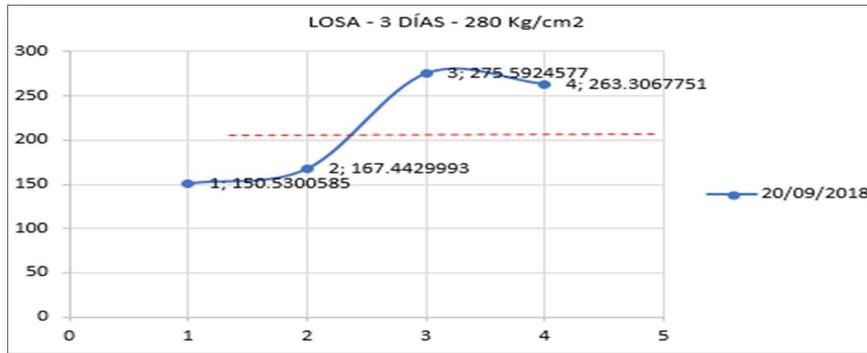
Ilustración 3. Curva de resistencia de la fecha 17/09/2018



Fuente: elaboración propia

Se observa que el promedio de resistencia de 151 kg/cm², se ensayaron 3 probetas de concreto, de la cual existe dispersión de +/- 18 kg/cm².

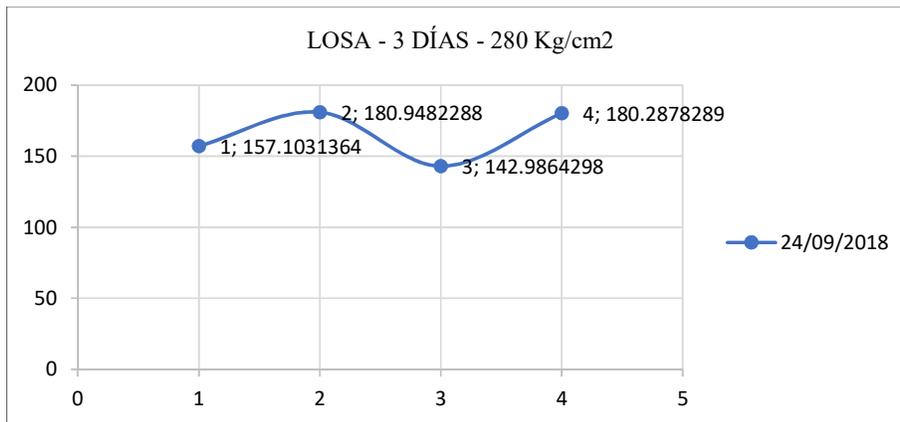
Ilustración 4. Curva de resistencia de la fecha 20/09/2018



Fuente: elaboración propia

Se observa que el promedio de resistencia de 151 kg/cm², se ensayaron 3 probetas de concreto, de la cual existe dispersión de ± 18 kg/cm².

Ilustración 5. Curva de resistencia de la fecha 24/09/2018



Fuente: elaboración propia

Se observa que el promedio de resistencia de 151 kg/cm², se ensayaron 4 probetas de concreto, de la cual existe dispersión de ± 18 kg/cm².

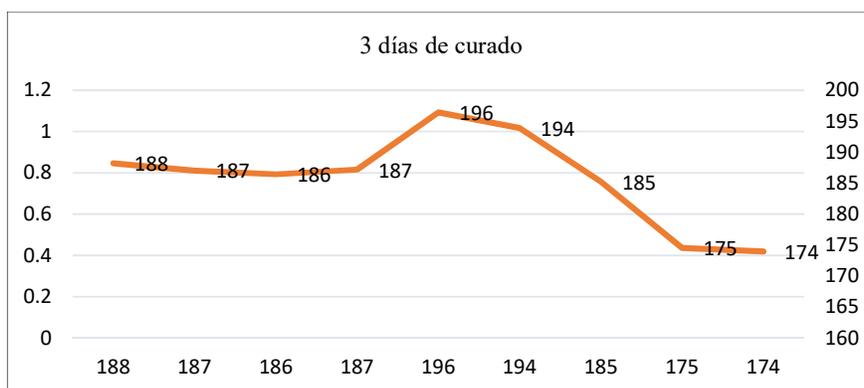
Tabla 16. Promedio 2 de resistencia a edad de 3 días

REGISTRO	DETALLES		EDAD			3 días (kg/cm ²)	cantidad de probetas	Diseño de mezcla (Kg/cm ²)
	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	3 días					
25	MURO PANTALLA 1.08/1.10	01/06/2018	182	172		177	2	280
28	MURO PANTALLA 1° ANILLO 1.32	02/06/2018	198	183	172	184	3	280
29	MURO PANTALLA 1° ANILLO (1.07/1.11/1.13)	04/06/2018	171	194	199	188	3	280
32	MURO PANTALLA 1° ANILLO (1.04/1.09/1.28)	05/06/2018	189	167	206	187	3	280
44	MURO PANTALLA (23.1/23.2/3.20)	19/06/2018	161	188	210	186	3	280
45	MURO PANTALLA (3.17/3.16)	20/06/2018	164	189	208	187	3	280
48	MURO PANTALLA (3.13/3.25/3.24)	30/06/2018	183	204	203	196	3	280
186	TECHO 14 - SECTOR 1	12/09/2018	172	208	202	194	3	280
195	TECHO 15 - SECTOR 1	14/09/2018	188	193	175	185	3	280
220	TECHO 2 - SECTOR 2 - TORRE B	03/10/2018	160	177	187	175	3	280
222	TECHO 2 - SECTOR 1 - TORRE B	04/10/2018	176	165	181	174	3	280

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta el diagrama de promedio de resistencias 2 a edad de ensayo de 3 días.

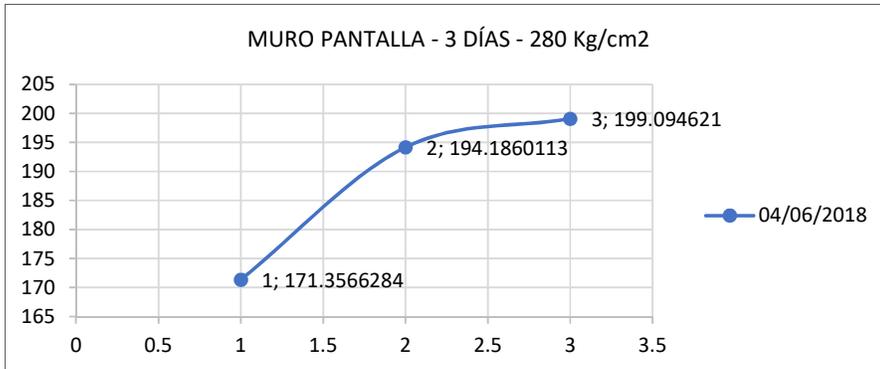
Ilustración 6. Curva de dispersión



Fuente: elaboración propia

Los primeros ensayos a compresión de testigos cilíndricos de concreto a 3 días, pertenecen a diseño de concreto de $f'c$ 280 Kg/cm² para estructuras importantes, de donde se mide la reproducibilidad del ensayo, dicho sea de paso de miden el diámetro promedio de cada testigo y la temperatura promedio de cada posa de curado donde están sumergidas los testigos a ensayar.

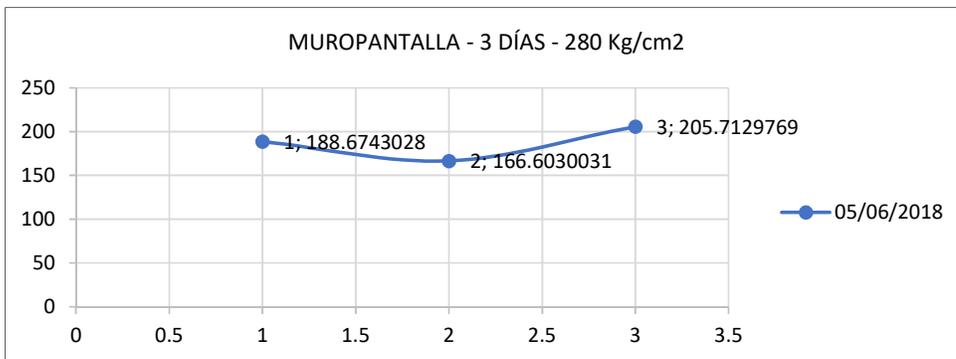
Ilustración 7. Curva de dispersión de la fecha de vaciado 4/06



Fuente: elaboración propia

Se ensayaron 3 probetas que dan como promedio de resistencia de 188 kg/cm², de la cual existe dispersión de ± 17 kg/cm².

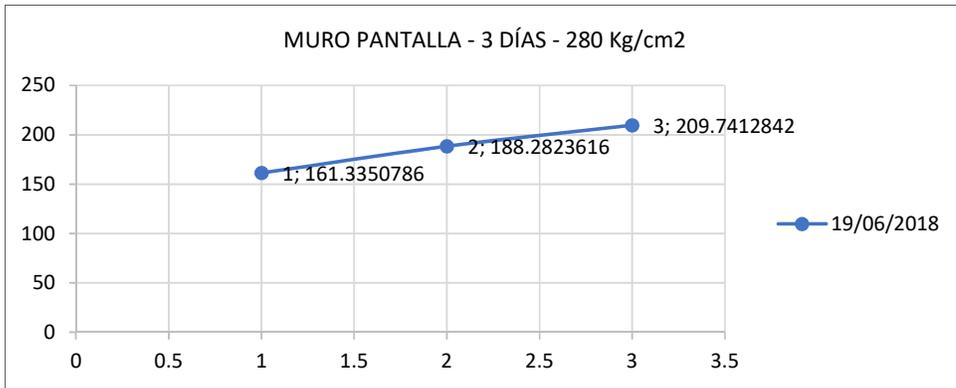
Ilustración 8. Curva de dispersión de la fecha de vaciado 5/06



Fuente: elaboración propia

Se ensayaron 3 probetas que dan como promedio de resistencia de 187 kg/cm², de la cual existe dispersión de ± 21 kg/cm².

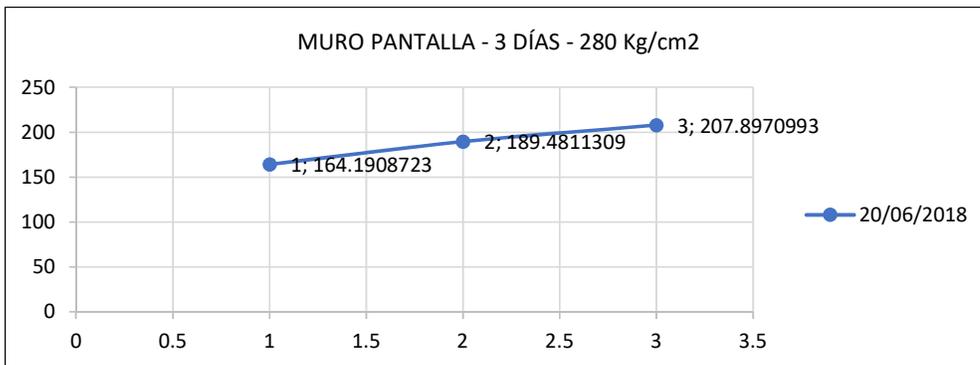
Ilustración 9. Curva de dispersión de la fecha de vaciado 19//06



Fuente: elaboración propia

Se ensayaron 3 probetas que dan como promedio de resistencia de 186 kg/cm², de la cual existe dispersión de +- 23 kg/cm².

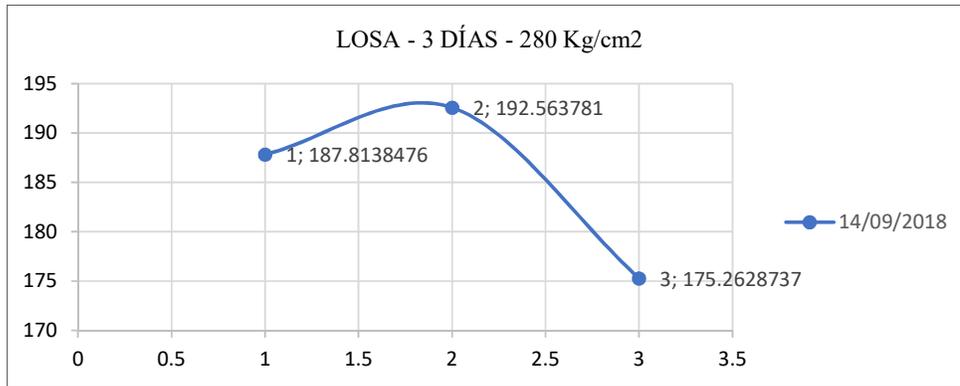
Ilustración 10. Curva de dispersión de la fecha de vaciado 20/06



Fuente: elaboración propia

Se ensayaron 3 probetas que dan como promedio de resistencia de 186 kg/cm², de la cual existe dispersión de +- 23 kg/cm².

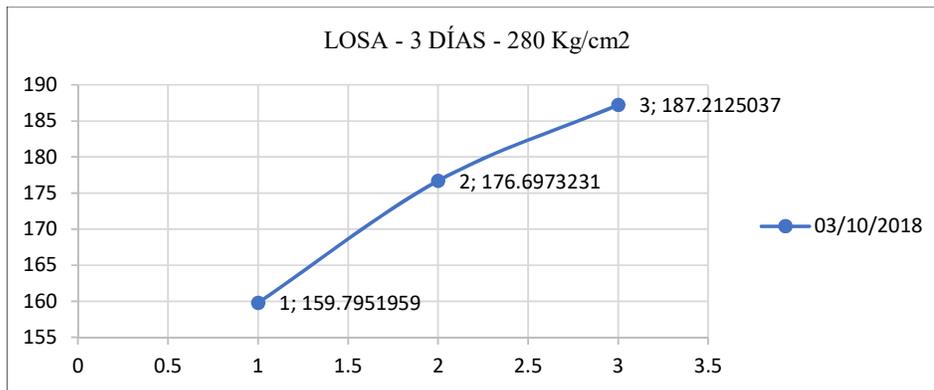
Ilustración 11. Curva de dispersión de la fecha de vaciado 14/09



Fuente: elaboración propia

Se ensayaron 3 probetas que dan como promedio de resistencia de 185 kg/cm², de la cual existe dispersión de +/- 7 kg/cm².

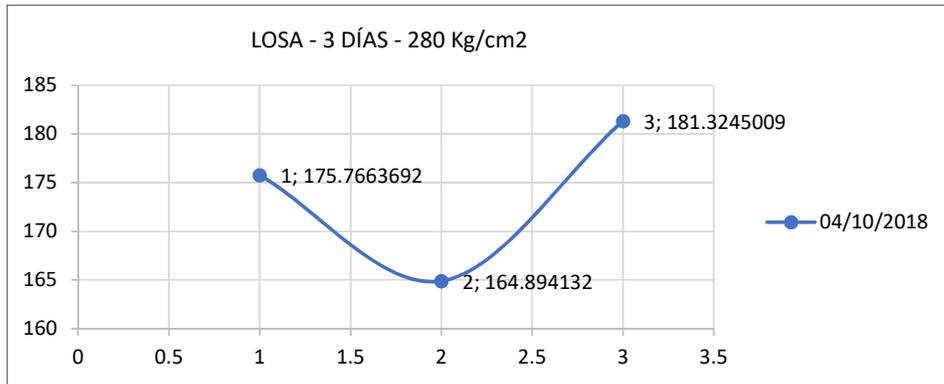
Ilustración 12. Curva de dispersión de la fecha de vaciado 03/10



Fuente: elaboración propia

Se ensayaron 3 probetas que dan como promedio de resistencia de 175 kg/cm², de la cual existe dispersión de +/- 12 kg/cm².

Ilustración 13. Curva de dispersión de la fecha de vaciado 4/10



Fuente: elaboración propia

Se ensayaron 3 probetas que dan como promedio de resistencia de 174 kg/cm², de la cual existe dispersión de +/- 10 kg/cm².

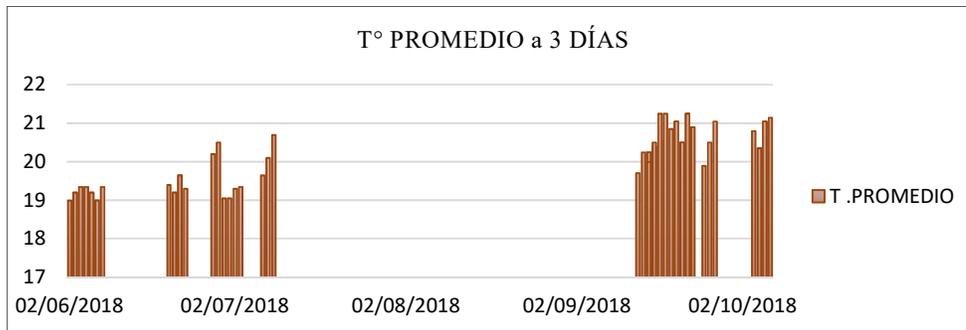
Para el ensayo a compresión del concreto también se evaluó la temperatura de las pozas de curado, como nivel de influencia en los resultados de la resistencia de los testigos de concreto.

Tabla 17. Temperatura promedio del agua de curado

FECHA	T .PROMEDIO
05/06/2018	19.35
05/06/2018	19.35
06/06/2018	19.2
07/06/2018	19
06/06/2018	19.2
07/06/2018	19
08/06/2018	19.35
20/06/2018	19.4
21/06/2018	19.2
22/06/2018	19.65
21/06/2018	19.2
22/06/2018	19.65
23/06/2018	19.3
02/07/2018	19.3
03/07/2018	19.35
13/09/2018	19.7
14/09/2018	20.25
15/09/2018	20.25
15/09/2018	20.25

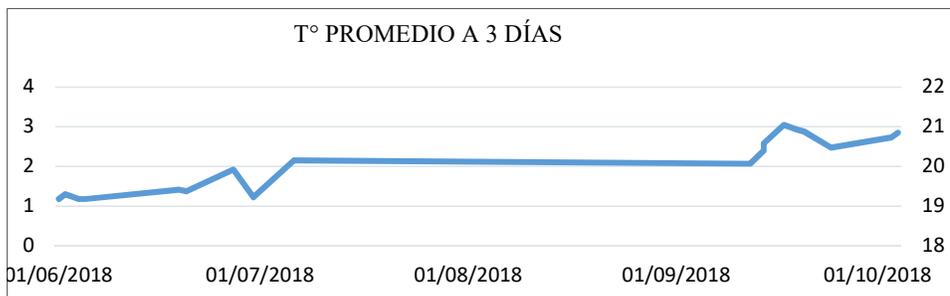
16/09/2018	20.4
17/09/2018	20.55
15/09/2018	20
16/09/2018	20.5
17/09/2018	21.25
18/09/2018	21.25
19/09/2018	20.85
20/09/2018	21.05
20/09/2018	21.05
21/09/2018	20.5
22/09/2018	21.25
21/09/2018	20.5
22/09/2018	21.25
23/09/2018	20.9
25/09/2018	19.9
26/09/2018	20.5
27/09/2018	21.05
04/10/2018	20.8
05/10/2018	20.35
06/10/2018	21.05
05/10/2018	20.35
06/10/2018	21.05
07/10/2018	21.15

Ilustración 14. Gráfico de temperatura promedio a edad de ensayo de 3 días.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15. Curva de dispersión de T° promedio a edad de ensayo de 3 días



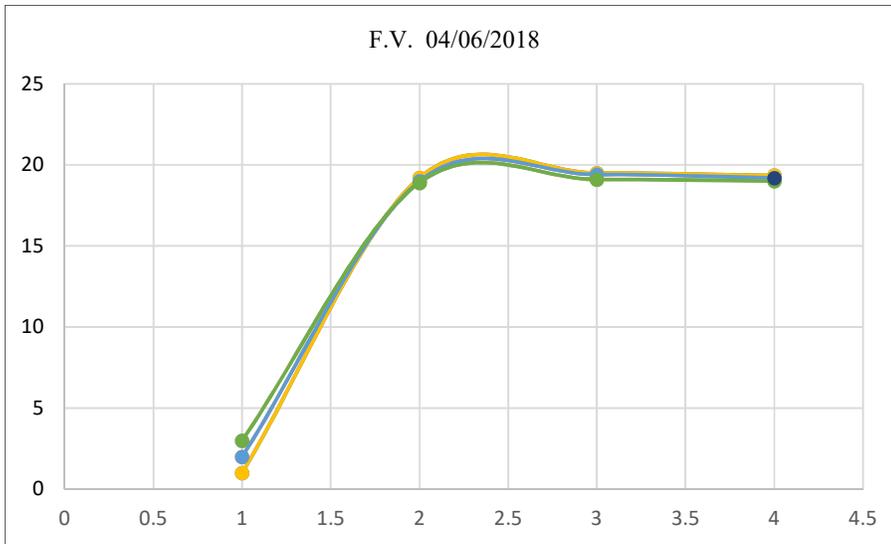
Fuente: elaboración propia

Tabla 18. T° de curado – f. vaciado 04/06

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
05/06/2018	1	19.2	19.5	19.35
06/06/2018	2	19	19.4	19.2
07/06/2018	3	18.9	19.1	19
<i>PROMEDIO 3 DIAS</i>				19.18

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16. Dispersión de la temperatura f. vaciado 04/06



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

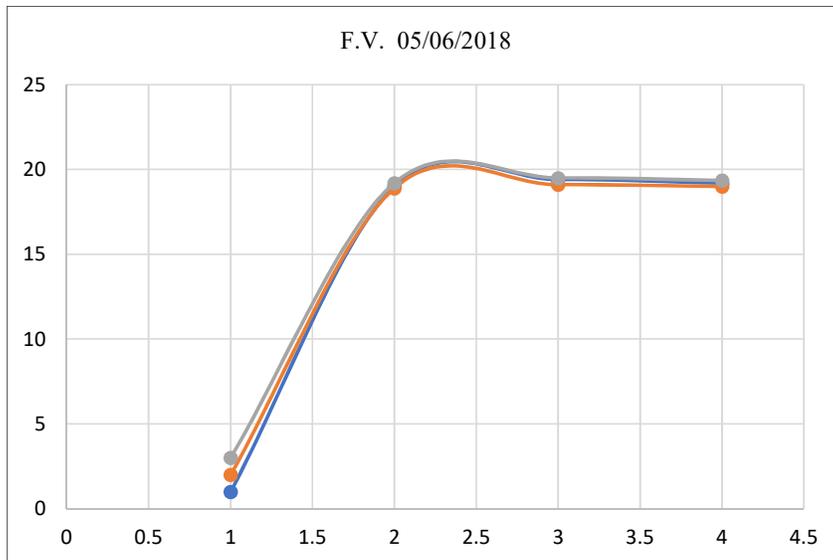
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 4/06/2018 del cual da una temperatura promedio de 19.18 c° dando dispersión de +- 0.3 c°.

