

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Control de fisuras con fibras de Chillihua (*Festuca dolichophylla*), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas.

Por:

Yadelyts Grecia Chávez Cruz
Bj Yasmanny Yeffersson Coasaca Huayapa

Asesor:

Ing. José Pacori Pacori

Juliaca, julio de 2018

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Ing. José Pacori Pacori, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: CONTROL DE FISURAS CON FIBRAS DE CHILLIHUA (*FESTUCA DOLICHOPHYLLA*), EN LOSAS DE CONCRETO SIMPLE Y SU INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS, constituye la memoria que presentan los Bachilleres Yadelyts Grecia Chávez Cruz y Bj Yasmanny Yeffersson Coasaca Huayapa para aspirar al título Profesional de Ingeniero Civil ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Juliaca, a los 24 días del mes de julio del 2018.



Ing. José Pacori Pacori

Control de fisuras con fibras de Chillihua (*Festuca dolichophylla*), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas

TESIS

Presentado para optar el título profesional de Ingeniero Civil

JURADO CALIFICADOR



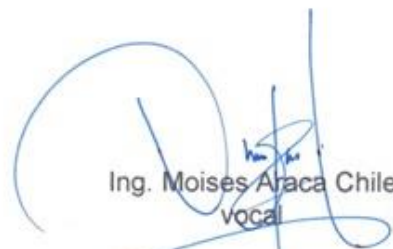
Ing. Herson Duperly Pari Cusi
Presidente



Ing. Eder Mamani Chambi
Secretario



Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari
vocal



Ing. Moisés Araca Chile
vocal



Ing. José Pacori Pacori
Asesor

Juliaca, 24 de julio de 2018

DEDICATORIA

A nuestros padres que nos dieron la vida, parte de su existencia y sacrificio constante e incondicional en la forja de valores espirituales y morales, gracias a ellos pudimos lograr parte de nuestras metas y el apoyo incondicional de nuestros queridos hermanos y amigos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos sonreír nuevamente y tener salud para concluir nuestras metas.

A nuestros padres por su apoyo y consejos.

A la Universidad Peruana Unión, nuestra alma Mater.

A nuestro Asesor Ing. José Pacori Pacori por ayudarnos y apoyarnos siempre con sus consejos y su ejemplo.

A nuestros maestros por compartir con nosotros lo que saben y poder transferir sus conocimientos a nuestra vida.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT	XVIII
CAPÍTULO I.....	19
EL PROBLEMA	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.2 OBJETIVOS:.....	20
1.2.1 Objetivo general:.....	20
1.2.2 Objetivos específicos.	20
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	20
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.2 BASES TEÓRICAS DEL ESTUDIO	23
2.2.1 Concreto convencional.....	23
2.2.2 Componentes y características de los materiales del concreto.....	23
2.2.2.1 Cemento.....	23
2.2.2.2 Agregado	25
2.2.2.3 Agregado fino.....	26
2.2.2.4 Agregado grueso.....	26
2.2.2.5 Propiedades físicas Del agregado de la cantera Unocolla para la elaboración de concreto.	26
2.2.2.6 Agua	35
2.2.2.7 Fibras en el concreto.....	36
2.2.3 Propiedades mecánicas del concreto.....	43
2.2.3.1 Trabajabilidad.....	43
2.2.3.2 Sangrado.....	43
2.2.3.3 Consistencia.....	44

2.2.3.4	Fraguado.....	45
2.2.3.5	Curado	47
2.2.3.6	Contracción	48
2.2.3.7	Fisuración del concreto	48
2.2.3.8	Resistencia a la compresión	51
2.2.4	Análisis estadístico y prueba de hipótesis.....	52
2.2.4.1	Análisis estadístico.....	52
2.2.4.2	Funciones Estadísticas:.....	53
2.2.4.3	Prueba de hipótesis.....	54
CAPÍTULO III		58
MATERIALES Y MÉTODOS.....		58
3.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	58
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	58
3.2.1	Población.....	58
3.2.2	Muestra.....	58
3.3	HIPÓTESIS.....	61
3.4	VARIABLES.....	61
3.4.1	Variables independientes	61
3.4.2	Variables dependientes.....	61
3.5	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	61
3.5.1	Técnicas de recolección de datos	61
3.5.2	Descripción de instrumentos utilizados	61
3.6	PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE MATERIALES.....	62
3.6.1	Recolección de las fibras de Chillihua (festuca dolichophylla).....	62
3.6.2	Recolección de agregados para el concreto	62
3.6.3	Recolección de cemento.....	63
3.6.4	Recolección del Agua Para la Mezcla.....	64
3.7	PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	64
3.7.1	Descripción de procesos.....	64
3.7.2	Ensayo de materiales.....	66

3.7.2.1	Agregados fino y grueso.....	66
3.7.2.2	Ensayo en el concreto.....	69
3.7.3	DISEÑO DE MEZCLA	73
3.7.3.1	DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN EL MÉTODO DE DISEÑO COMITÉ 211 DEL ACI.....	73
CAPÍTULO IV		84
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		84
4.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	84
4.1.1	Análisis para la resistencia a compresión $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días.....	84
4.1.2	Prueba de hipótesis $f'c=210$ kg/cm ²	91
4.1.3	Análisis para la resistencia a compresión $f'c=175$ kg/cm ² a los 28 días.....	99
4.1.4	Prueba de hipótesis $f'c=175$ kg/ cm ² a los 28 días.....	106
4.1.5	Análisis para la resistencia a flexo-tracción $f'c=210$ kg/cm ²	114
4.1.6	Prueba de hipótesis para la resistencia a flexo-tracción $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días.....	121
4.2	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	130
4.2.1	CONSISTENCIA	130
4.2.2	ENSAYO DE CONTRACCIÓN PLASTICA