Tabla 19. T° de curado – f. vaciado 05/06

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
06/06/2018	1	19	19.4	19.2
07/06/2018	2	18.9	19.1	19
08/06/2018	3	19.2	19.5	19.35
PROMEDIO 28 DIAS				19.18

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 17. Dispersión de la temperatura f. vaciado 05/06



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

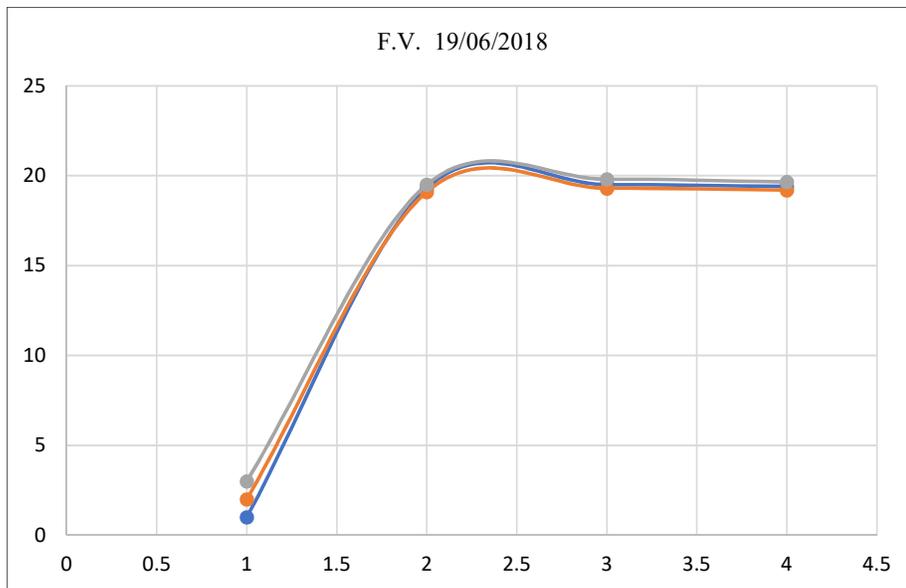
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 05/06/2018 del cual da una temperatura promedio de 19.18 c° dando dispersión de +- 0.3 c°.

Tabla 20. T° de curado –f. vaciado 19/06

FECHA		N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
20/06/2018		1	19.3	19.5	19.4
21/06/2018		2	19.1	19.3	19.2
22/06/2018		3	19.5	19.8	19.65
PROMEDIO 3 DIAS					19.42

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18. Dispersión de la temperatura f. vaciado 05/06



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

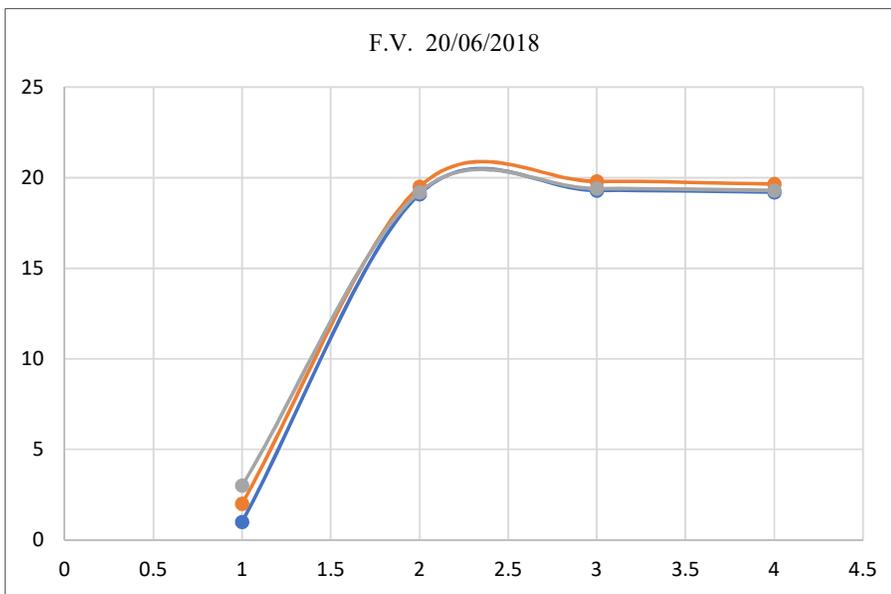
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 19/06/2018 del cual da una temperatura promedio de 19.42 c° dando dispersión de ± 0.2 c°.

Tabla 21. T° de curado –f. vaciado 20/06

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
21/06/2018	1	19.1	19.3	19.2
22/06/2018	2	19.5	19.8	19.65
23/06/2018	3	19.2	19.4	19.3
PROMEDIO 3 DIAS				19.38

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19. Dispersión de la temperatura f. vaciado 20/06



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

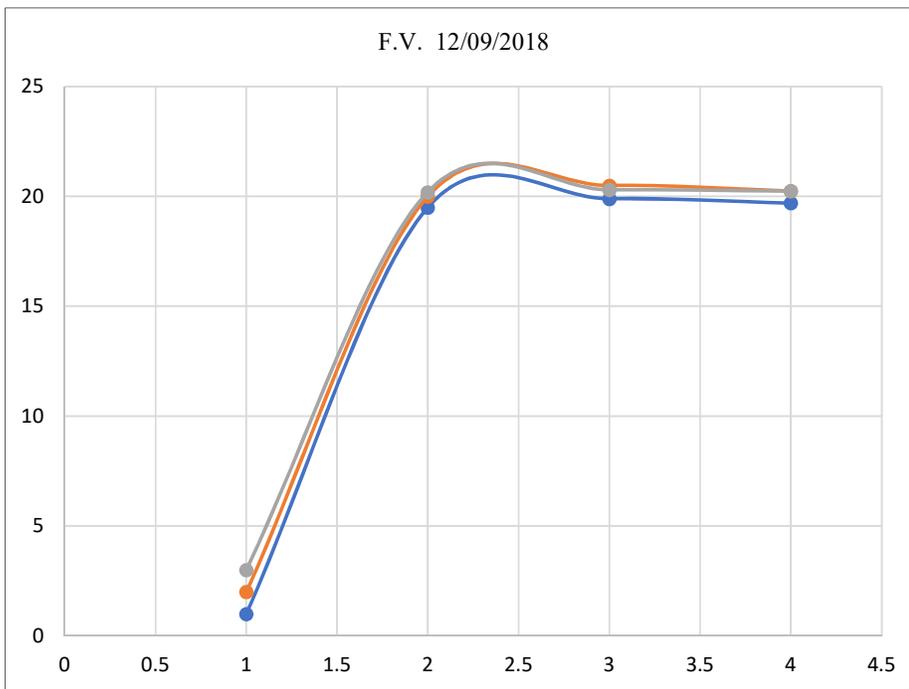
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 20/06/2018 del cual da una temperatura promedio de 19.38 c° dando dispersión de ± 0.3 c°

Tabla 22. T° de curado – f. vaciado 12/09

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
13/09/2018	1	19.5	19.9	19.7
14/09/2018	2	20	20.5	20.25
15/09/2018	3	20.2	20.3	20.25
PROMEDIO 3 DIAS				20.07

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20. Dispersión de la temperatura f. vaciado 12/09



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

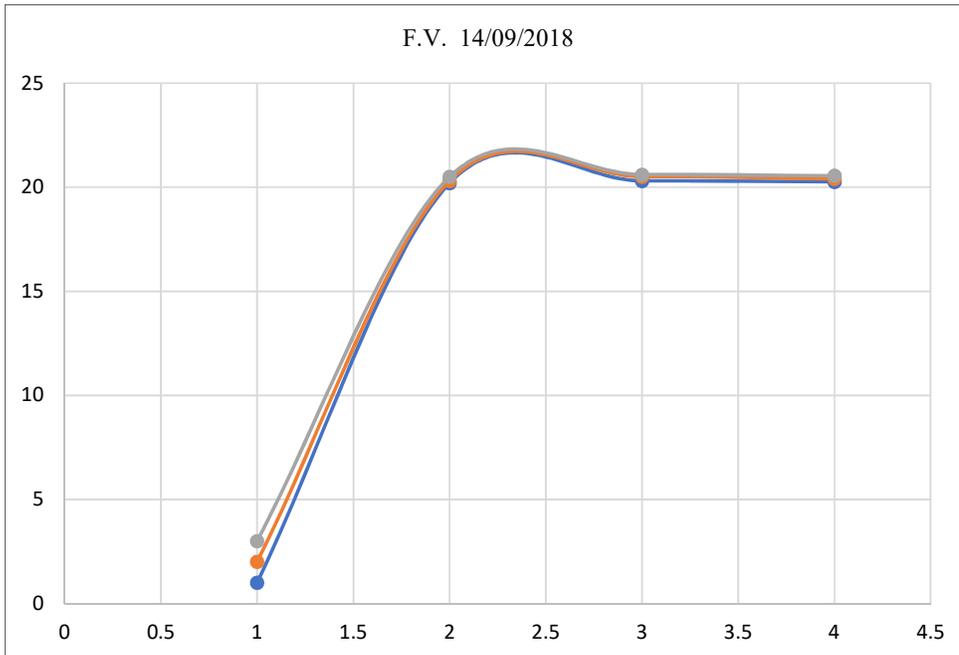
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 12/09/2018 del cual da una temperatura promedio de 20.07 c° dando dispersión de ± 0.3 c°

Tabla 23. T° de curado – f. vaciado 14/09

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
15/09/2018	1	20.2	20.3	20.25
16/09/2018	2	20.3	20.5	20.4
17/09/2018	3	20.5	20.6	20.55
PROMEDIO 3 DIAS				20.40

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 21. Dispersión de la temperatura f. vaciado 14/09



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

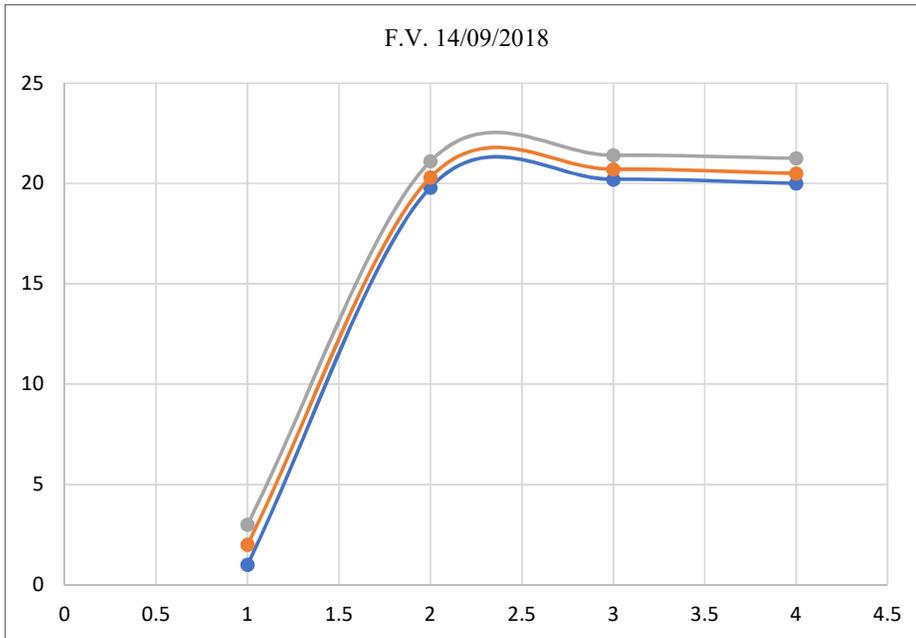
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 12/09/2018 del cual da una temperatura promedio de 20.40 c° dando dispersión de +/- 0.15 c°

Tabla 24. T° de curado – f. vaciado 14/09

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
15/09/2018	1	19.8	20.2	20
16/09/2018	2	20.3	20.7	20.5
17/09/2018	3	21.1	21.4	21.25
PROMEDIO 3 DIAS				20.58

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 22. Dispersión de la temperatura f. vaciado 14/09



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

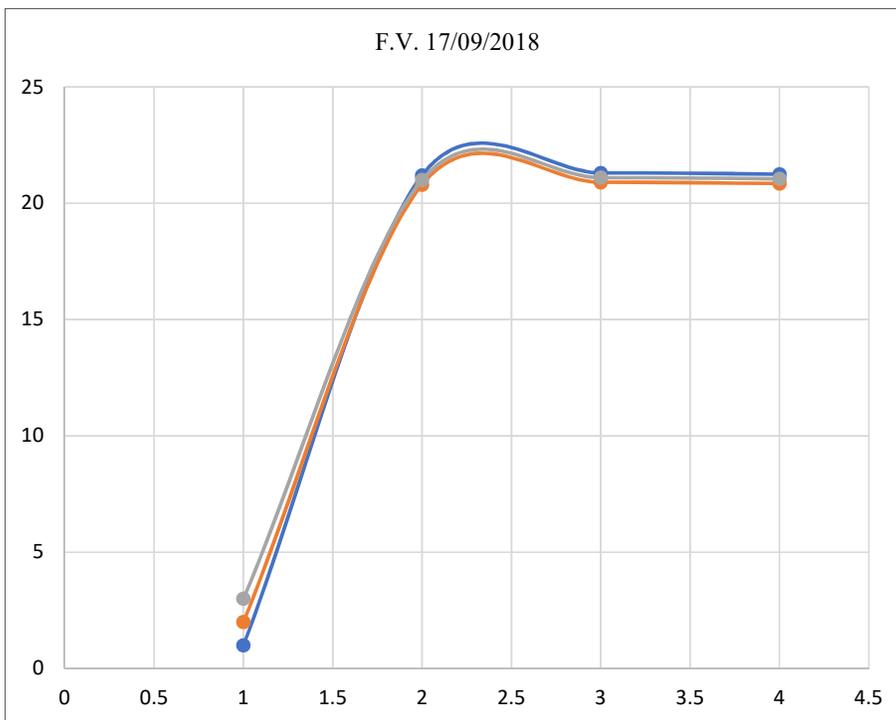
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 14/09/2018 del cual da una temperatura promedio de 20.58 c° dando dispersión de +- 0.3 c°

Tabla 25. T° de curado – f. vaciado 17/09

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
18/09/2018	1	21.2	21.3	21.25
19/09/2018	2	20.8	20.9	20.85
20/09/2018	3	21	21.1	21.05
PROMEDIO 3 DÍAS				21.05

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23. Dispersión de la temperatura f. vaciado 17/09



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

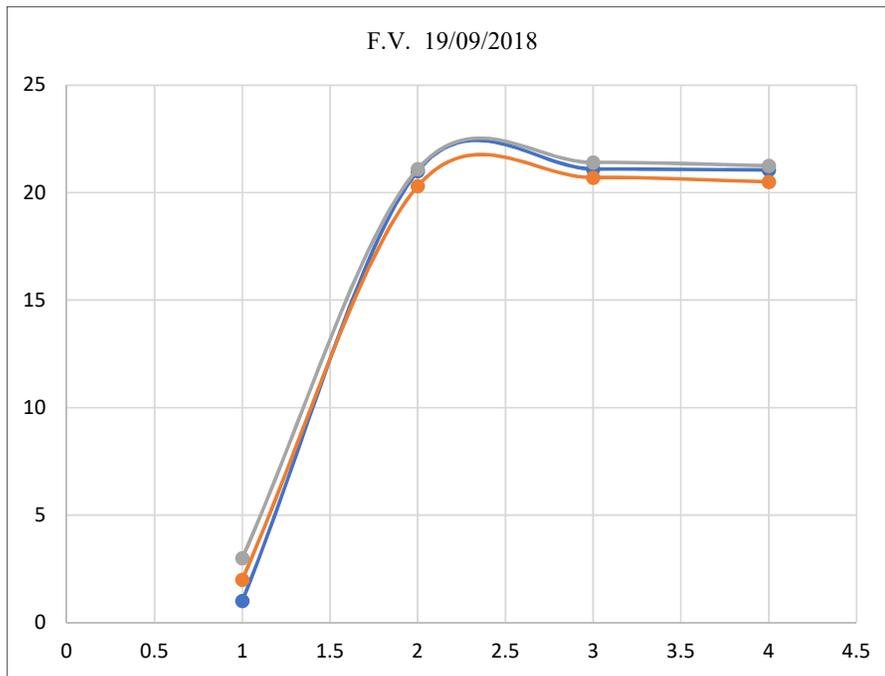
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 17/09/2018 del cual da una temperatura promedio de 21.05 c° dando dispersión de ± 0.20 c°

Tabla 26. T° de curado – f. vaciado 19/09

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
20/09/2018	1	21	21.1	21.05
21/09/2018	2	20.3	20.7	20.5
22/09/2018	3	21.1	21.4	21.25
PROMEDIO 3 DIAS				20.93

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 24 . Dispersión de la temperatura f. vaciado 19/09



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

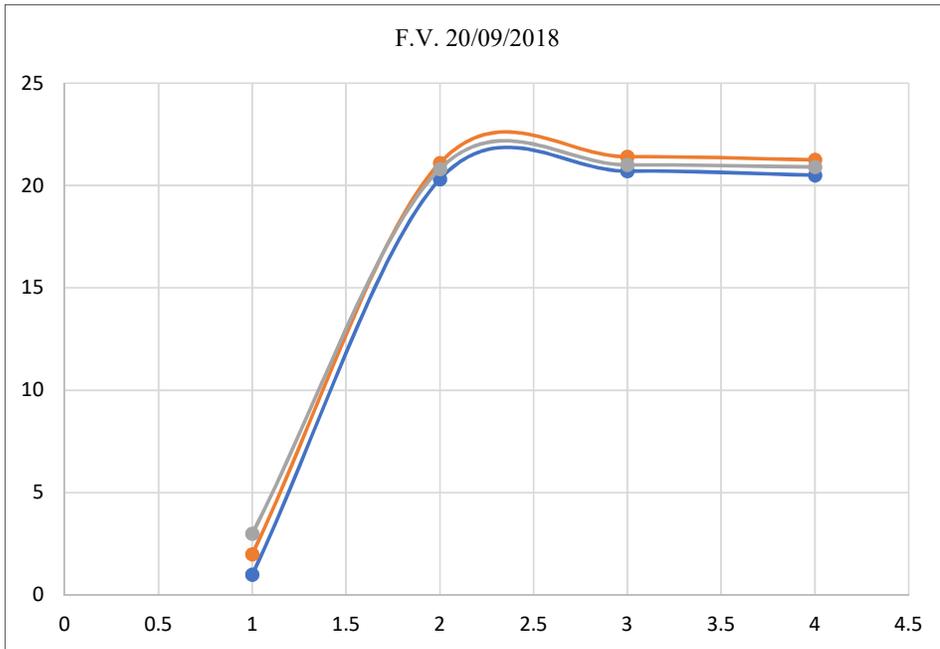
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 19/09/2018 del cual da una temperatura promedio de 20.93 c° dando dispersión de ± 0.18 c°

Tabla 27. T° de curado – f. vaciado 20/09

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
21/09/2018	1	20.3	20.7	20.5
22/09/2018	2	21.1	21.4	21.25
23/09/2018	3	20.8	21	20.9
PROMEDIO 3 DIAS				20.88

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 25. Dispersión de la temperatura f. vaciado 20/09



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

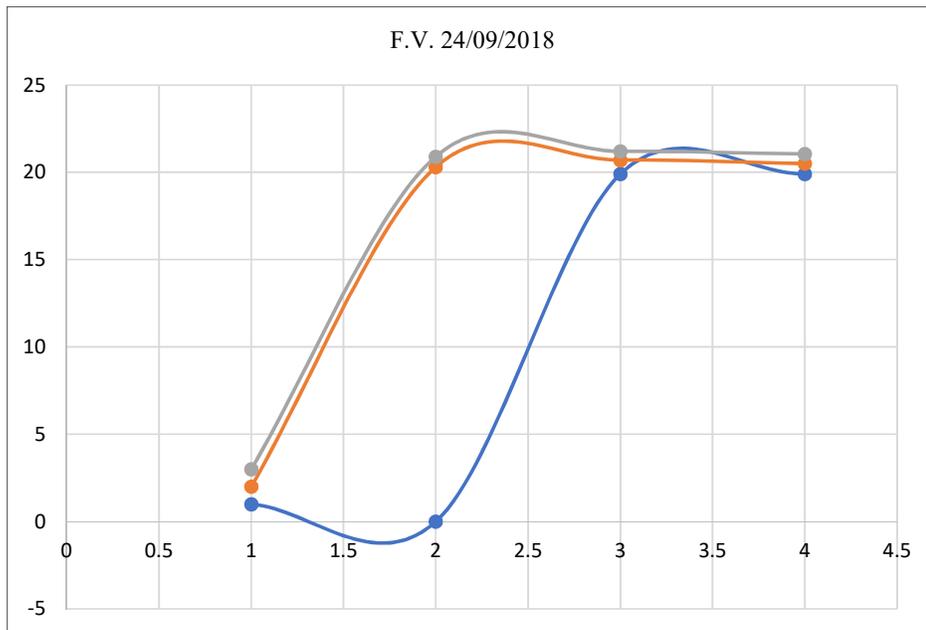
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 20/09/2018 del cual da una temperatura promedio de 20.88 c° dando dispersión de ± 0.5 c°

Tabla 28. T° de curado – f. vaciado 24/09

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
25/09/2018	1	19,5	19.9	19.9
26/09/2018	2	20.3	20.7	20.5
27/09/2018	3	20.9	21.2	21.05
PROMEDIO 3 DIAS				20.48

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 26. Dispersión de la temperatura f. vaciado 24/09



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

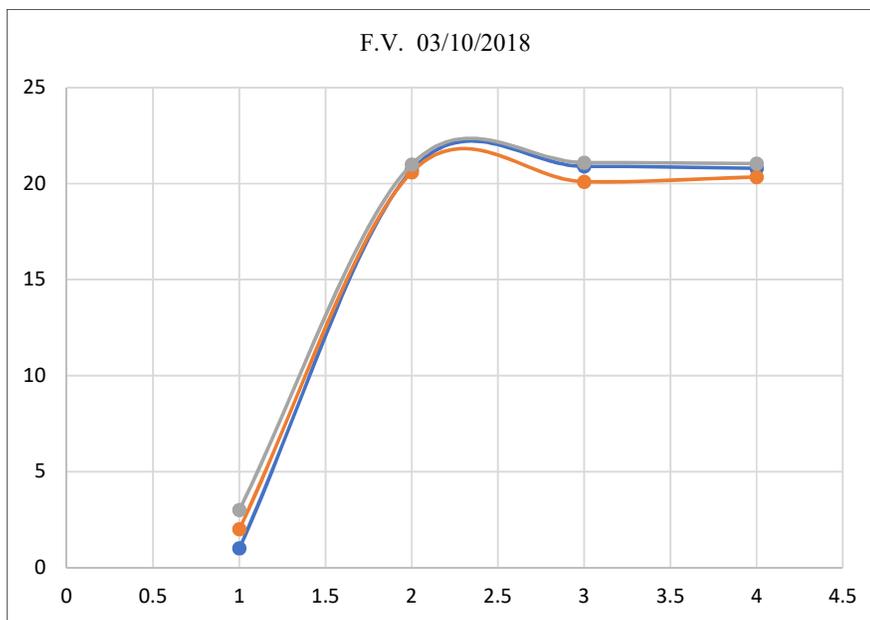
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 24/09/2018 del cual da una temperatura promedio de 20.48 c° dando dispersión de ± 0.8 c°

Tabla 29. T° de curado –f. vaciado 03/10

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
04/10/2018	1	20.7	20.9	20.8
05/10/2018	2	20.6	20.1	20.35
06/10/2018	3	21	21.1	21.05
PROMEDIO 28 DIAS				20.73

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27. Dispersión de la temperatura f. vaciado 03/10



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

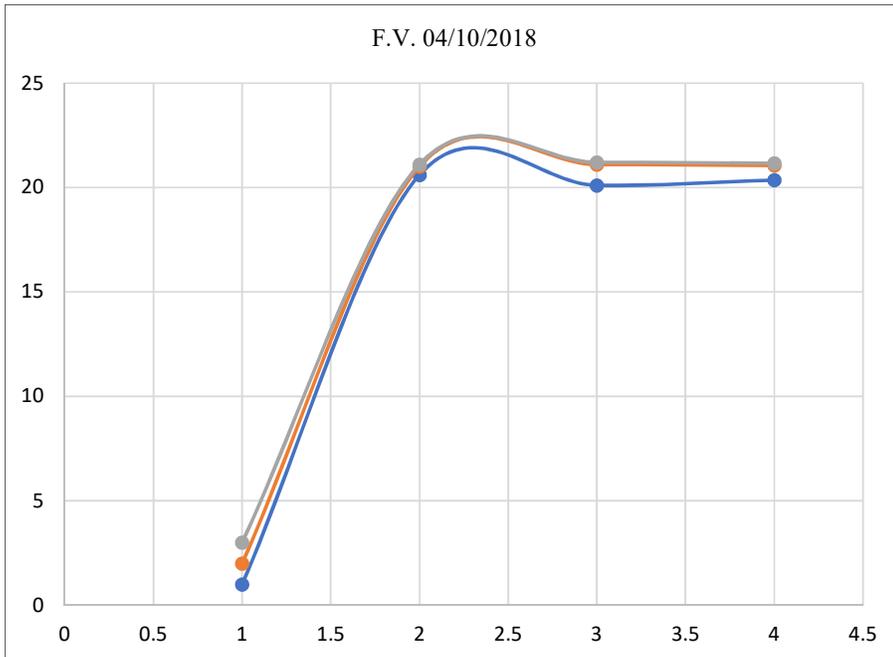
En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 03/10/2018 del cual da una temperatura promedio de 20.73 c° dando dispersión de +- 0.3 c°

Tabla 30. T° de curado – f. vaciado 04/10

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
05/10/2018	1	20.6	20.1	20.35
06/10/2018	2	21	21.1	21.05
07/10/2018	3	21.1	21.2	21.15
PROMEDIO 3 DIAS				20.85

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 28. Dispersión de la temperatura f. vaciado 04/10



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el diagrama anterior se hizo la toma de temperatura de curado de las probetas vaciadas el día 04/10/2018 del cual da una temperatura promedio de 20.85 c° dando dispersión de ± 0.3 c°

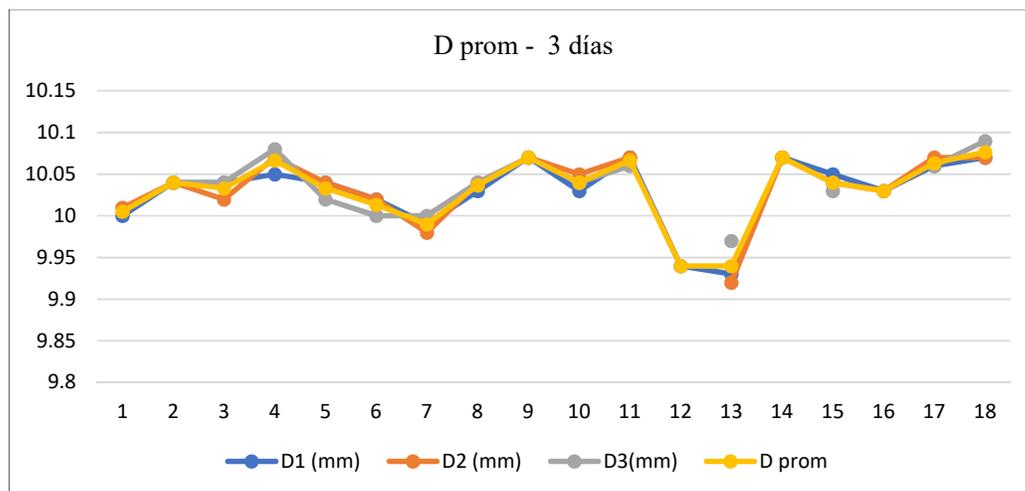
Tabla 31 . Diámetros promedio a edad de ensayo de 3 días

	D1 (mm)	D2 (mm)	D3(mm)	D4(mm)	D prom
1	10	10.01			10.01
2	10.04	10.04	10.04		10.04
3	10.04	10.02	10.04		10.03
4	10.05	10.07	10.08		10.07
5	10.04	10.04	10.02		10.03
6	10.02	10.02	10		10.01
7	9.99	9.98	10		9.99
8	10.03	10.04	10.04		10.04
9	10.07	10.07	10.07		10.07
10	10.03	10.05	10.04		10.04
11	10.07	10.07	10.06		10.07
12	9.94				9.94
13	9.93	9.92	9.97		9.94
14	10.07	10.07			10.07
15	10.05	10.04	10.03		10.04
16	10.03	10.03			10.03
17	10.06	10.07	10.06	10.07	10.06
18	10.07	10.07	10.09	10.06	10.08

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se observa la toma de medida de los diámetros de cada probeta ensayada a la edad de 3 días, estas medidas servirán para hallar el área de cada testigo.

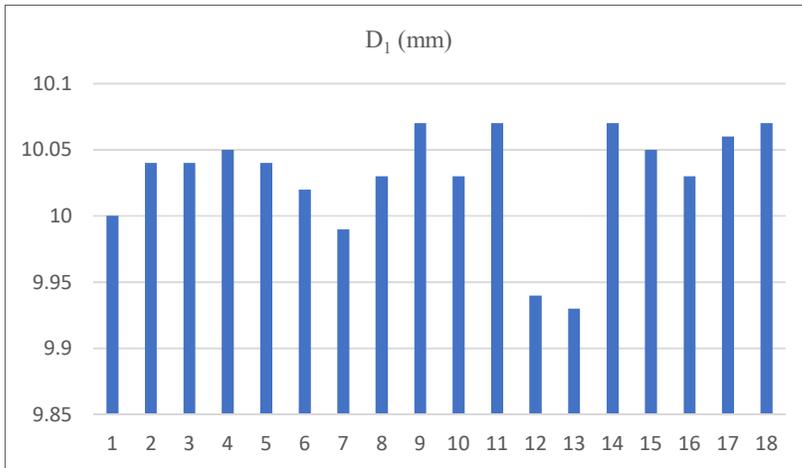
Ilustración 29 . Curva de dispersión de diámetros a la edad de 3 días



Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior se observa la dispersión de las medidas de diámetros de cada probeta ensayada a la edad de 3 días, estas medidas servirán para hallar el área de cada testigo.

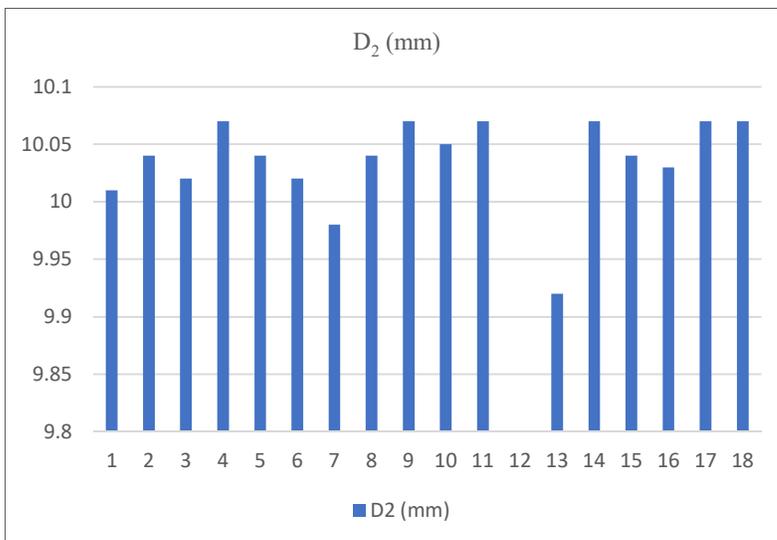
Ilustración 30. Dispersión de diámetros 1 a la edad de 3 días



Fuente: Elaboración propia

Se observa el diagrama de dispersión de D1 tomada a las probetas ensayadas a edad de 3 días, el diámetro está en función a la probeta elaborada que es tiene 10 cm de diámetro.

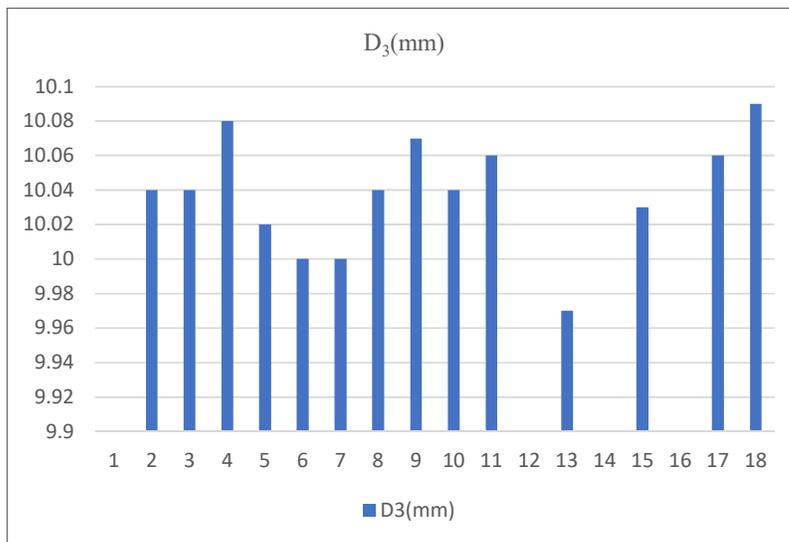
Ilustración 31. Dispersión de diámetros 2 a la edad de 3 días



Fuente: Elaboración propia

Se observa la dispersión del D2 de las probetas ensayadas a 3 días con un máximo de 10.07 cm y un mínimo de 9.92 cm.

Ilustración 32. Dispersión de diámetros 3 a la edad de 3 días



Fuente: elaboración propia

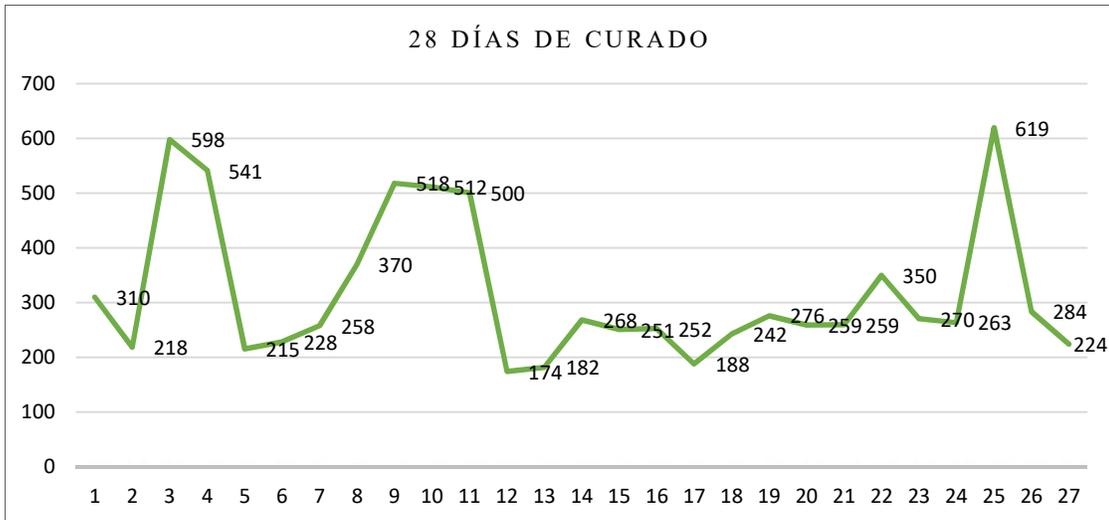
Se observa la dispersión del D₃ de las probetas ensayadas a 3 días con un máximo de 10.08 cm y un mínimo de 9.97 cm.

Tabla 32. Promedio de resistencia a edad de 28 días

DETALLES			PROMEDIO	cantidad de probetas
REGISTRO	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	28 días resistencia (kg/cm ²)	
2	MUROS AN 01.03, MURO AN 01.04, MURO AN 01.05	06/06/2018	310	3
3	MUROS AN 01.09, MURO AN 01.10	07/06/2018	218	3
4	MUROS AN 01.13, AN 01.07, AN 01.03	09/06/2018	598	3
11	MURO AN 02.20	27/06/2018	541	1
27	MURO 11	21/07/2018	215	1
28	MURO 14	21/07/2018	228	1
29	MURO 24	21/07/2018	258	1
43	CIMIENTO 07 Y 13	30/07/2018	370	1
54	MURO 4	07/08/2018	518	1
55	CIMIENTO SA, 5	07/08/2018	512	1
56	MURO 25	07/08/2018	500	1
59	MURO 16,21	09/08/2018	174	1
60	CIMIENTO 18	09/08/2018	182	1
61	ZAPATA 1,2	09/08/2018	268	1
67	MURO 19	14/08/2018	251	1
68	CIMIENTO 17	14/08/2018	252	1
69	MURO 17B	15/08/2018	188	1
70	MURO 19B	15/08/2018	242	1
72	C4, C5, C4A, C5A, C12, C7, C6, C9, C10	21/08/2018	276	3
73	ZAPATA	27/08/2018	259	3
74	ZAPATA	31/08/2018	259	3
77	C11, C11A, P7	05/09/2018	350	3
78	P3, P4, CORTE D	05/09/2018	270	3
81	P4 Y P7 2DO ALTURA	10/09/2018	263	3
85	LOSA TECHO CISTERNA	14/09/2018	619	2
92	C10, C9, C11, P1.A , LOSA N° 7	21/09/2018	284	3
93	ESCALERA N° 1, LOSA EJES G - L/ 4 - 9	22/09/2018	224	3

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33. Dispersión de resistencias a la edad de ensayo de 28 días



Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior se observa la dispersión de las resistencias de las probetas ensayadas a la edad de 28 días, estos diseños pertenecen a estructuras importantes como muros anclados, zapatas, cimientos y losas.

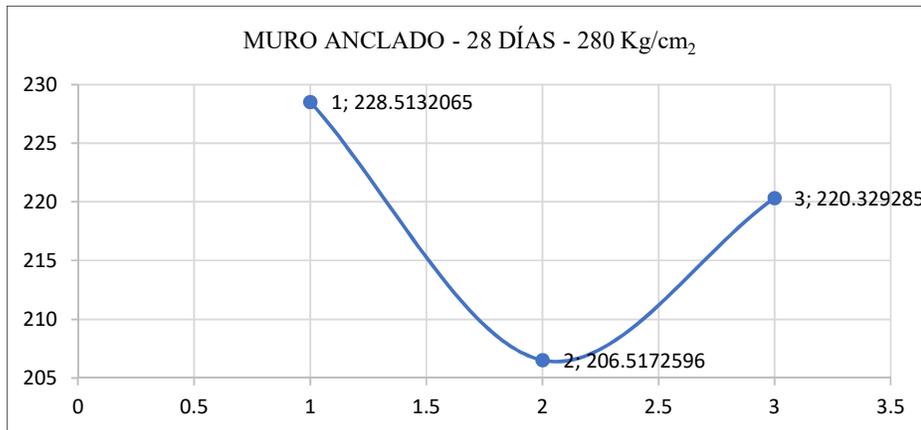
Ilustración 34. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 06/06



Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 310 kg /cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 224 kg/cm², obteniendo así dispersión de – 86 kg/cm².

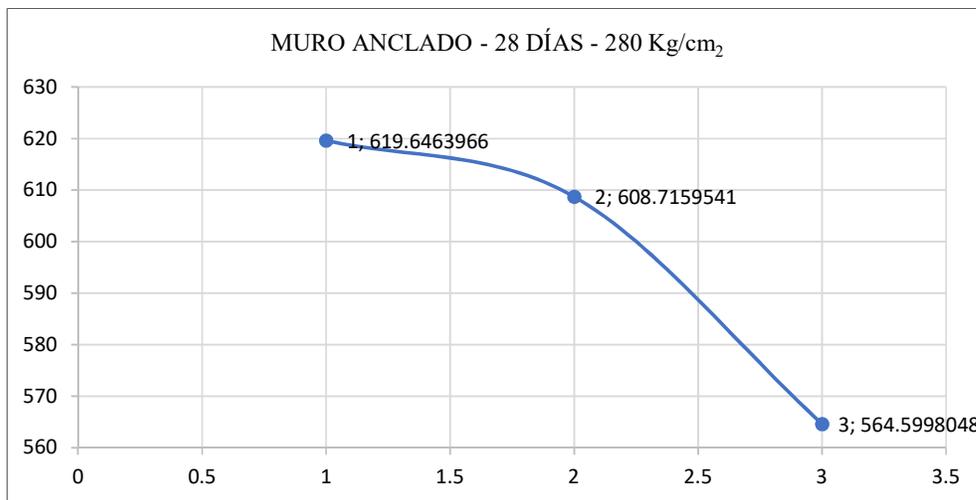
Ilustración 35. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 07/06



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 310 kg/cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 224 kg/cm², obteniendo así dispersión de - 86 kg/cm².

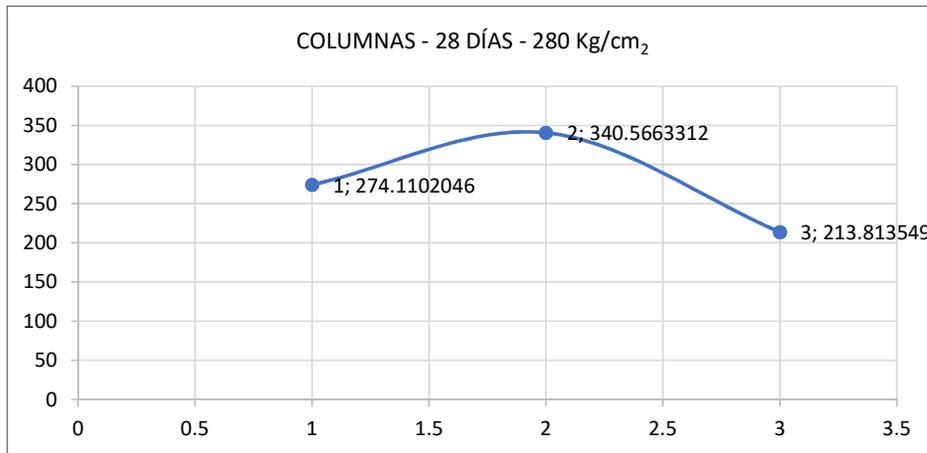
Ilustración 36. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 09/06



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 598 kg/cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 564 kg/cm², obteniendo así dispersión de - 34 kg/cm².

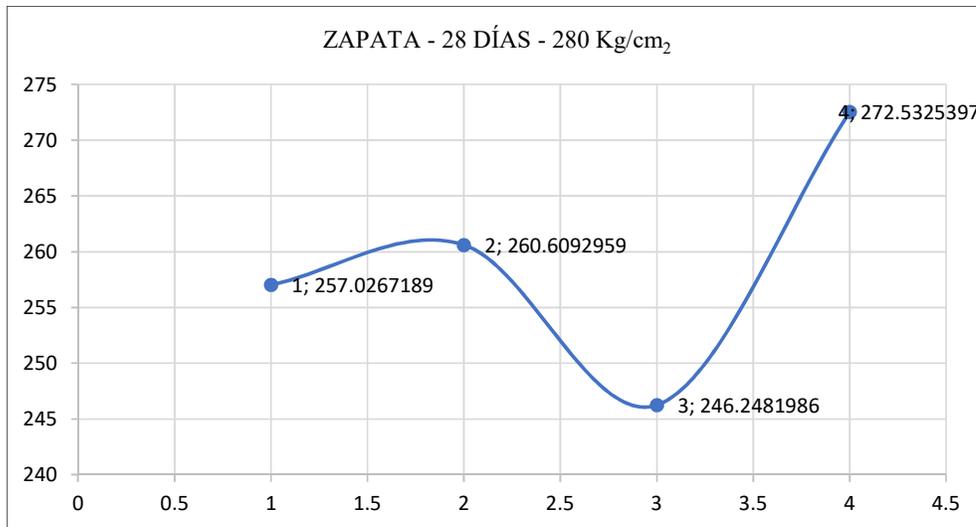
Ilustración 37. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 27/06



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 258 kg /cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 213 kg/cm², obteniendo así dispersión de – 45 kg/cm².

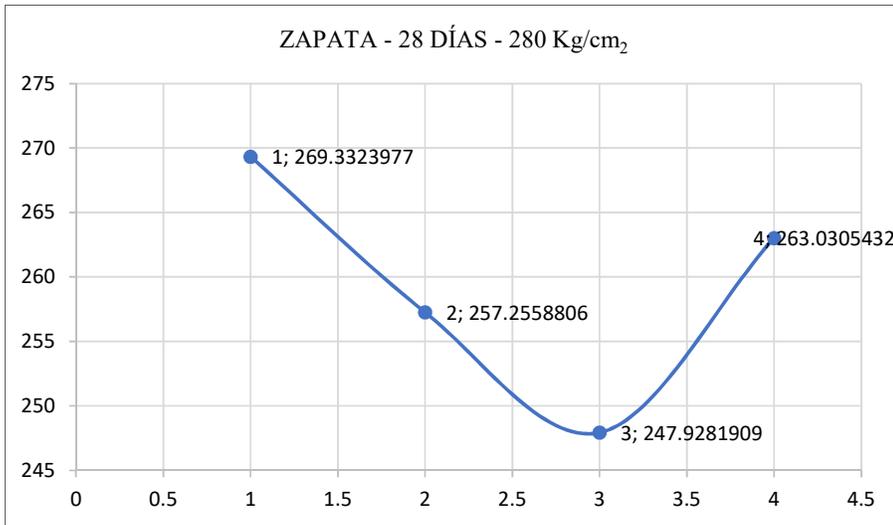
Ilustración 38. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 21/08



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 260 kg /cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 246 kg/cm², obteniendo así dispersión de – 26 kg/cm².

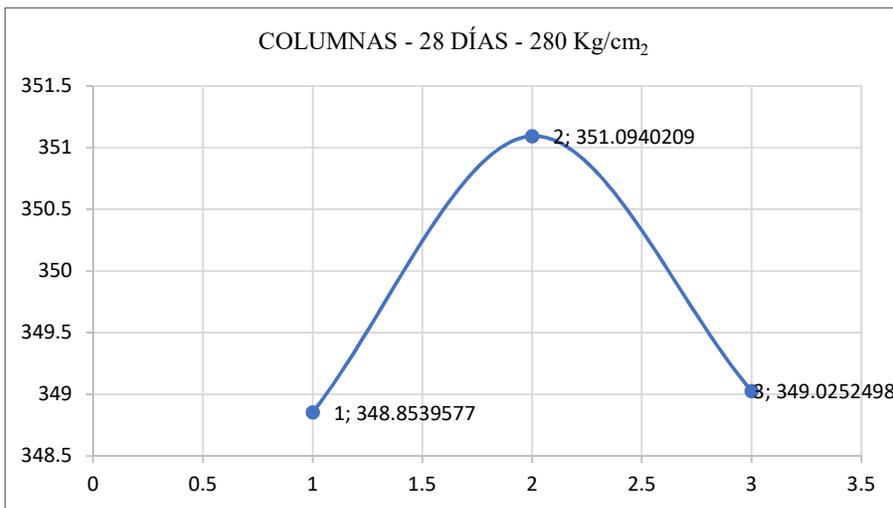
Ilustración 39. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 27/08



Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 259 kg /cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 247 kg/cm², obteniendo así dispersión de – 12 kg/cm².

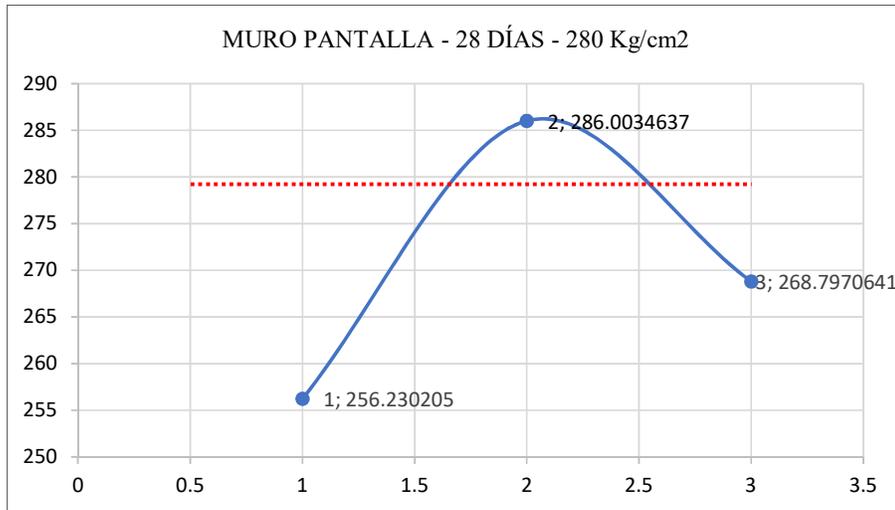
Ilustración 40. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 31/08



Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 350 kg /cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 349 kg/cm², obteniendo así dispersión de – 1 kg/cm².

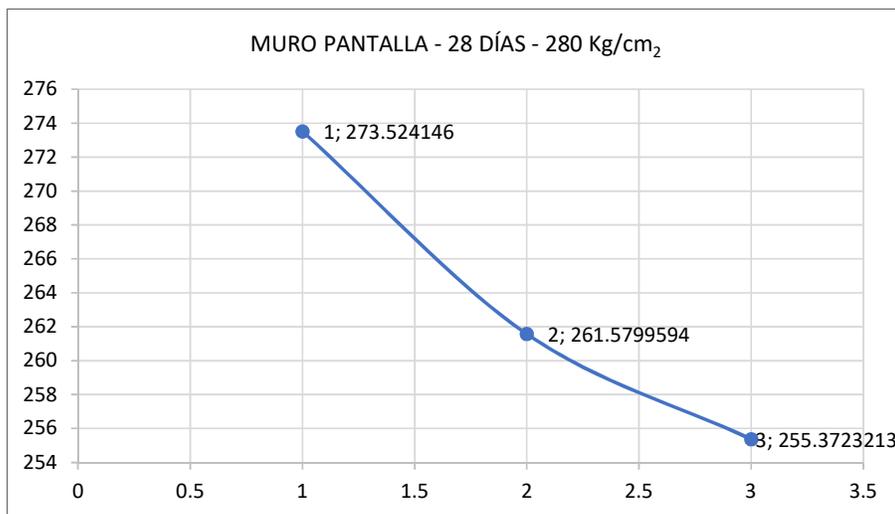
Ilustración 41. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 05/09



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 270 kg /cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 256 kg/cm², obteniendo así dispersión de + – 26 kg/cm².

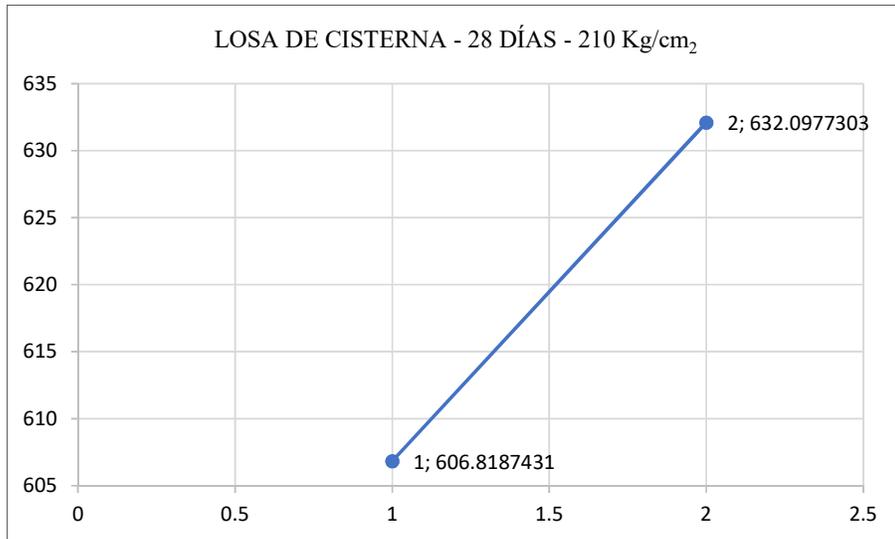
Ilustración 42. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 10/09



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 263 kg /cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 255 kg/cm², obteniendo así dispersión de + – 8 kg/cm².

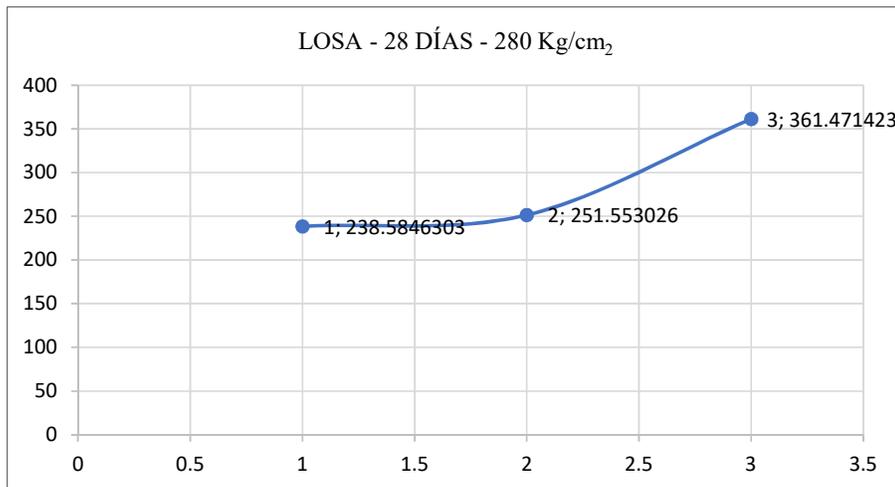
Ilustración 43. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 14/09



Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 619 kg /cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 606 kg/cm², obteniendo así dispersión de + 7 kg/cm².

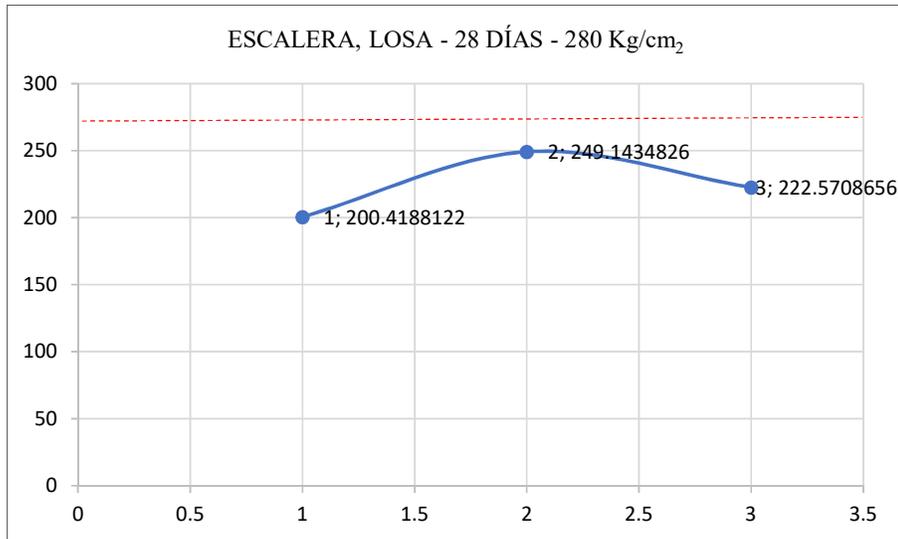
Ilustración 44. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 21/09



Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 284 kg /cm², teniendo una probeta ensayada con resistencia de 238 kg/cm², obteniendo así dispersión de + – 50 kg/cm².

Ilustración 45. Dispersión de resistencias de la f. vaciado 22/09



Fuente: Elaboración propia

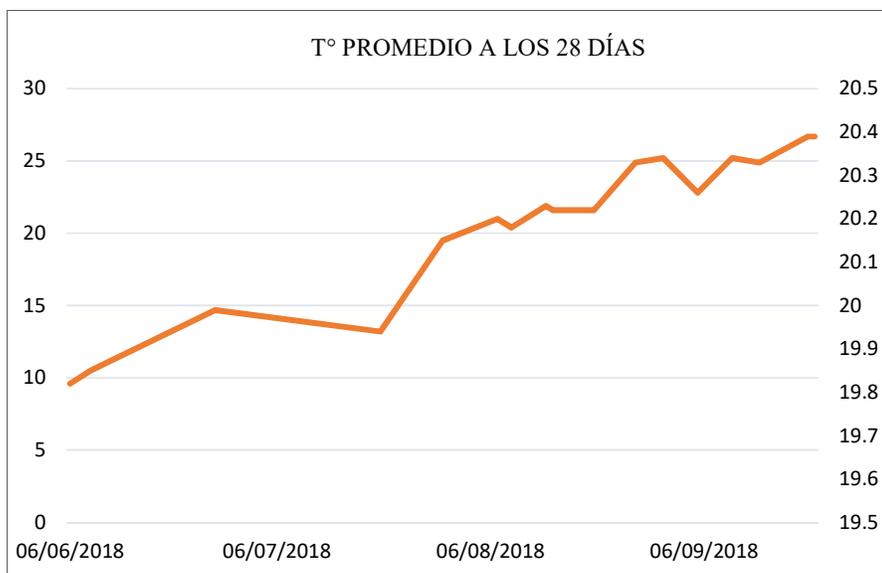
En el gráfico anterior se verifica una curva de dispersión de testigos cilíndricos ensayados a 28 días dando como promedio de resistencia 224 kg/cm², obteniendo así dispersión de ± 25 kg/cm².

Tabla 33. T° promedio a 28 días

FECHA V.	N° DÍA	T .PROMEDIO
06/06/2018	28	19.82
09/06/2018	28	19.85
27/06/2018	28	19.99
21/07/2018	28	19.94
30/07/2018	28	20.15
07/08/2018	28	20.2
09/08/2018	28	20.18
14/08/2018	28	20.23
15/08/2018	28	20.22
21/08/2018	28	20.22
27/08/2018	28	20.33
31/08/2018	28	20.34
05/09/2018	28	20.26
10/09/2018	28	20.34
14/09/2018	28	20.33
21/09/2018	28	20.39
22/09/2018	28	20.39

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 46. Dispersión de T° promedio a 28 días



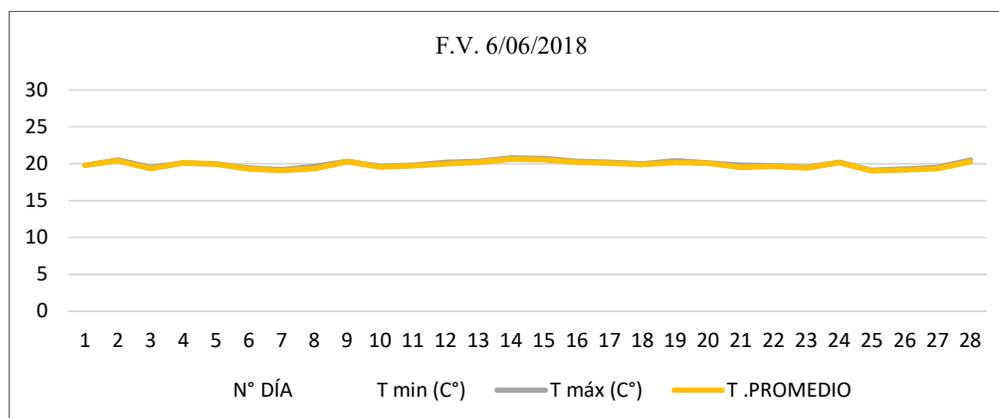
Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. T° Promedio de la f. vaciado 06/06

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
07/06/2018	1	19,5	19.8	19.8
08/06/2018	2	20.3	20.5	20.4
09/06/2018	3	19.2	19.5	19.35
10/06/2018	4	19,6	20.1	20.1
11/06/2018	5	19.9	20	19.95
12/06/2018	6	19.2	19.4	19.3
13/06/2018	7	18.9	19.2	19.05
14/06/2018	8	19.1	19.6	19.35
15/06/2018	9	20.2	20.3	20.25
16/06/2018	10	19.5	19.6	19.55
17/06/2018	11	19.6	19.8	19.7
18/06/2018	12	19.8	20.2	20
19/06/2018	13	20.1	20.3	20.2
20/06/2018	14	20.5	20.8	20.65
21/06/2018	15	20.4	20.7	20.55
22/06/2018	16	20.1	20.3	20.2
23/06/2018	17	19.9	20.2	20.05
24/06/2018	18	19.8	20	19.9
25/06/2018	19	19.9	20.4	20.15
26/06/2018	20	20	20.1	20.05
27/06/2018	21	19.2	19.8	19.5
28/06/2018	22	19.5	19.7	19.6
29/06/2018	23	19.3	19.5	19.4
30/06/2018	24	20.1	20.2	20.15
01/07/2018	25	18.9	19.1	19
02/07/2018	26	19	19.3	19.15
03/07/2018	27	19.2	19.5	19.35
04/07/2018	28	20	20.5	20.25
PROMEDIO 28 DIAS				19.82

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 47. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 06/06



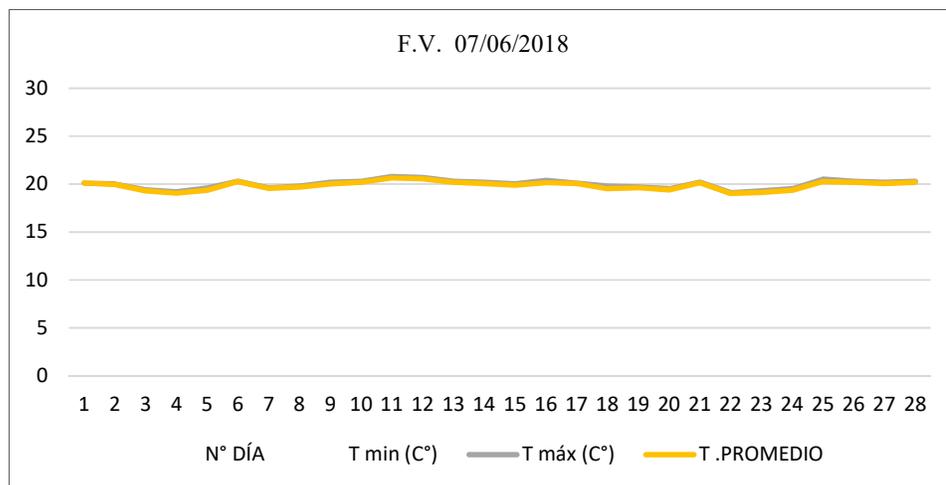
Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. T° promedio de la f. vaciado 07/06

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
10/06/2018	1	19,6	20.1	20.1
11/06/2018	2	19.9	20	19.95
12/06/2018	3	19.2	19.4	19.3
13/06/2018	4	18.9	19.2	19.05
14/06/2018	5	19.1	19.6	19.35
15/06/2018	6	20.2	20.3	20.25
16/06/2018	7	19.5	19.6	19.55
17/06/2018	8	19.6	19.8	19.7
18/06/2018	9	19.8	20.2	20
19/06/2018	10	20.1	20.3	20.2
20/06/2018	11	20.5	20.8	20.65
21/06/2018	12	20.4	20.7	20.55
22/06/2018	13	20.1	20.3	20.2
23/06/2018	14	19.9	20.2	20.05
24/06/2018	15	19.8	20	19.9
25/06/2018	16	19.9	20.4	20.15
26/06/2018	17	20	20.1	20.05
27/06/2018	18	19.2	19.8	19.5
28/06/2018	19	19.5	19.7	19.6
29/06/2018	20	19.3	19.5	19.4
30/06/2018	21	20.1	20.2	20.15
01/07/2018	22	18.9	19.1	19
02/07/2018	23	19	19.3	19.15
03/07/2018	24	19.2	19.5	19.35
04/07/2018	25	20	20.5	20.25
05/07/2018	26	20.1	20.3	20.2
06/07/2018	27	19.9	20.2	20.05
07/07/2018	28	20.1	20.3	20.2
PROMEDIO 28 DIAS				19.85

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 48. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 07/06



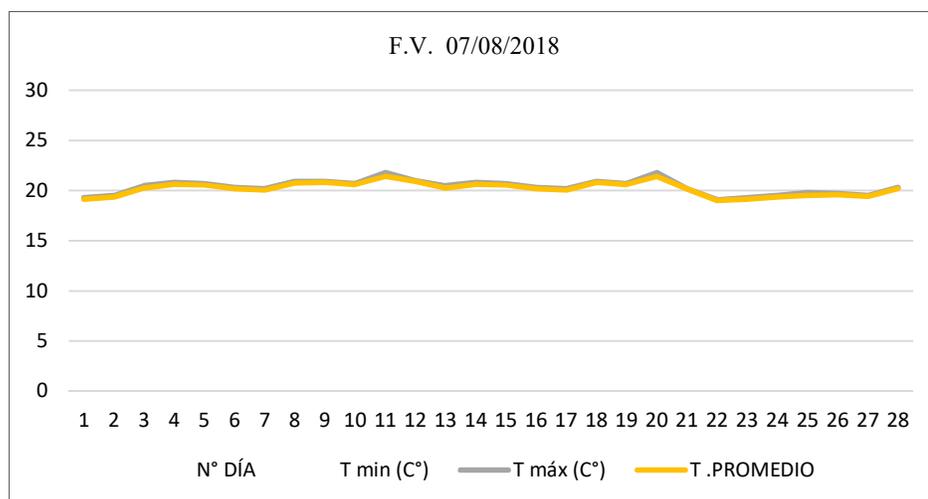
Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. T° promedio de la f. vaciado 07/08

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
08/08/2018	1	19	19.3	19.15
09/08/2018	2	19.2	19.5	19.35
10/08/2018	3	20	20.5	20.25
11/08/2018	4	20.5	20.8	20.65
12/08/2018	5	20.4	20.7	20.55
13/08/2018	6	20.1	20.3	20.2
14/08/2018	7	19.9	20.2	20.05
15/08/2018	8	20.6	20.9	20.75
16/08/2018	9	20.7	20.9	20.8
17/08/2018	10	20.5	20.7	20.6
18/08/2018	11	21	21.8	21.4
19/08/2018	12	20.8	21	20.9
20/08/2018	13	20	20.5	20.25
21/08/2018	14	20.5	20.8	20.65
22/08/2018	15	20.4	20.7	20.55
23/08/2018	16	20.1	20.3	20.2
24/08/2018	17	19.9	20.2	20.05
25/08/2018	18	20.7	20.9	20.8
26/08/2018	19	20.5	20.7	20.6
27/08/2018	20	21	21.8	21.4
28/08/2018	21	20.1	20.2	20.15
29/08/2018	22	18.9	19.1	19
30/08/2018	23	19	19.3	19.15
31/08/2018	24	19.2	19.5	19.35
01/09/2018	25	19.2	19.8	19.5
02/09/2018	26	19.5	19.7	19.6
03/09/2018	27	19.3	19.5	19.4
04/09/2018	28	20.1	20.3	20.2
PROMEDIO 28 DIAS				20.20

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 49. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 07/08



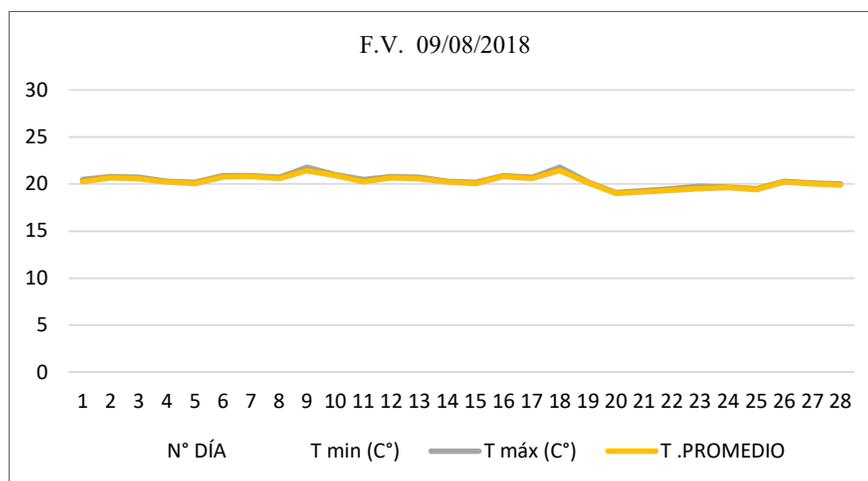
Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. T° promedio de la f. vaciado 09/08

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
10/08/2018	1	20	20.5	20.25
11/08/2018	2	20.5	20.8	20.65
12/08/2018	3	20.4	20.7	20.55
13/08/2018	4	20.1	20.3	20.2
14/08/2018	5	19.9	20.2	20.05
15/08/2018	6	20.6	20.9	20.75
16/08/2018	7	20.7	20.9	20.8
17/08/2018	8	20.5	20.7	20.6
18/08/2018	9	21	21.8	21.4
19/08/2018	10	20.8	21	20.9
20/08/2018	11	20	20.5	20.25
21/08/2018	12	20.5	20.8	20.65
22/08/2018	13	20.4	20.7	20.55
23/08/2018	14	20.1	20.3	20.2
24/08/2018	15	19.9	20.2	20.05
25/08/2018	16	20.7	20.9	20.8
26/08/2018	17	20.5	20.7	20.6
27/08/2018	18	21	21.8	21.4
28/08/2018	19	20.1	20.2	20.15
29/08/2018	20	18.9	19.1	19
30/08/2018	21	19	19.3	19.15
31/08/2018	22	19.2	19.5	19.35
01/09/2018	23	19.2	19.8	19.5
02/09/2018	24	19.5	19.7	19.6
03/09/2018	25	19.3	19.5	19.4
04/09/2018	26	20.1	20.3	20.2
05/09/2018	27	19.9	20.1	20
06/09/2018	28	19.8	20	19.9
PROMEDIO 28 DIAS				20.25

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 50. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 09/08



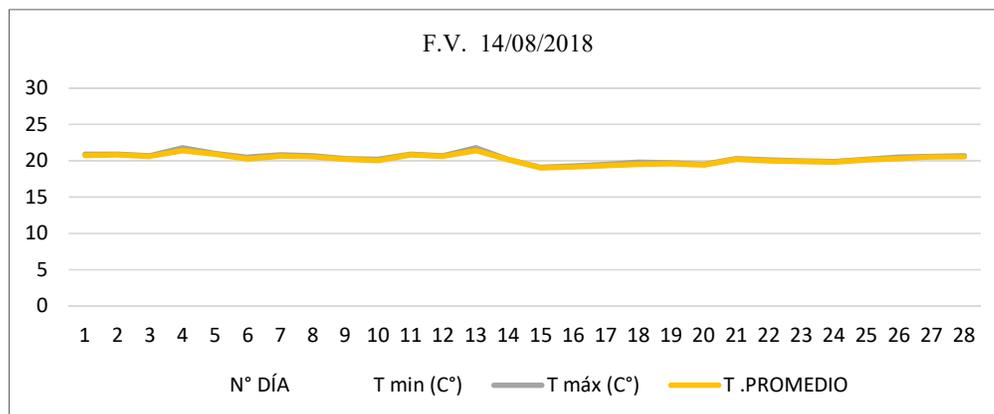
Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. T° promedio de la f. vaciado 14/08

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
15/08/2018	1	20.6	20.9	20.75
16/08/2018	2	20.7	20.9	20.8
17/08/2018	3	20.5	20.7	20.6
18/08/2018	4	21	21.8	21.4
19/08/2018	5	20.8	21	20.9
20/08/2018	6	20	20.5	20.25
21/08/2018	7	20.5	20.8	20.65
22/08/2018	8	20.4	20.7	20.55
23/08/2018	9	20.1	20.3	20.2
24/08/2018	10	19.9	20.2	20.05
25/08/2018	11	20.7	20.9	20.8
26/08/2018	12	20.5	20.7	20.6
27/08/2018	13	21	21.8	21.4
28/08/2018	14	20.1	20.2	20.15
29/08/2018	15	18.9	19.1	19
30/08/2018	16	19	19.3	19.15
31/08/2018	17	19.2	19.5	19.35
01/09/2018	18	19.2	19.8	19.5
02/09/2018	19	19.5	19.7	19.6
03/09/2018	20	19.3	19.5	19.4
04/09/2018	21	20.1	20.3	20.2
05/09/2018	22	19.9	20.1	20
06/09/2018	23	19.8	20	19.9
07/09/2018	24	19.7	19.9	19.8
08/09/2018	25	20	20.2	20.1
09/09/2018	26	20.1	20.5	20.3
10/09/2018	27	20.5	20.6	20.55
11/09/2018	28	20.4	20.7	20.55
PROMEDIO 28 DIAS				20.23

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 51. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 14/08



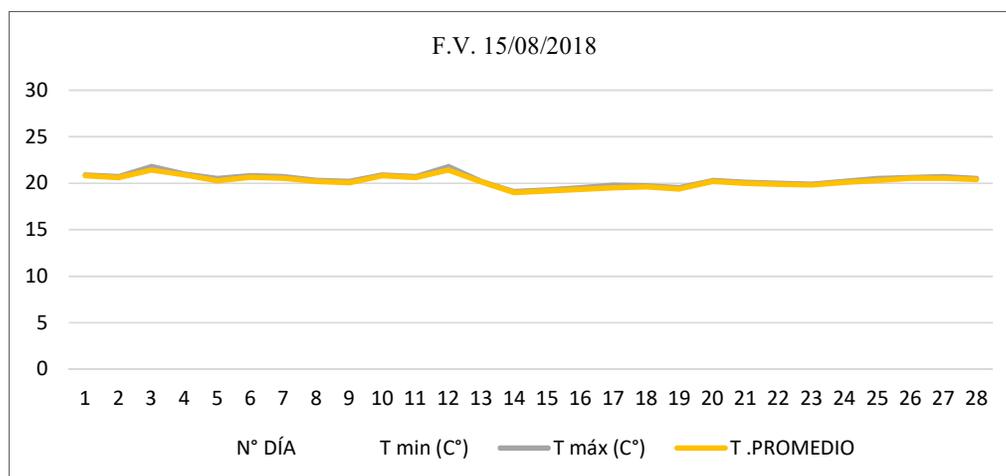
Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. T° promedio de la f. vaciado 15/08

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
16/08/2018	1	20.7	20.9	20.8
17/08/2018	2	20.5	20.7	20.6
18/08/2018	3	21	21.8	21.4
19/08/2018	4	20.8	21	20.9
20/08/2018	5	20	20.5	20.25
21/08/2018	6	20.5	20.8	20.65
22/08/2018	7	20.4	20.7	20.55
23/08/2018	8	20.1	20.3	20.2
24/08/2018	9	19.9	20.2	20.05
25/08/2018	10	20.7	20.9	20.8
26/08/2018	11	20.5	20.7	20.6
27/08/2018	12	21	21.8	21.4
28/08/2018	13	20.1	20.2	20.15
29/08/2018	14	18.9	19.1	19
30/08/2018	15	19	19.3	19.15
31/08/2018	16	19.2	19.5	19.35
01/09/2018	17	19.2	19.8	19.5
02/09/2018	18	19.5	19.7	19.6
03/09/2018	19	19.3	19.5	19.4
04/09/2018	20	20.1	20.3	20.2
05/09/2018	21	19.9	20.1	20
06/09/2018	22	19.8	20	19.9
07/09/2018	23	19.7	19.9	19.8
08/09/2018	24	20	20.2	20.1
09/09/2018	25	20.1	20.5	20.3
10/09/2018	26	20.5	20.6	20.55
11/09/2018	27	20.4	20.7	20.55
12/09/2018	28	20.3	20.5	20.4
PROMEDIO 28 DIAS				20.22

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 52. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 15/08



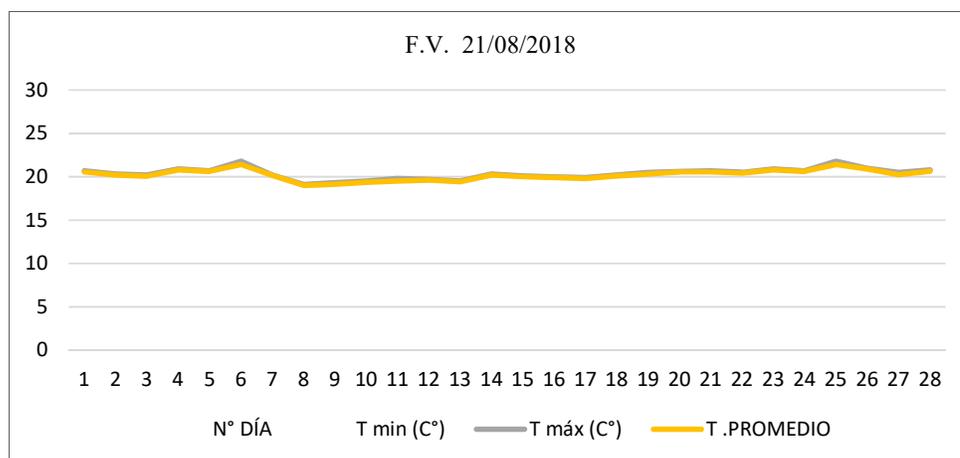
Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. T° promedio de la f. vaciado 21/08

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
22/08/2018	1	20.4	20.7	20.55
23/08/2018	2	20.1	20.3	20.2
24/08/2018	3	19.9	20.2	20.05
25/08/2018	4	20.7	20.9	20.8
26/08/2018	5	20.5	20.7	20.6
27/08/2018	6	21	21.8	21.4
28/08/2018	7	20.1	20.2	20.15
29/08/2018	8	18.9	19.1	19
30/08/2018	9	19	19.3	19.15
31/08/2018	10	19.2	19.5	19.35
01/09/2018	11	19.2	19.8	19.5
02/09/2018	12	19.5	19.7	19.6
03/09/2018	13	19.3	19.5	19.4
04/09/2018	14	20.1	20.3	20.2
05/09/2018	15	19.9	20.1	20
06/09/2018	16	19.8	20	19.9
07/09/2018	17	19.7	19.9	19.8
08/09/2018	18	20	20.2	20.1
09/09/2018	19	20.1	20.5	20.3
10/09/2018	20	20.5	20.6	20.55
11/09/2018	21	20.4	20.7	20.55
12/09/2018	22	20.3	20.5	20.4
13/09/2018	23	20.7	20.9	20.8
14/09/2018	24	20.5	20.7	20.6
15/09/2018	25	21	21.8	21.4
16/09/2018	26	20.8	21	20.9
17/09/2018	27	20	20.5	20.25
18/09/2018	28	20.5	20.8	20.65
PROMEDIO 28 DIAS				20.22

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 53. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 21/08



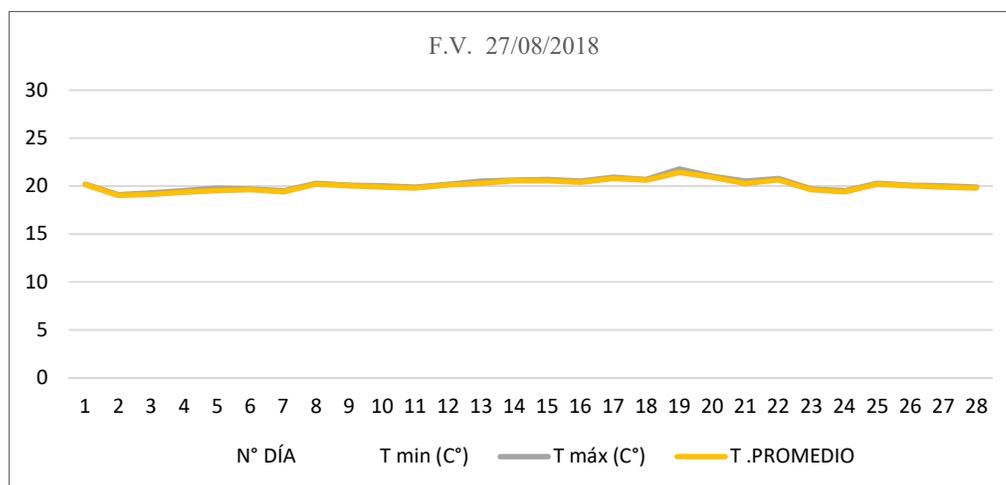
Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. T° promedio de la f. vaciado 27/08

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
28/08/2018	1	20.1	20.2	20.15
29/08/2018	2	18.9	19.1	19
30/08/2018	3	19	19.3	19.15
31/08/2018	4	19.2	19.5	19.35
01/09/2018	5	19.2	19.8	19.5
02/09/2018	6	19.5	19.7	19.6
03/09/2018	7	19.3	19.5	19.4
04/09/2018	8	20.1	20.3	20.2
05/09/2018	9	19.9	20.1	20
06/09/2018	10	19.8	20	19.9
07/09/2018	11	19.7	19.9	19.8
08/09/2018	12	20	20.2	20.1
09/09/2018	13	20.1	20.5	20.3
10/09/2018	14	20.5	20.6	20.55
11/09/2018	15	20.4	20.7	20.55
12/09/2018	16	20.3	20.5	20.4
13/09/2018	17	20.7	20.9	20.8
14/09/2018	18	20.5	20.7	20.6
15/09/2018	19	21	21.8	21.4
16/09/2018	20	20.8	21	20.9
17/09/2018	21	20	20.5	20.25
18/09/2018	22	20.5	20.8	20.65
19/09/2018	23	19.5	19.7	19.6
20/09/2018	24	19.3	19.5	19.4
21/09/2018	25	20.1	20.3	20.2
22/09/2018	26	19.9	20.1	20
23/09/2018	27	19.8	20	19.9
24/09/2018	28	19.7	19.9	19.8
PROMEDIO 28 DIAS				20.05

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 54. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 27/08



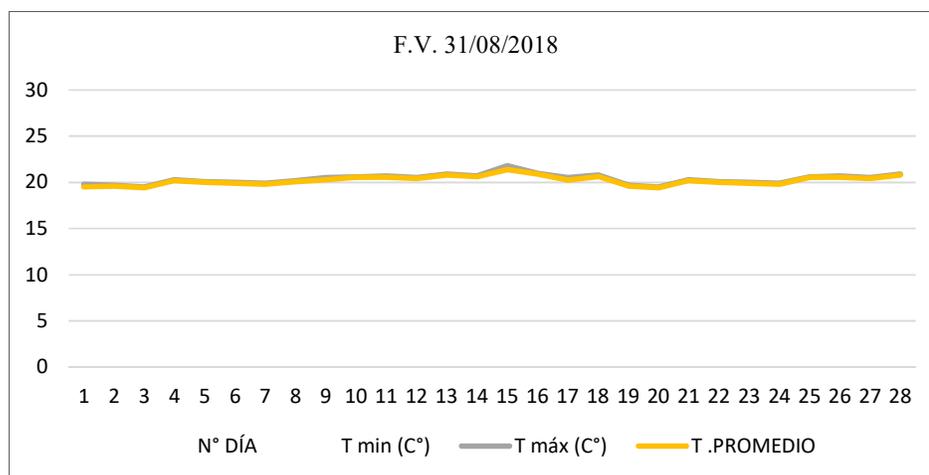
Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. T° promedio de la f. vaciado 31/08

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
01/09/2018	1	19.2	19.8	19.5
02/09/2018	2	19.5	19.7	19.6
03/09/2018	3	19.3	19.5	19.4
04/09/2018	4	20.1	20.3	20.2
05/09/2018	5	19.9	20.1	20
06/09/2018	6	19.8	20	19.9
07/09/2018	7	19.7	19.9	19.8
08/09/2018	8	20	20.2	20.1
09/09/2018	9	20.1	20.5	20.3
10/09/2018	10	20.5	20.6	20.55
11/09/2018	11	20.4	20.7	20.55
12/09/2018	12	20.3	20.5	20.4
13/09/2018	13	20.7	20.9	20.8
14/09/2018	14	20.5	20.7	20.6
15/09/2018	15	21	21.8	21.4
16/09/2018	16	20.8	21	20.9
17/09/2018	17	20	20.5	20.25
18/09/2018	18	20.5	20.8	20.65
19/09/2018	19	19.5	19.7	19.6
20/09/2018	20	19.3	19.5	19.4
21/09/2018	21	20.1	20.3	20.2
22/09/2018	22	19.9	20.1	20
23/09/2018	23	19.8	20	19.9
24/09/2018	24	19.7	19.9	19.8
25/09/2018	25	20.5	20.6	20.55
26/09/2018	26	20.4	20.7	20.55
27/09/2018	27	20.3	20.5	20.4
28/09/2018	28	20.7	20.9	20.8
PROMEDIO 28 DIAS				20.22

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 55. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 31/08



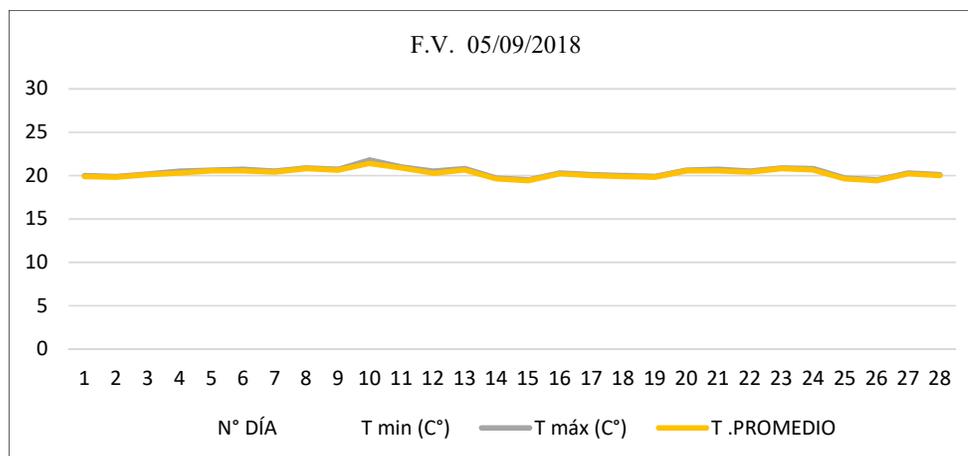
Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. T° promedio de la f. vaciado 05/09

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
06/09/2018	1	19.8	20	19.9
07/09/2018	2	19.7	19.9	19.8
08/09/2018	3	20	20.2	20.1
09/09/2018	4	20.1	20.5	20.3
10/09/2018	5	20.5	20.6	20.55
11/09/2018	6	20.4	20.7	20.55
12/09/2018	7	20.3	20.5	20.4
13/09/2018	8	20.7	20.9	20.8
14/09/2018	9	20.5	20.7	20.6
15/09/2018	10	21	21.8	21.4
16/09/2018	11	20.8	21	20.9
17/09/2018	12	20	20.5	20.25
18/09/2018	13	20.5	20.8	20.65
19/09/2018	14	19.5	19.7	19.6
20/09/2018	15	19.3	19.5	19.4
21/09/2018	16	20.1	20.3	20.2
22/09/2018	17	19.9	20.1	20
23/09/2018	18	19.8	20	19.9
24/09/2018	19	19.7	19.9	19.8
25/09/2018	20	20.5	20.6	20.55
26/09/2018	21	20.4	20.7	20.55
27/09/2018	22	20.3	20.5	20.4
28/09/2018	23	20.7	20.9	20.8
29/09/2018	24	20.5	20.8	20.65
30/09/2018	25	19.5	19.7	19.6
01/10/2018	26	19.3	19.5	19.4
02/10/2018	27	20.1	20.3	20.2
03/10/2018	28	19.9	20.1	20
PROMEDIO 28 DIAS				20.26

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 56. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 05/09



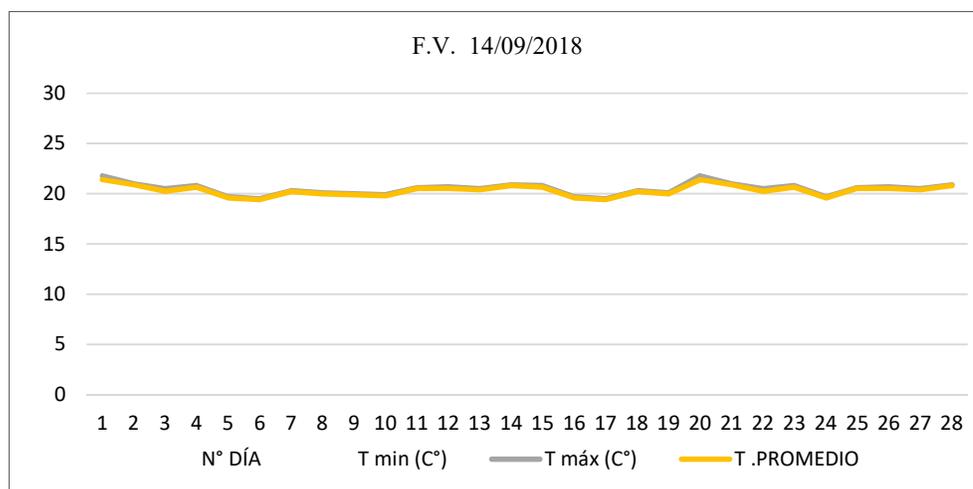
Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. T° promedio de la f. vaciado 10/09

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
11/09/2018	1	20.4	20.7	20.55
12/09/2018	2	20.3	20.5	20.4
13/09/2018	3	20.7	20.9	20.8
14/09/2018	4	20.5	20.7	20.6
15/09/2018	5	21	21.8	21.4
16/09/2018	6	20.8	21	20.9
17/09/2018	7	20	20.5	20.25
18/09/2018	8	20.5	20.8	20.65
19/09/2018	9	19.5	19.7	19.6
20/09/2018	10	19.3	19.5	19.4
21/09/2018	11	20.1	20.3	20.2
22/09/2018	12	19.9	20.1	20
23/09/2018	13	19.8	20	19.9
24/09/2018	14	19.7	19.9	19.8
25/09/2018	15	20.5	20.6	20.55
26/09/2018	16	20.4	20.7	20.55
27/09/2018	17	20.3	20.5	20.4
28/09/2018	18	20.7	20.9	20.8
29/09/2018	19	20.5	20.8	20.65
30/09/2018	20	19.5	19.7	19.6
01/10/2018	21	19.3	19.5	19.4
02/10/2018	22	20.1	20.3	20.2
03/10/2018	23	19.9	20.1	20
04/10/2018	24	21	21.8	21.4
05/10/2018	25	20.8	21	20.9
06/10/2018	26	20	20.5	20.25
07/10/2018	27	20.5	20.8	20.65
08/10/2018	28	19.5	19.7	19.6
PROMEDIO 28 DIAS				20.34

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 57. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 10/09



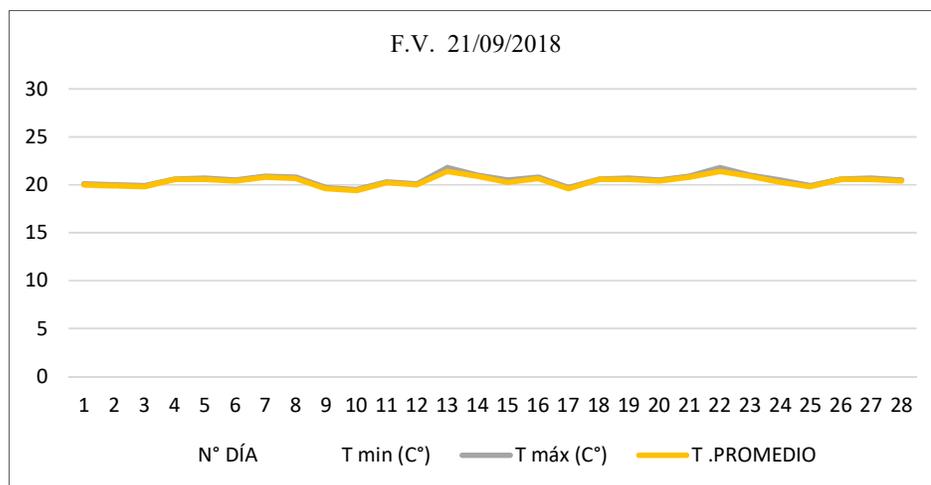
Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. T° promedio de la f. vaciado 21/09

FECHA	N° DÍA	T min (C°)	T máx (C°)	T .PROMEDIO
22/09/2018	1	19.9	20.1	20
23/09/2018	2	19.8	20	19.9
24/09/2018	3	19.7	19.9	19.8
25/09/2018	4	20.5	20.6	20.55
26/09/2018	5	20.4	20.7	20.55
27/09/2018	6	20.3	20.5	20.4
28/09/2018	7	20.7	20.9	20.8
29/09/2018	8	20.5	20.8	20.65
30/09/2018	9	19.5	19.7	19.6
01/10/2018	10	19.3	19.5	19.4
02/10/2018	11	20.1	20.3	20.2
03/10/2018	12	19.9	20.1	20
04/10/2018	13	21	21.8	21.4
05/10/2018	14	20.8	21	20.9
06/10/2018	15	20	20.5	20.25
07/10/2018	16	20.5	20.8	20.65
08/10/2018	17	19.5	19.7	19.6
09/10/2018	18	20.5	20.6	20.55
10/10/2018	19	20.4	20.7	20.55
11/10/2018	20	20.3	20.5	20.4
12/10/2018	21	20.7	20.9	20.8
13/10/2018	22	21	21.8	21.4
14/10/2018	23	20.8	21	20.9
15/10/2018	24	20	20.5	20.25
16/10/2018	25	19.7	19.9	19.8
17/10/2018	26	20.5	20.6	20.55
18/10/2018	27	20.4	20.7	20.55
19/10/2018	28	20.3	20.5	20.4
PROMEDIO 28 DIAS				20.39

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 58. Dispersión de T° promedio de la f. vaciado 21/09



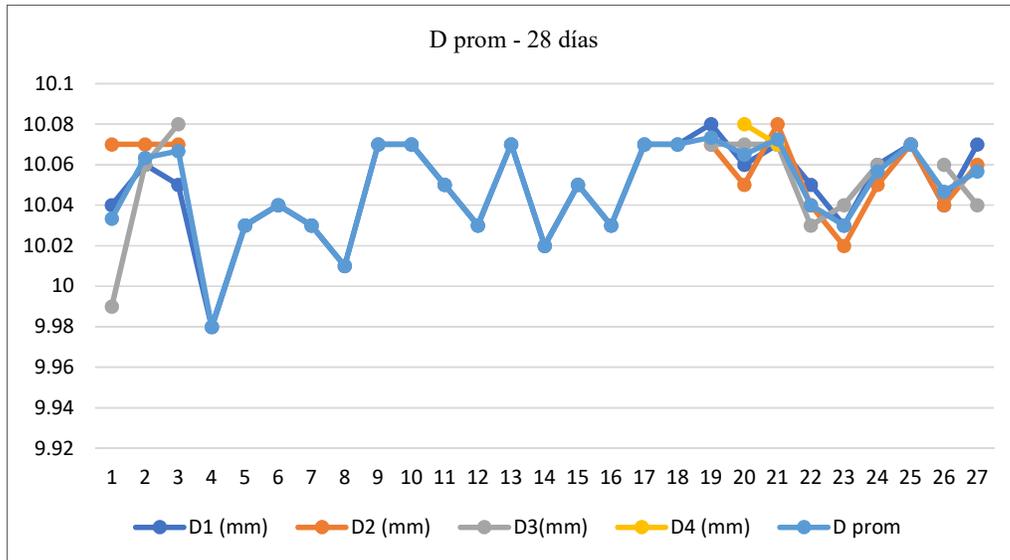
Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Diámetro promedio de los testigos ensayados a los 28 días

	D1 (mm)	D2 (mm)	D3(mm)	D4 (mm)	D prom
1	10.04	10.07	9.99		10.03
2	10.06	10.07	10.06		10.06
3	10.05	10.07	10.08		10.07
4	9.98				9.98
5	10.03				10.03
6	10.04				10.04
7	10.03				10.03
8	10.01				10.01
9	10.07				10.07
10	10.07				10.07
11	10.05				10.05
12	10.03				10.03
13	10.07				10.07
14	10.02				10.02
15	10.05				10.05
16	10.03				10.03
17	10.07				10.07
18	10.07				10.07
19	10.08	10.07	10.07		10.07
20	10.06	10.05	10.07	10.08	10.07
21	10.07	10.08	10.07	10.07	10.07
22	10.05	10.04	10.03		10.04
23	10.03	10.02	10.04		10.03
24	10.06	10.05	10.06		10.06
25	10.07	10.07			10.07
26	10.04	10.04	10.06		10.05
27	10.07	10.06	10.04		10.06

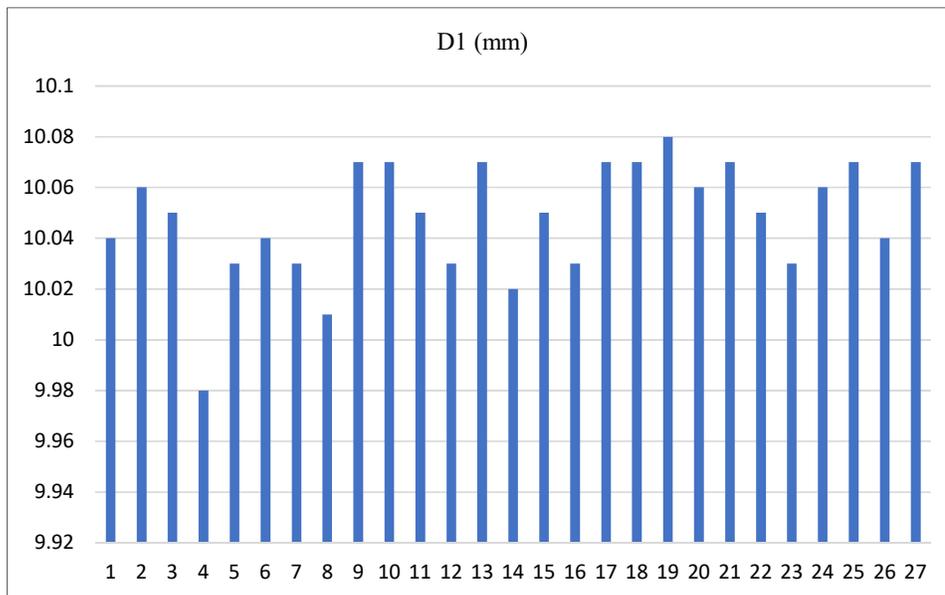
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 59. Dispersión de diámetro promedio de testigos ensayados a 28 días



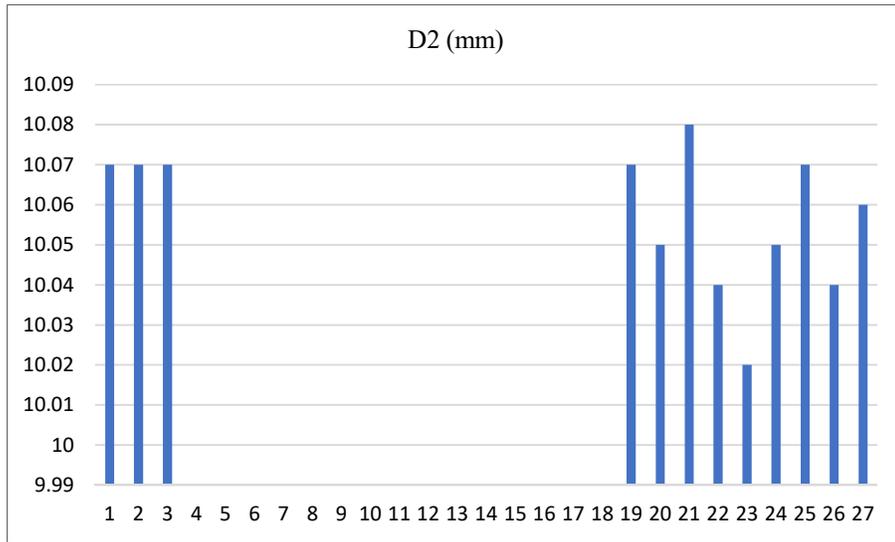
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 60. Dispersión D1 a 28 días



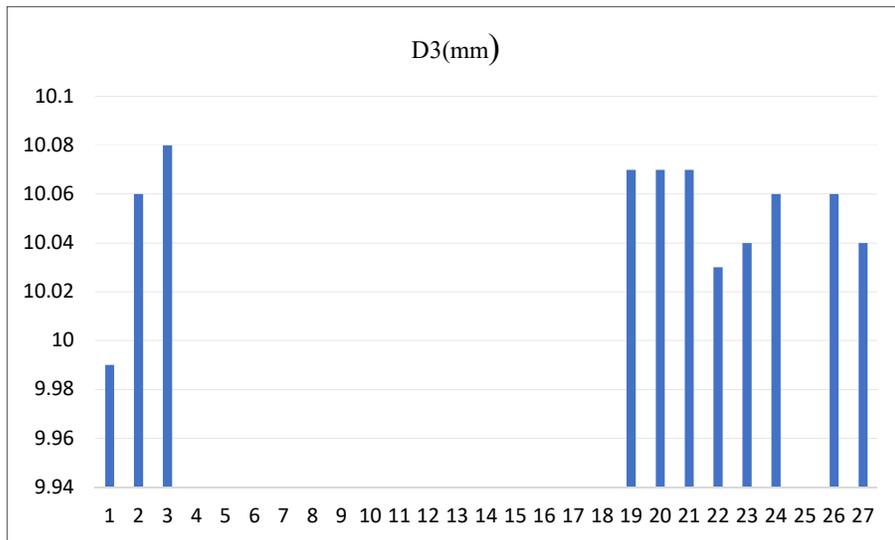
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 61. Dispersión D2 a 28 días



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 62. Dispersión D3 a 28 días



Fuente: Elaboración propia

3.4 Estimación de Incertidumbre a Edad de 3 días

Se analiza los resultados de resistencia a la compresión de las probetas ensayadas a tres días. Analizando las cargas y las temperaturas promedio se obtuvo una incertidumbre para cada nivel y día de ejecución del ensayo.

Tabla 47. Cálculo de incertidumbre de la *f*. vaciado 01/06

		fecha de vaciado	01/06/2018
		carga (kgf)	Área (cm ²)
1		14521.2	79.6
2		13702.8	79.6
Cálculo de incertidumbre			177.29
formula	resultado	unidades	
U=	18.86		
$U_c(F)=$	19.08	kgf	
$U_{cal}=$	0.00497		
$U_c(d)=$	0.0050	cm	
$dA/dd=$	15.61		
$U_c(A)=$	0.078	cm ²	
$F/A=$	0.013	cm ²	
	-2.403	kg/cm ²	
$U_c(f_c)=$	2.337	kgf/cm ²	
$U_c(f_c)*(K)=$	4.673	kgf/cm ²	
$f_c=$	177.29 +- 4.67	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad de ensayo es de +- 4.67 Kgf/cm², dando como resultado una evaluación moderada de incertidumbre.

Tabla 48. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 02/06

		fecha de vaciado	02/06/2018	
		carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1		15678.7	79.2	198.0
2		14457.7	79.2	182.5
3		13620.5	79.2	172.0
Cálculo de incertidumbre				184.2
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	21.95	20.24	19.1	
$U_c(F)=$	22.14	20.45	19.3	Kgf
$U_{ca}l=$	0.00497			
$U_c(d)=$	0.0050			cm
$dA/dd=$	15.61			
$U_c(A)=$	0.078			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-2.604	-2.401	-2.262	kg/cm ²
$U_c(f_c)=$	2.52	2.33	2.20	kgf/cm ²
$U_c(f_c)*(K)=$	5.04	4.66	4.39	kgf/cm ²
$f_c=$	184.2 +- 5.04	184.2 +- 4.66	184.2 +- 4.39	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad de ensayo tiene como nivel mínimo de incertidumbre $+4.29 \text{ kgf/cm}^2$ y como máximo $+5.20 \text{ kg/cm}^2$, es decir que el nivel de incertidumbre en este ensayo no depende del mensurado que se está evaluando.

Tabla 49. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 27/06

		fecha de vaciado	27/06/2018
		carga (kgf)	Área (cm ²)
			RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1		13469.9	77.6
			173.58
formula	resultado	unidades	
U=	18.86		
$U_c(F)=$	19.08	kgf	
$U_{cal}=$	0.00497		
$U_c(d)=$	0.0050	cm	
$dA/dd=$	15.61		
$U_c(A)=$	0.078	cm ²	
F/A=	0.013	cm ²	
	-2.229	kg/cm ²	
$U_c(f_c)=$	2.171	kgf/cm ²	
$U_c(f_c)*(K)=$	4.342	kgf/cm ²	
$f_c=$	173.58 +- 4.34	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel de incertidumbre +-4.34 kgf/cm² nivel de incertidumbre moderado en este ensayo.

Tabla 50. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 30/06

	fecha de vaciado		30/06/2018	
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
1	14358.2	78.4	183.14	
2	15924.1	78.2	203.63	
3	15905	78.5	202.61	
Cálculo de la incertidumbre			196.46	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	20.10	22.29	22.3	
Uc(F)=	20.31	22.48	22.5	Kgf
UcaI=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-2.291	-2.541	-2.538	kg/cm ²
Uc(fc)=	2.29	2.53	2.53	kgf/cm ²
Uc(fc)*(K)=	4.58	5.07	5.06	kgf/cm ²
fc=	196.46 +- 4.58	196.46 +- 4.58	196.46 +- 5.06	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre +-4.58 kgf/cm² y como máximo +- 5.07 kg/cm², dando como resultado un nivel de incertidumbre moderado en este ensayo.

Tabla 51. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 06/07

		fecha de vaciado	06/07/2018	
		carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1		13381.3	77.4	172.9
2		13326.8	77.3	172.4
3		15042.2	78.1	192.6
Cálculo de la incertidumbre				179.3
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	18.73	18.66	21.1	
$U_c(F)=$	18.96	18.88	21.3	Kgf
$U_{cal}=$	0.00497			
$U_c(d)=$	0.050			cm
$dA/dd=$	15.61			
$U_c(A)=$	0.078			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-2.222	-2.213	-2.498	kg/cm ²
$U_c(f_c)=$	2.16	2.15	2.42	kgf/cm ²
$U_c(f_c)*(K)=$	4.32	4.30	4.84	kgf/cm ²
$f_c=$	179.3 +- 4.317	179.3 +- 4.30	179.3 +- 4.84	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre +-4.30 kgf/cm² y como máximo +- 4.84 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre en este ensayo no depende del mensurado que se está evaluando.

Tabla 52. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 12/09

	fecha de vaciado		12/09/2018	
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
1	13599	79	172.14	
2	16428.8	79.2	207.43	
3	16002.5	79.2	202.05	
Cálculo de la incertidumbre			193.88	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	19.04	23.00	22.4	
<u>Uc(F)=</u>	19.26	23.18	22.6	<u>Kgf</u>
<u>UcaI=</u>	0.00502			
<u>Uc(d)=</u>	0.0050			cm
<u>dA/dd=</u>	15.77			
<u>Uc(A)=</u>	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-2.170	-2.621	-2.553	kg/cm ²
<u>Uc(fc)=</u>	2.17	2.61	2.55	<u>kgf/cm²</u>
<u>Uc(fc)*(K)=</u>	4.34	5.23	5.09	<u>kgf/cm²</u>
<u>fc=</u>	193.88 +- 4.34	193.88 +- 5.23	193.88 +- 5.09	<u>kgf/cm²</u>

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre +-4.34 kgf/cm² y como máximo +- 5.09 kg/cm², dando como resultado un nivel de incertidumbre moderado en este ensayo.

Tabla 53. Cálculo de incertidumbre de la f_c vaciado 19/09

		fecha de vaciado	19/09/2018
		carga (kgf)	Área (cm ²)
			RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1		12701.3	79
2		14614.3	79
Cálculo de la incertidumbre			172.88
formula	resultados		unidades
	1	2	
U=	17.78	20.46	
Uc(F)=	18.02	20.66	Kgf
Ucal=	0.005015		
Uc(d)=	0.0050		cm
dA/dd=	15.76		
Uc(A)=	0.079		cm ²
F/A=	0.0126		cm ²
	-2.03	-2.33	kgf/cm ²
Uc(f _c)=	2.03	2.33	kgf/cm ²
Uc(f _c)*(k)=	4.06	4.66	kgf/cm ²
f_c=	172.88 +- 4.06	172.88 +- 4.66	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre ± 4.06 kgf/cm² y como máximo ± 4.66 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre en este ensayo no depende del mensurado que se está evaluando.

Tabla 54. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 17/09

		fecha de vaciado	17/09/2018	
		carga (kgf)	Área (cm ²)	
1	11319.1	79.3	142.74	
2	13386	79.2	169.02	
3	11177.9	79	141.49	
Cálculo de la incertidumbre			151.08	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	15.85	18.74	15.6	
Uc(F)=	16.11	18.96	15.9	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-1.800	-2.129	-1.778	kg/cm ²
Uc(f'c)=	1.81	2.14	1.79	kgf/cm ²
Uc(f'c)*(K)=	3.63	4.27	3.59	kgf/cm ²
f'c=	179.3 + 3.63	151.8 + 4.27	151.8 + 3.59	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre ± 3.63 kgf/cm² y como máximo ± 4.27 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando.

Tabla 55. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 20/09

fecha de vaciado		20/09/2018			
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)		
1	11964.9	79.6	150.31		
2	13335.7	79.6	167.53		
3	21905.5	79.5	275.54		
4	21748.5	79.6	273.22		
Cálculo de la incertidumbre			216.65		
formula	resultados				unidades
	1	2	3	4	
U=	16.75	18.67	30.7	30.45	
Uc(F)=	17.00	18.89	30.8	30.58	Kgf
Ucal=	0.005031667				
Uc(d)=	0.0050				cm
dA/dd=	15.81				
Uc(A)=	0.080				cm ²
F/A=	0.013				cm ²
	-1.885	-2.101	-3.451	-3.427	kg/cm ²
Uc(fc)=	1.91	2.12	3.46	3.437	kgf/cm ²
Uc(fc)*(K)=	3.82	4.25	6.92	6.875	kgf/cm ²
f_c=	216.65 +- 3.82	216.65 +- 4.25	216.65 +- 6.92	216.65 +- 6.88	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre $+3.82 \text{ kgf/cm}^2$ y como máximo $+6.92 \text{ kg/cm}^2$, es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando.

Tabla 56. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 24/09

fecha de vaciado		24/09/2018			
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)		
1	12512.2	79.6	157.19		
2	14411.3	79.6	181.05		
3	11387.9	79.6	143.06		
4	14330.2	79.5	180.25		
Cálculo de la incertidumbre			165.39		
formula	resultados				unidades
	1	2	3	4	
U=	17.52	20.18	15.9	20.06	
Uc(F)=	17.75	20.38	16.2	20.27	Kgf
Ucal=	0.005038333				
Uc(d)=	0.0050				cm
dA/dd=	15.83				
Uc(A)=	0.080				cm ²
F/A=	0.013				cm ²
	-1.961	-2.259	-1.785	-2.246	kg/cm ²
Uc(fc)=	1.99	2.29	1.82	2.275	kgf/cm ²
Uc(fc)*(K)=	3.99	4.58	3.64	4.550	kgf/cm ²
fc=	165.39 +- 3.99	165.39 +- 4.58	165.39 +- 3.64	165.39 +- 4.55	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre $+3.64 \text{ kgf/cm}^2$ y como máximo $+4.58 \text{ kgf/cm}^2$, es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando.

Tabla 57. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 03/10

		fecha de vaciado		03/10/2018
		carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1		12625.7	79	159.82
2		14016.9	79.3	176.76
3		14821.5	79.2	187.14
Cálculo de la incertidumbre				174.57
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	17.68	19.62	20.8	
Uc(F)=	17.91	19.84	21.0	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-2.014	-2.236	-2.365	kg/cm ²
Uc(f _c)=	2.02	2.24	2.36	kgf/cm ²
Uc(f _c)*(K)=	4.04	4.47	4.72	kgf/cm ²
f_c=	174.57 +- 4.04	174.57 +- 4.47	174.57 +- 4.72	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre ± 4.20 kgf/cm² y como máximo ± 4.60 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado

3.5. Estimación de Incertidumbre a Edad de 28 días

Tabla 58. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 06/06

	fecha de vaciado		06/06/2018	
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
1	17730.6	79.2	223.9	
2	28016.1	79.6	352.0	
3	27724.5	78.4	353.6	
Cálculo de la incertidumbre			309.8	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	24.82	39.22	38.8	
Uc(F)=	24.99	39.33	38.9	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-2.820	-4.455	-4.409	kg/cm ²
Uc(f _c)=	2.82	4.43	4.38	kgf/cm ²
Uc(f _c)*(K)=	5.63	8.86	8.77	kgf/cm ²
f_c=	309.8 +- 5.63	309.8 +- 8.86	309.8 +- 8.77	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre ± 5.63 kgf/cm² y como máximo ± 8.86 kg/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando.

Tabla 59. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 07/06

		fecha de vaciado	07/06/2018	
		carga (kgf)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	
1	18163.4	79.5	228.5	
2	16447.7	79.6	206.6	
3	17512.9	79.5	220.3	
Cálculo de la incertidumbre			218.5	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	25.43	23.03	24.5	
Uc(F)=	25.59	23.21	24.7	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm2
F/A=	0.013			cm2
	-2.898	-2.624	-2.794	kg/cm2
Uc(fc)=	2.89	2.62	2.78	kgf/cm2
Uc(fc)*(K)=	5.77	5.23	5.57	kgf/cm2
f_c=	218.5 +- 5.77	218.5 +- 5.23	218.5 +- 5.57	kgf/cm2

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre ± 5.23 kgf/cm² y como máximo ± 5.77 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando.

Tabla 60. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 09/06

	fecha de vaciado		09/06/2018	
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
1	49154.8	79.3	619.9	
2	48480.1	79.6	609.0	
3	45055.9	79.8	564.6	
Cálculo de la incertidumbre			597.8	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	68.82	67.87	63.1	
Uc(F)=	68.88	67.93	63.1	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-7.817	-7.709	-7.165	kg/cm ²
Uc(fc)=	7.76	7.65	7.11	kgf/cm ²
Uc(fc)*(K)=	15.52	15.31	14.23	kgf/cm ²
f_c=	597.8 +- 15.53	597.8 +- 15.32	597.8 +- 14.24	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre por repetibilidad del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre ± 14.23 kgf/cm² y como máximo ± 15.52 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando.

Tabla 61. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 27/06

	fecha de vaciado		27/06/2018
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1	42350.3	78.2	541.56
formula	resultado	unidades	
U=	59.29		
Uc(F)=	59.36	kgf	
Ucal=	0.00502		
Uc(d)=	0.0050	cm	
dA/dd=	15.77		
Uc(A)=	0.079	cm ²	
F/A=	0.013	cm ²	
	-6.735	kg/cm ²	
Uc(fc)=	6.687	kgf/cm ²	
Uc(fc)*(K)=	13.375	kgf/cm ²	
f_c=	541.5 +- 13.38	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel máximo de incertidumbre +-13.375 kgf/cm², dando como resultado un nivel de incertidumbre moderado en este ensayo.

Tabla 62. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 21/07

	fecha de vaciado		21/07/2018
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1	17011.6	79	215.34
formula	resultado	unidades	
U=	23.82		
Uc(F)=	23.99	kgf	
Ucal=	0.00502		
Uc(d)=	0.0050	cm	
dA/dd=	15.77		
Uc(A)=	0.079	cm ²	
F/A=	0.013	cm ²	
	-2.714	kg/cm ²	
Uc(fc)=	2.705	kgf/cm ²	
Uc(fc)*(K)=	5.410	kgf/cm ²	
f_c=	215.3 +- 5.4	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel máximo de incertidumbre $\pm 5.41 \text{ kgf/cm}^2$, es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 63. Cálculo de incertidumbre de la *f*. vaciado 21/07

	fecha de vaciado		21/07/2018
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1	18088.1	79.2	228.39
formula	resultado	unidades	
U=	25.32		
Uc(F)=	25.49	kgf	
Ucal=	0.00502		
Uc(d)=	0.0050	cm	
dA/dd=	15.76		
Uc(A)=	0.079	cm ²	
F/A=	0.013	cm ²	
	-2.892	kg/cm ²	
Uc(f _c)=	2.875	kgf/cm ²	
Uc(f _c)*(K)=	5.750	kgf/cm ²	
f_c=	228.39 +- 5.75	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel máximo de incertidumbre +-5.750 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 64. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 21/07

	fecha de vaciado		21/07/2018
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1	18088.1	79.2	228.39
formula	resultado	unidades	
U=	25.32		
Uc(F)=	25.49	kgf	
Ucal=	0.00502		
Uc(d)=	0.0050	cm	
dA/dd=	15.76		
Uc(A)=	0.079	cm ²	
F/A=	0.013	cm ²	
	-2.892	kg/cm ²	
Uc(fc)=	2.875	kgf/cm ²	
Uc(fc)*(K)=	5.750	kgf/cm ²	
fc=	228.39 +- 5.75	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel máximo de incertidumbre ± 6.47 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 65. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 30/07

	fecha de vaciado		30/07/2018
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1	29133.4	78.7	370.18
formula	resultado	unidades	
U=	40.79		
Uc(F)=	40.89	kgf	
Ucal=	0.00502		
Uc(d)=	0.0050	cm	
dA/dd=	15.77		
Uc(A)=	0.079	cm ²	
F/A=	0.013	cm ²	
	-4.648	kg/cm ²	
Uc(fc)=	4.610	kgf/cm ²	
Uc(fc)*(K)=	9.220	kgf/cm ²	
f_c=	370.18 +- 9.22	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel máximo de incertidumbre ± 9.22 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 66. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 07/08

	fecha de vaciado		07/08/2018
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1	41245.5	79.6	518.16
formula	resultado	unidades	
U=	57.74		
Uc(F)=	57.82	kgf	
Ucal=	0.00502		
Uc(d)=	0.0050	cm	
dA/dd=	15.77		
Uc(A)=	0.079	cm ²	
F/A=	0.013	cm ²	
	-6.581	kg/cm ²	
Uc(f _c)=	6.519	kgf/cm ²	
Uc(f _c)*(K)=	13.037	kgf/cm ²	
f_c=	518.1 +- 13.04	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel máximo de incertidumbre ± 13.04 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 67. Cálculo de incertidumbre de la *f*. vaciado 09/08

	fecha de vaciado		09/08/2018
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1	14514.3	79.6	182.34
formula	resultado	unidades	
U=	20.32		
Uc(F)=	20.52	kgf	
Ucal=	0.00502		
Uc(d)=	0.0050	cm	
dA/dd=	15.77		
Uc(A)=	0.079	cm ²	
F/A=	0.013	cm ²	
	-2.316	kg/cm ²	
Uc(f _c)=	2.314	kgf/cm ²	
Uc(f _c)*(K)=	4.628	kgf/cm ²	
f_c=	182.34 +- 4.628	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel máximo de incertidumbre ± 4.628 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 68. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 14/08

	fecha de vaciado		14/08/2018
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1	19907.2	79.3	251.04
formula	resultado	unidades	
U=	27.87		
Uc(F)=	28.02	kgf	
Ucal=	0.00502		
Uc(d)=	0.0050	cm	
dA/dd=	15.77		
Uc(A)=	0.079	cm ²	
F/A=	0.013	cm ²	
	-3.176	kg/cm ²	
Uc(f _c)=	3.159	kgf/cm ²	
Uc(f _c)*(K)=	6.318	kgf/cm ²	
f_c=	251 +- 6.32	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel máximo de incertidumbre ± 6.318 kgf/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 69. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 15/08

	fecha de vaciado		15/08/2018
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1	19306.8	79.6	242.55
formula	resultado	unidades	
U=	27.03		
Uc(F)=	27.18	kgf	
Ucal=	0.00502		
Uc(d)=	0.0050	cm	
dA/dd=	15.77		
Uc(A)=	0.079	cm ²	
F/A=	0.013	cm ²	
	-3.080	kg/cm ²	
Uc(f _c)=	3.065	kgf/cm ²	
Uc(f _c)*(K)=	6.130	kgf/cm ²	
f_c=	242.5 +- 6.13	kgf/cm²	

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel máximo de incertidumbre $+6.13 \text{ kgf/cm}^2$, es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 70. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 21/08

	fecha de vaciado		21/08/2018	
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
1	21874.4	79.8	274.1	
2	27123.8	79.6	340.8	
3	17028.8	79.6	213.9	
Cálculo de la incertidumbre			276.3	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	30.62	37.97	23.8	
Uc(F)=	30.76	38.08	24.0	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-3.478	-4.313	-2.708	kg/cm ²
Uc(fc)=	3.47	4.29	2.71	kgf/cm ²
Uc(fc)*(K)=	6.93	8.58	5.41	kgf/cm ²
f_c=	276.3 +- 6.93	276.3 +- 8.58	276.3 +- 5.41	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre ± 5.41 kgf/cm² y como máximo ± 8.58 kg/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está

Tabla 71 . Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 27/08

fecha de vaciado		27/08/2018		
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
1	20429.8	79.5	257.0	
2	20673.4	79.3	260.7	
3	19612	79.6	246.4	
Cálculo de la incertidumbre			254.7	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	28.60	28.94	27.5	
Uc(F)=	28.75	29.09	27.6	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-3.249	-3.287	-3.119	kg/cm ²
Uc(fc)=	3.24	3.28	3.11	kgf/cm ²
Uc(fc)*(K)=	6.48	6.55	6.22	kgf/cm ²
f_c=	254.7 +- 6.48	254.7 +- 6.55	254.7 +- 6.22	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre +-6.22 kgf/cm² y como máximo +- 6.55 kg/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está

Tabla 72. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 31/08

fecha de vaciado		31/08/2018		
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
1	21450.5	79.6	269.5	
2	20529.4	79.6	257.9	
3	19745.8	79.6	248.1	
Cálculo de la incertidumbre			258.5	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	30.03	28.74	27.6	
Uc(F)=	30.17	28.89	27.8	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-3.411	-3.265	-3.140	kg/cm ²
Uc(f _c)=	3.40	3.25	3.13	kgf/cm ²
Uc(f _c)*(K)=	6.80	6.51	6.26	kgf/cm ²
f_c=	258.5 +- 6.80	258.5 +- 6.51	258.5 +- 6.26	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre ± 6.26 kgf/cm² y como máximo ± 6.80 kg/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está

Tabla 73. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 05/09

		fecha de vaciado	05/09/2018		
		carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
1		20245.2	79	256.3	
2		22552.6	78.9	285.8	
3		21280.5	79.2	268.7	
Cálculo de la incertidumbre				270.3	
formula	resultados			unidades	
	1	2	3		
U=	28.34	31.57	29.8		
Uc(F)=	28.49	31.71	29.9		Kgf
Ucal=	0.00502				
Uc(d)=	0.0050				cm
dA/dd=	15.76				
Uc(A)=	0.079				cm ²
F/A=	0.013				cm ²
	-3.226	-3.593	-3.391		kg/cm ²
Uc(fc)=	3.21	3.57	3.37		kgf/cm ²
Uc(fc)*(K)=	6.42	7.15	6.75		kgf/cm ²
f_c=	270.3 +- 6.42	270.3 +- 7.15	270.3 +- 6.75		kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre +6.42 kgf/cm² y como máximo +- 6.75 kg/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 74. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 10/09

		fecha de vaciado	10/09/2018	
		carga (kgf)	Área (cm ²)	
		RESISTENCIA (Kg/cm ²)		
1	21741.1	79.3	274.2	
2	20750.4	79.3	261.7	
3	20298.3	79.5	255.3	
Cálculo de la incertidumbre			263.7	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	30.44	29.05	28.4	
Uc(F)=	30.57	29.19	28.6	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-3.457	-3.300	-3.228	kg/cm ²
Uc(f _c)=	3.44	3.29	3.22	kgf/cm ²
Uc(f _c)*(K)=	6.89	6.58	6.44	kgf/cm ²
f_c=	263.7 +- 6.89	6.58 +- 6.58	6.44 +- 6.44	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre +6.44 kgf/cm² y como máximo +- 6.89 kg/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 75. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 21/09

	fecha de vaciado		21/09/2018	
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
1	18888.6	79.2	238.5	
2	19915.3	79.2	251.5	
3	28731.6	79.5	361.4	
Cálculo de la incertidumbre			283.8	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	26.44	27.88	40.2	
Uc(F)=	26.60	28.03	40.3	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-3.004	-3.167	-4.569	kg/cm ²
Uc(fc)=	3.00	3.16	4.54	kgf/cm ²
Uc(fc)*(K)=	5.99	6.32	9.09	kgf/cm ²
fc=	283.8 +- 5.99	283.8 +- 6.32	283.8 +- 9.09	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre +5.99 kgf/cm² y como máximo +- 9.09 kg/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

Tabla 76. Cálculo de incertidumbre de la f. vaciado 22/09

	fecha de vaciado		22/09/2018	
	carga (kgf)	Área (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	
1	15962	79.6	200.5	
2	19803.2	79.5	249.1	
3	17620.8	79.2	222.5	
Cálculo de la incertidumbre			224.0	
formula	resultados			unidades
	1	2	3	
U=	22.35	27.72	24.7	
Uc(F)=	22.53	27.87	24.8	Kgf
Ucal=	0.00502			
Uc(d)=	0.0050			cm
dA/dd=	15.77			
Uc(A)=	0.079			cm ²
F/A=	0.013			cm ²
	-2.538	-3.149	-2.802	kg/cm ²
Uc(fc)=	2.54	3.14	2.80	kgf/cm ²
Uc(fc)*(K)=	5.08	6.28	5.60	kgf/cm ²
f_c=	224 +- 5.08	224 +- 6.28	224 +- 5.60	kgf/cm²

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla n° 87 que la magnitud de incertidumbre del ensayo a compresión tiene como nivel mínimo de incertidumbre +5.08 kgf/cm² y como máximo +- 6.28 kg/cm², es decir que el nivel de incertidumbre no depende del mensurado que se está evaluando

RESULTADOS DE INCERTIDUMBRE

Tabla 77. Cálculo de incertidumbre a 3 días

DATOS ANALIZADOS A 3 DÍAS		
MENSURADO	UNIDAD	PORCENTAJE
CARGA PROMEDIO	14500 kgf	-
DIÁMETRO PROMEDIO	10 cm	-
ESFUERZO PROMEDIO	170 kgf/cm ²	
REPETIBILIDAD	145000 kgf	3%
INCERTIDUMBRE DIÁMETRO	0.05 cm	0.50%
INCERTIDUMBRE DE LA TEMPERATURA	+ - 2 centígrados	5%
INCERTIDUMBRE DE RESISTENCIA MIN	4 Kgf/cm ²	3%
INCERTIDUMBRE DE RESISTENCIA MAX	9 Kgf/cm ²	5%

Fuente: elaboración propia

Se calculó la incertidumbre expandida en el método de ensayo a compresión a edad de 3 días, con un máximo de 5% que equivale a 9 kg/cm² y un mínimo de 3% que equivale a 4kg/cm². Es decir que la incertidumbre está dentro del parámetro establecido por la norma MTC E 704 que indica 8% para probetas de repetibilidad de ensayo.

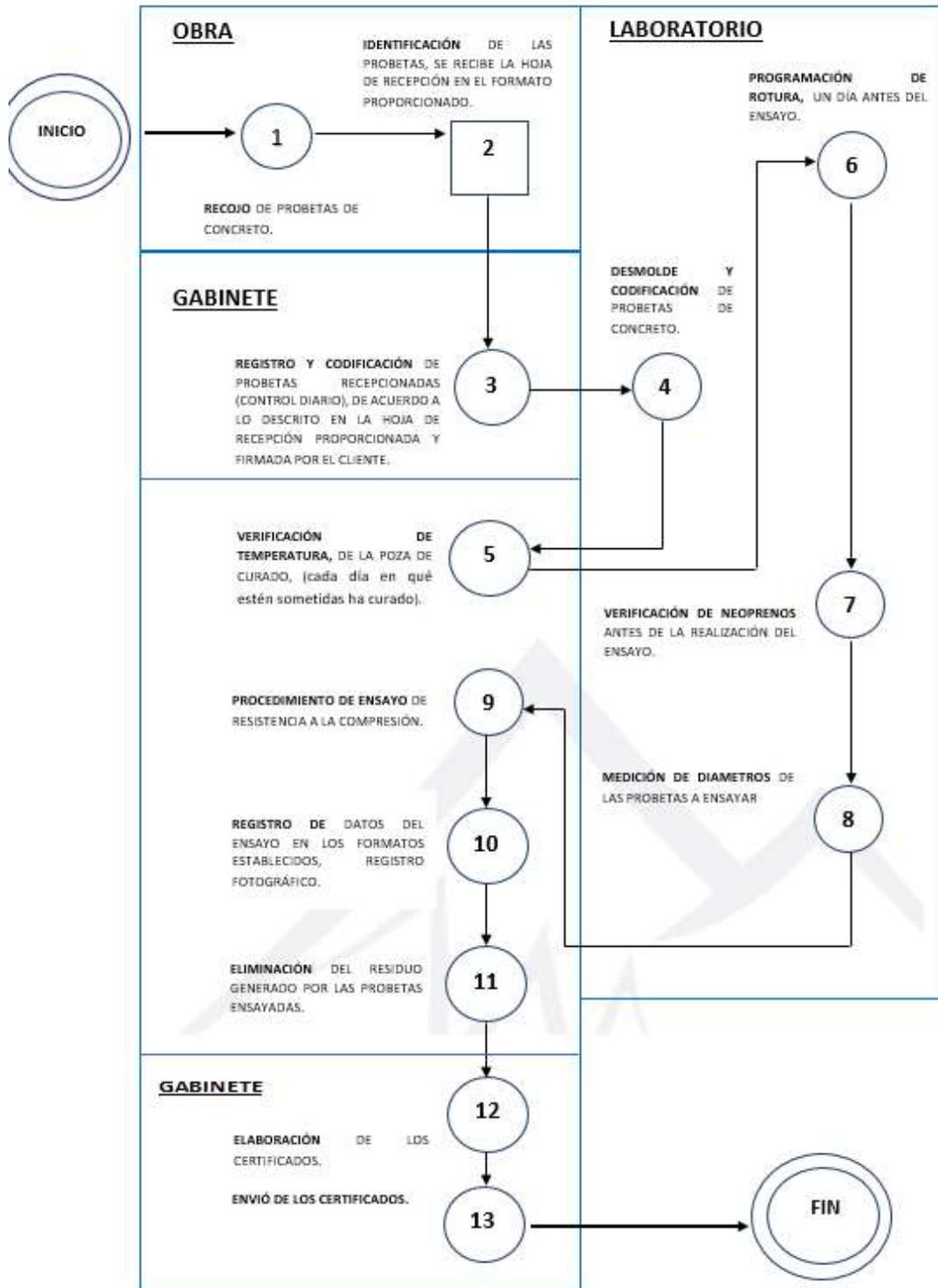
Tabla 78. Cálculo de Incertidumbre a los 28 días

DATOS ANALIZADOS A 28 DÍAS		
MENSURADO	UNIDAD	PORCENTAJE
CARGA PROMEDIO	20000 kgf	-
DIÁMETRO PROMEDIO	10 cm	-
ESFUERZO PROMEDIO	250 kgf/cm ²	-
REPETIBILIDAD	20000 kgf	5%
INCERTIDUMBRE DIÁMETRO	0.05 cm	0.50%
INCERTIDUMBRE DE LA TEMPERATURA	+ - 2 centígrados	5%
INCERTIDUMBRE DE RESISTENCIA MIN	6 Kgf/cm ²	2.2%
INCERTIDUMBRE DE RESISTENCIA MAX	15 Kgf/cm ²	6%

Fuente: elaboración propia

Se calculó la incertidumbre expandida en el método de ensayo a compresión a edad de 28 días, con un máximo de 6% que equivale a 15 kg/cm² y un mínimo de 2.2% que equivale a 6kg/cm². Es decir que la incertidumbre está dentro del parámetro establecido por la norma MTC E 704 que indica 8% para probetas de repetibilidad de ensayo.

3.6. Flujograma de Procedimiento Interno del Ensayo a Compresión



IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- ❖ Al calcular la incertidumbre en el ensayo a compresión del concreto se pudo constatar un nivel de incertidumbre menor al 8% establecido por la norma MTC 704. Teniendo como resultado de incertidumbre a los 3 días un mínimo de 3% y como máximo 5% de incertidumbre y a los 28 días un mínimo de incertidumbre de 2.2 % y como máximo 6% de incertidumbre.
- ❖ Al calcular la incertidumbre de la resistencia del ensayo a compresión se verificó que las fuentes de incertidumbre que influyen en el ensayo a compresión del concreto, tienen un nivel de incertidumbre para la máquina compresora de 2.89 kgf , para la medida del diámetro de la probeta 0.05 cm y para la temperatura en 3 c° , respecto a los resultados de resistencia a la compresión del concreto para edades de 3 y 28 días.
- ❖ Los criterios de estimación de la incertidumbre de la resistencia del ensayo a compresión del concreto son la repetibilidad del ensayo y la incertidumbre expandida de lo cual da como resultado la incertidumbre de la resistencia a la compresión teniendo así un nivel de incertidumbre de 3% a los 3 días y un 5% a los 28 días. Estando así estos porcentajes dentro de lo establecido por la norma.
- ❖ Con lo que respecta a la propuesta de flujogramas como parte de la mejora del ensayo a compresión del concreto, se evalúa que el método de ensayo a compresión del concreto tiene un nivel aceptable de incertidumbre por lo tanto se propone solo un flujograma como parte de mejora continua.

V. CONCLUSIONES

- ❖ Se acepta la hipótesis general planteada, en la cual indica que se estima un nivel de incertidumbre de los resultados del ensayo a compresión del concreto dentro del porcentaje establecido por el MTC 704, que es la norma adaptada del ASTM C-39.
- ❖ Con lo que respecta a las fuentes de incertidumbre, el curado del concreto interviene en 5% en la resistencia a la compresión del concreto a edades de 3 y 28 días. Sin embargo este no ha sido afectado durante el método de ensayo. Por lo cual se concluye que las fuentes de incertidumbre no intervienen de manera significativa en la variabilidad de los resultados del ensayo a compresión del concreto de diseño $f'c$ 280 kg/cm² a edades de 3 y 28 días.
- ❖ Con lo que respecta a los criterios que influyen en el ensayo a compresión del concreto la incertidumbre expandida es el criterio de cálculo donde intervienen todas las fuentes de incertidumbre por lo cual arroja porcentajes completos de incertidumbre del ensayo. Teniendo como resultados de incertidumbre de la resistencia a los 3 días y 28 en 3% y 5 % respectivamente. Concluyendo así que el nivel de incertidumbre expandida no influye en la variabilidad de los resultados del ensayo a compresión del concreto de diseño $f'c$ 280 kg/cm² a edades de 3 y 28 días.
- ❖ Con lo que respecta a la propuesta de flujogramas como parte de la mejora del ensayo a compresión del concreto, solo se propone un flujograma de procedimiento interno del ensayo a compresión del concreto debido a que el nivel de incertidumbre no depende del método de ensayo a compresión.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Al calcular la incertidumbre en los resultados de la resistencia del ensayo a la compresión se evaluaron solo los factores que intervienen en el método de ensayo, teniendo así otros factores externos que intervienen en la variabilidad de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto. Por ello se propone tener en cuenta estos criterios para el análisis de datos de la variabilidad de la resistencia a la compresión del concreto.
- ❖ Se recomienda siempre verificar la calidad de los neoprenos antes de realizar el ensayo, este debe estar en buen estado, debido a que amortigua la carga directa de la máquina compresora.
- ❖ Se recomienda analizar todas las posibles fuentes de incertidumbre, en este caso el curado es uno de los factores importantes que intervienen en el resultado de la resistencia a la compresión del concreto.
- ❖ Los resultados de resistencia a la compresión son de vital importancia en la toma de decisiones en los procesos constructivos de toda obra de gran envergadura, con estos se realiza los procesos de tensado de placas, losas y muros, esencialmente a edades de 3 días por esto el ensayo a compresión del concreto es un ensayo simple pero de gran responsabilidad porque en base a los resultados se decisiones que influyen muchas veces en el tiempo y presupuesto de una obra.
- ❖ En las obras de construcción de edificios cuentan con supervisión de calidad de obra por ello al finalizar el servicio de rotura de probetas se solicita un dossier de calidad para ver la progresión de las resistencias de los diseños de concreto de todos los elementos construidos, por ello las empresas que brindan servicios a compresión del concreto deben contar con la certificación de la calidad del método de este ensayo que corrobore el nivel de incertidumbre a la cual están sometidos sus ensayos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELMAR Saldías, Ricardo. Implementación y evaluación de equipo portátil de ensayo para determinar la resistencia a compresión del hormigón proyectado en edades tempranas. Tesis (ingeniero civil): Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile, 2013.

Disponible en

- DELGADO Alamilla, Horacio [et al]. Estimación de incertidumbre en la construcción. Trabajo de investigación. Chiapas, México: Instituto del transporte mexicano, 2010.

- GARCÍA Chambilla, Freddy. Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en la ciudad de Puno. Tesis (ingeniero civil): Puno, Perú: Universidad nacional del Altiplano, 2017.

Disponible en

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5431/Garcia_Chambilla_Bleger_Freddy.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- PIÑERO Perestelo, Andreina. Validación y estimación de la incertidumbre del ensayo a compresión de cilindros de concreto normalizados según la norma COVENIN 338: 2002, con variante según la norma ASTM C1231. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela, 2011.

Disponible en

http://repositorio.ucv/bitstream/handle/Ucv/Piñero_Andreina?sequence=1&isAllowed=y

- SÁNCHEZ Gavidia, Manuel. Incertidumbre de los resultados medidos en el ensayo de tracción, obtenidos en las máquinas del laboratorio de materiales de ing. Mecánica. Tesis (Ingeniero civil): Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010.

Disponible en:

https://repositorio.pucp.pe/xmlui/bitstream/handle/10486/6698/39592_Sanchez_Manuel.pdf?sequence=1

- VALENCIA Elguera, Elguera e IBARRA Navarro, Miguel. Estudio experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple. Tesis (Ingeniero civil): Lima, Perú: Pontificia

Universidad católica del Perú, 2013.

NORMAS Y REPORTE

- ASTM C31/ C 31M. (2003). – Práctica Estándar para fabricación y curado de especímenes de concreto. USA: ASTM Internacional

- ASTM C39/ C 39M. (2014). Método de prueba estándar para resistencia de los especímenes cilíndricos de concreto. USA: ASTM Internacional.

- RNE (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones. E.060 Concreto Armado. Perú.

- MTC (2016). Manual de ensayos de materiales. E.700 Concreto. Perú.

- GUIA GUM (2012). Estimación de incertidumbres. España.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES		DETERMINACION METODOLOGICA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V1: INCERTIDUMBRE		La estimación de la incertidumbre del ensayo a compresión del concreto sera medida de las siguientes dimensiones que influyen en su calculo: fuentes de incertidumbre, criterios para su estimación y los tipos de fallas que genera la rotura; lo cual da un diagnostico de como podria fallar nuestro elemento.
calcular la estimación de la incertidumbre del ensayo a compresión del concreto en estructuras con diseño f'c 280 kg/cm ² a edades de 3 y 28 días, para la propuesta de mejoramiento del método de ensayo ?	Estimar la incertidumbre de los resultados en los ensayos a compresion del concreto para proponer la mejora del metodo de ensayo medido en concreto de diseño f'c 280 kg/cm ²	Se estima un nivel de incertidumbre de los resultados del ensayo a compresión del concreto dentro del porcentaje aceptado en la norma MTC-704	FUENTES DE INCERTIDUMBRE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	
				DIAMETRO DE LA PROBETA	
				TEMPERATURA DE CURADO	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	CRITERIOS PARA SU ESTIMACIÓN	REPETIBILIDAD	
¿Cuáles son las fuentes de incertidumbre que intervienen en el ensayo a compresión del concreto con diseño de f'c 280 kg/cm ² a edades de 3 y 28 días	calcular las fuentes de incertidumbre que intervienen en los resultados del ensayo a compresión del concreto de diseño f'c 280 Kg/cm ² a edades de 3 y 28 días	Se verifica que las fuentes de incertidumbre intervienen de manera significativa en los resultados de resistencia a la compresión del concreto de diseño f'c 280 kg/cm ² a edades de 3 y 28 días.		INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	
¿ Que criterios influyen para la estimación de la incertidumbre en los resultados del ensayo de compresion del concreto de diseño f'c 280 kg/cm ² ensayadas a edades de 3 y 28 días?	Calcular los criterios que influyen para la estimación de la incertidumbre de los resultados del ensayo a compresion del concreto a edades de 3 y 28 días	Se determinó que los criterios que influyen en la estimación de la incertidumbre intervienen en la variabilidad de la resistencia a la compresión de las probetas de diseño 280 kg/cm ² estan dentro del 8% indicado por la norma	V2: COMPRESIÓN DEL CONCRETO		
			RECEPCIÓN	REGISTRO DE DATOS Y FICHAS	
¿ De que manera determinar el mejoramiento del metodo de ensayo a compresión del concreto?	Proponer flujograma como mejora del metodo de ensayo a compresión para la reducción de incertidumbre	Se propone como parte de la mejora del ensayo a compresión del concreto, flujogramas para reducir los niveles de error en método de ensayo.	ENSAYO	ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	La validación para el mejoramiento del método de ensayo a compresión será desarrollado a través de las dimensiones diagnosticando así el error en el proceso: recepción de muestras, procedimiento del propio ensayo, y la calidad con la cuál se emiten los resultados de dicho ensayo.

Fuente: propia

Anexo 2. Matriz de Validación

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS					
Título de la investigación:					
Apellidos y nombres del investigador:					
Apellidos y nombres del experto:					
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	OPINIÓN DEL EXPERTO		
			SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES / SUGERENCIAS
V1. INCERTIDUMBRE	Fuentes de incertidumbre	Instrumento de medición			
		Operador			
		Medio ambiente			
		Magnitud de influencia			
	Criterios para su estimación	Reproducibilidad			
		Repitibilidad			
	Calidad	Certificados emitidos			
		Acreditación			
V2. COMPRESIÓN DEL CONCRETO	Recepción	Registro de datos y fichas			
	Ensayo	Prácticas de ensayo			
	Resultado	Resistencia			
		Fallas			

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos.

	ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE	<u>RECEPCIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO</u>	Cód.: G&E-FG-2018-04 Ver.: 01 Apr.: L.E.R. Fec.: MAY - 2018
	Ubicación: Jr. Huancayo 288 piso1 - Cercado de Lima / Telf.: (01) 239-7036 Email: ventas@gelaboratory.com / gyelaboratorysa@gelaboratory.com web: www.gelaboratory.com / +51 970199217		N° DE CORRELATIVO

CÓDIGO DE COTIZACIÓN : _____

FECHA DE RECEPCIÓN : _____

CÓDIGO DE SERVICIO : _____

FECHA DE ENTREGA : De acuerdo a fechas de rotura

DATOS DEL SERVICIO :

CANTIDAD N°	RESISTENCIA F'c (Kg / cm ²)	DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACIADO D - M - A	EJES (Días)							OBSERVACIONES
				1	2	3	7	14	21	28	
				Días							

CANTIDAD TOTAL DE ENSAYOS SOLICITADOS : _____

Para la Recepción de Probetas:

SOLICITADO POR MEDIO DE :
 Correo Electrónico
 Presencial

TIPO DE SERVICIO :
 Acreditado
 No acreditado

 G&E LABORATORY S.A
 Responsable de la Recepción

 FIRMA DEL CLIENTE
 Responsable de la Entrega

OBSERVACIONES: _____

 Responsable de la Ejecución

 Responsable de la Revisión

Anexo 3.3. Registro 3 de recepción de probetas.

G&E LABORATORY S.A. Ubicación: Jr. Huancayo 288 piso 1 - Cercado de Lima / Telf: (01) 239-7036 Email: ventas@gelaboratory.com / gelaboratorysa@gelaboratory.com web: www.gelaboratory.com / +51 979195217	ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE	RECEPCIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO		Cód. G&E-FG-2018-04 Ver: 01 Apr.: L.E.R. Pac.: MAY - 2018						
				N° DE CORRELATIVO 0011						
CÓDIGO DE COTIZACIÓN : -		FECHA DE RECEPCIÓN : 30-06-18								
CÓDIGO DE SERVICIO : GES-1075		FECHA DE ENTREGA : De acuerdo a fechas de rotura								
DATOS DEL SERVICIO :										
CANTIDAD N°	RESISTENCIA F.c (Kg / cm ²)	DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACIADO D - M - A	EJEDADES (Días)						OBSERVACIONES
				1	2	3	7	14	21	
03	210	MURO ANC 02.16 AN 02.18	27-06-18	X			X			X
03	280	MURO AN 02.16, AN 02.18	27-06-18	X			X			X
05	280	MURO AN 02.20	27-06-18	X			X			X
CANTIDAD TOTAL DE ENSAYOS SOLICITADOS : 09					Para la Recepción de Probetas:					
SOLICITADO POR MEDIO DE : <input type="checkbox"/> Correo Electrónico <input checked="" type="checkbox"/> Presencial		TIPO DE SERVICIO : <input type="checkbox"/> Acreditado <input checked="" type="checkbox"/> No acreditado		G&E LABORATORY S.A. Responsable de la Recepción		FIRMA DEL CLIENTE Responsable de la Entrega LUIS EDINSON ESPINOZA ROJAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 11529				
OBSERVACIONES:					Responsable de la Ejecución					

Fuente: G&E laboratory

Anexo 3.4. Registro 4 de recepción de probetas

G&E LABORATORY S.A. Ubicación: Jr. Huancayo 288 piso 1 - Cercado de Lima / Telf: (01) 239-7036 Email: ventas@gelaboratory.com / gelaboratorysa@gelaboratory.com web: www.gelaboratory.com / +51 979195217	ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE	RECEPCIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO		Cód. G&E-FG-2018-04 Ver: 01 Apr.: L.E.R. Pac.: MAY - 2018						
				N° DE CORRELATIVO 0036						
CÓDIGO DE COTIZACIÓN : -		FECHA DE RECEPCIÓN : 09/08/2018								
CÓDIGO DE SERVICIO : GES-1075		FECHA DE ENTREGA : De acuerdo a fechas de rotura								
DATOS DEL SERVICIO :										
CANTIDAD N°	RESISTENCIA F.c (Kg / cm ²)	DESCRIPCIÓN	FECHA DE VACIADO D - M - A	EJEDADES (Días)						OBSERVACIONES
				1	2	3	7	14	21	
3	280	CIMIENTO 16	08-08-18				X	X		X
3	280	CIMIENTO 21	08-08-18				X	X		X
3	280	ZAPATA 3	08-08-18				X	X		X
CANTIDAD TOTAL DE ENSAYOS SOLICITADOS : 09					Para la Recepción de Probetas:					
SOLICITADO POR MEDIO DE : <input type="checkbox"/> Correo Electrónico <input checked="" type="checkbox"/> Presencial		TIPO DE SERVICIO : <input type="checkbox"/> Acreditado <input checked="" type="checkbox"/> No acreditado		G&E LABORATORY S.A. Responsable de la Recepción		FIRMA DEL CLIENTE Responsable de la Entrega LUIS EDINSON ESPINOZA ROJAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 11529				
OBSERVACIONES:					Responsable de la Ejecución					

Fuente: G&E laboratory

Anexo 3.5. Registro de la determinación de la resistencia de compresión

G&E LABORATORY S.A.											ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE			
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 17b											FECHA DE VACIADO		FECHA DE ENSAYO	
CÓDIGO:		GES - 1075									6/06/2018		4/07/2018	
N°	Identificación del Testigo	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Prom. (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Prom. (cm)	Área (cm²)	Carga o Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm²)	Tipo de Falla	
1	75-0002-E1-A	20.04	20.11	20.05		10.06	10.08	9.90	10.00		14328.1	182.43	5	
2	75-0002-E1-B	20.06	20.08	20.03		10.09	10.11	9.92	10.01		13505.2	171.61	3	
3	75-0002-E1-C													
CÓDIGO:		GES - 1075									27/06/2018		25/07/2018	
N°	Identificación del Testigo	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Prom. (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Prom. (cm)	Área (cm²)	Carga o Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm²)	Tipo de Falla	
1	75-0010-E1-A	20.05	20.07	20.06		9.97	9.98	9.99	9.98		42350.3	541.38	2	
CÓDIGO:		GES - 1075									21/07/2018		18/08/2018	
N°	Identificación del Testigo	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Prom. (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Prom. (cm)	Área (cm²)	Carga o Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm²)	Tipo de Falla	
1	75-0024-E1-A	20.08	20.06	20.02		10.09	10.12	9.90	10.03		17011.6	215.30	2	
2	75-0024-E2-A	20.06	20.07	20.01		9.98	10.08	10.12	10.04		18088.1	228.47	2	
3	75-0024-E3-A	20.02	20.04	20.06		9.92	10.10	10.08	10.03		20382.1	258.09	2	
CÓDIGO:		GES - 1075									30/07/2018		27/08/2018	
N°	Identificación del Testigo	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura Prom. (cm)	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro 3 (cm)	Diámetro Prom. (cm)	Área (cm²)	Carga o Esfuerzo (kg)	Resistencia (kg/cm²)	Tipo de Falla	
1	75-0025-E1-A	20.01	20.06	20.07							29133.4	243.13	3	

Realizado G.G.P.	Revisado I.G.A.	NO posee OBSERVACIONES	L. Gutiérrez Jefe de Operaciones G&E LABORATORY S.A.
Firma <i>G.G.P.</i>	Firma <i>I.G.A.</i>		Equipo utilizado Prensa N° Vernier N°

Fuente: G&E laboratory

Anexo 4. Documento de Confiabilidad de Dato

“AÑO DEL DIALOGO Y RECONCILIACIÓN NACIONAL”

SOLICITUD: –Acceso a los datos del ensayo de compresión simple en testigos de concreto.

Señor:

Luis Edinson Espinoza Rojas
(Gerente de G&E LABORATORY S.A)


Yo, Eresbita Giuliana Garcia Pisco, identificada con DNI N°.77125497, domiciliado en el AA.HH. Vista Alegre Psj. 2 Mz. A Lt. 7 – Santa Anita, estudiante de INGENIERÍA CIVIL del NOVENO CICLO, en la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO sede ATE. Reciba usted un cordial saludo de mi parte y expongo lo siguiente:

Que, por fines de estudios, se le solicita que me pueda facilitar el acceso a la data del ensayo, mencionado en el asunto, realizado en el laboratorio; donde se pueda observar los datos de todo el proceso de ensayo. Esta solicitud se realiza con el objetivo de poder observar el desarrollo de la metodología y estimar la incertidumbre en los resultados del ensayo de probetas con un diseño ($f'c$) igual a 280 kg/cm² a 28 días de curado. El único fin es avanzar con el proyecto de investigación que estoy llevando a cabo en la actualidad, titulada “Estimación y validación de la incertidumbre en el método de ensayo a compresión del concreto desarrollado en el laboratorio de la empresa G&E LABORATORY S.A 2018”; motivo por lo cual solicito dicha información.

Sin más qué decir me despido cordialmente de usted, espero que acceda a mi petición.

Santa Anita, 21 de junio de 2018


Atte.



Eresbita Giuliana Garcia Pisco

DNI N°. 77125497

G&E LABORATORY S.A.



Luis E. Espinoza Rojas
Gerente General
RUC: 20536893700

Anexo 5. Panel Fotográfico

Foto 1. Desmolde de probetas



Fuente: elaboración propia

Foto 2. Identificación de probetas



Fuente: elaboración propia

Foto 3. Colocación de probetas en la poza de curado Foto



Fuente: elaboración propia

Foto 4. Toma de temperatura del agua



Fuente: elaboración propia

Foto 5. Medición de diámetro



Fuente: elaboración propia

Foto 6. Verificación de neopreno



Fuente: elaboración propia

Foto 7. Ensayo de probetas



Fuente: elaboración propia

Foto 8. Registro de datos



Fuente: elaboración propia

Anexo 6. Certificado de Calibración del Pie de Rey



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L-0463-2018

Fecha de emisión : 2018-05-26

Expediente : 77156

Página 1 de 3

1. Solicitante : GEOTHECNICAL & ENVIRONMENTAL LABORATORY S.A.

2. Dirección : Jr. Huancayo Nro. 286 Cercado De Lima Lima - Lima - Lima

3. Instrumento : PIE DE REY

- **Marca / Fabricante :** INSIZE
- **Modelo :** No indica
- **Número de serie :** 2604131668
- **Procedencia :** No indica
- **Código de identificación :** LG_01_116 (*)
- **Alcance de indicación :** 0 mm a 300 mm
- **División mínima :** 0,01 mm
- **Tipo de indicación :** Digital
- **Código de fábrica :** 1108-300W
- **Ubicación :** No indica

4. Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud y Ángulo de METROIL S.A.C.

5. Fecha de calibración : 2018-05-25

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa, según el PC-012 Edición 5 "Procedimiento de calibración de Pie de Rey" del INDECOPI-SNM.

7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Instrumento patrón	Certificado de calibración
IL-068	Bloque patrón de longitud Grado 0	LLA-C-033-2016 / INACAL-DM
IL-135	Bloque patrón de longitud Grado 0	LLA-403-2016 / INACAL-DM
IL-173	Anillo patrón Incertidumbre de 0,6 µm	LLA-010-2018 / INACAL-DM
IL-178	Varilla patrón Incertidumbre de 0,7 µm	LLA-090-2018 / INACAL-DM
IT-231	Termómetro de contacto Incertidumbre de 0,07 °C	T-0508-2018 / METROIL S.A.C.

8. Condiciones de calibración

Temperatura ambiental : Inicial : 19,8 °C Final : 20 °C
Humedad relativa : Inicial : 51,6 % H.R. Final : 51,6 % H.R.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

Ing. GERARDO A. GOICOCHEA DE LA CRUZ
Gerente Técnico
C.I.P.: 171505

Fuente: G&E laboratory

Anexo 6.1. Certificado de Calibración de la Prensa Hidráulica

 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN		LF-062-2018
Laboratorio de Fuerza		Pág. 1 de 2
Expediente	18066	
Solicitante	GEOHECNICAL & ENVIRONMENTAL LABORATORY S.A	
Dirección	JR. HUANCAYO NRO. 288 INT. 8 URB. LIMA CERCADO LIMA - LIMA - LIMA	
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión	
Equipo Calibrado	PRENSA DE CONCRETO (DIGITAL)	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Alcance de Indicación	1000 KN	
Marca (o Fabricante)	ELE INTERNATIONAL	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Modelo	36-0640/06	
Número de Serie	060800000005	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Identificación	LG-01-039,1	
Procedencia	USA	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Indicador de Lectura	DIGITAL	
Marca (o Fabricante)	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	ADR TOUCH HEAD	
Número de Serie	1887-1-00087	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	USA	
Alcance de Indicación	0 KN A 1000 KN	
Resolución	0,1 KN	
Transductor de Fuerza	TRANSDUCTOR DE PRENSA DE CONCRETO	
Alcance de Indicación	1000 KN	
Marca (o Fabricante)	NO INDICA	
Modelo	PA-214/700 BAR	
Número de Serie	288530	
Fecha de Calibración	2018-05-23	
Ubic. Del Equipo	LABORATORIO CENTRAL DE GYE LABORATORY SA	
Lugar de Calibración	JR. HUANCAYO NRO. 286 CERCADO DE LIMA	
Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2018-05-23	 CEM INDUSTRIAL JESÚS QUINTO C. JEFE DE LABORATORIO

Fuente: G&E laboratory

Anexo 6.2. Certificado de Calibración del Termómetro de Contacto



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L-0463-2018

Fecha de emisión : 2018-05-26

Expediente : 77156
Página 1 de 3

1. **Solicitante** : GEOTHECNICAL & ENVIRONMENTAL LABORATORY S.A.
2. **Dirección** : Jr. Huancayo Nro. 286 Cercado De Lima Lima - Lima - Lima
3. **Instrumento** : **TERMOMETRO DE CONTACTO**
 - **Marca / Fabricante** : PCE
 - **Modelo** : No indica
 - **Número de serie** : 2604131668
 - **Procedencia** : No indica
 - **Código de identificación** : PCE-ST 1
 - **Alcance de indicación** : $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - **División mínima** : $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - **Tipo de indicación** : Digital
 - **Código de fábrica** : No indica
 - **Ubicación** : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de temperatura de METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2018-05-25
6. **Método de calibración**
La calibración se efectuó por comparación directa, según el PC-012 Edición 5 "Procedimiento de calibración de Pie de Rey" del INDECOPI-SNM.
7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

Código	Instrumento patrón	Certificado de calibración
IL-068	Bloque patrón Grado 0	LLA-C-033-2016 / INACAL-DM
IL-135	Bloque patrón Grado 0	LLA-403-2016 / INACAL-DM
IL-173	Anillo patrón Incertidumbre de $0,6\text{ }\mu\text{m}$	LLA-010-2018 / INACAL-DM
IL-178	Varilla patrón Incertidumbre de $0,7\text{ }\mu\text{m}$	LLA-090-2018 / INACAL-DM
IT-231	Termómetro de contacto Incertidumbre de $0,07\text{ }^{\circ}\text{C}$	T-0508-2018 / METROIL S.A.C.

8. **Condiciones de calibración**
 - Temperatura ambiental : Inicial : $19,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ Final : $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - Humedad relativa : Inicial : $51,6\text{ }\%$ H.R. Final : $51,6\text{ }\%$ H.R.

Ing. GERARDO A. GOICOCHEA DE LA CRUZ
Gerente Técnico
C.I.P.: 171505

Fuente: G&E laboratory



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, JOHN NELINHO TACZA ZEVALLOS, docente de la Facultad DE INGENIERIA y Escuela Profesional INGENIERIA CIVIL de la Universidad César Vallejo ATE (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

" ESTIMACION Y VALIDACION DE LA INGENIERIA EN EL METODO DE ENSAYO A COMPRESION DEL CONCRETO EN ESTRUCTURAS DE F/C 280 Kg/cm² OBTENIDAS A EDADES DE 3 Y 28 DIAS ", del (de la) estudiante ERESBITA GIOVIANA GARCIA PISLO

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

ATE, 13 DE DICIEMBRE 2018
Lugar y fecha.....

JOHN NELINHO
TACZA ZEVALLOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 121824

Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 10054349

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



"Año del diálogo y la reconciliación nacional"

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniera Civil

"Estimación y validación de la incertidumbre en el método de ensayo a compresión del concreto en estructuras de F'c 280 kg/cm2 obtenidas a edades de 3 y 28 días"

AUTORA:

García Pisco, Erosbita Giuliana

ASESOR:

Mg. Tacza Zevallos, Jhon

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ

2018



JOHN NELINHO
TACZA ZEVALLOS
INGENIERO CIVIL
D.N.I. N° 121824

Resumen de coincidencias

21 %

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	5 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de internet	3 %
3	www.scribd.com Fuente de internet	2 %
4	ruian.mdp.edu.ar Fuente de internet	1 %
5	www.cem.es Fuente de internet	1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
7	www.lmt.mx Fuente de internet	1 %
8	tesis.pucp.edu.pe Fuente de internet	1 %
9	Entregado a Pontificia ... Trabajo del estudiante	1 %
10	caelum.ucv.ve Fuente de internet	1 %
11	es.scribd.com Fuente de internet	<1 %
12	repositorio.uchile.cl Fuente de internet	<1 %

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a) ERESBITA GIULIANA GARCIA PISCO cuyo título es:
ESTIMACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO
DE ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN ESTRUCTURAS DE
PLC 280 kg/cm² OBTENIDAS A EDAD DE 3 Y 28 DÍAS.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el
 estudiante, otorgándole el calificativo de: 11 (número) ONCE (letras).

Lima, Ate 13 de agosto del 2018



 Mg. CHOQUE FLORES LEOPOLDO
 PRESIDENTE



 Mg. CASUSOL IBERICO GERMAN
 SECRETARIO



 Mg. MANCHEGO MEZA JUAN ALFREDO
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------




**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 2

Yo ERESBITA GIULIANA, GARCIA PISCO, identificado con DNI N° 77125497, egresado de la Escuela Profesional de ingeniería civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "ESTIMACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO DE ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN ESTRUCTURAS DE F'c 280 KG/CM2 A EDADES DE 3 Y 28 DÍAS"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....



FIRMA

DNI: 7712597

FECHA: 13 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Programa de estudios de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Eresbita Giuliana Garcia Pisco

TÍTULO DE LA TESIS:

ESTIMACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO DE ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN ESTRUCTURAS DE F'C 280 KG/CM² OBTENIDAS A EDADES DE 3 Y 28 DÍAS.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniera Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 13 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 11



Mg. JUAN ALFREDO MANCHEGO MEZA

JOHN NELINHO
TACZA ZEVALLOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 121824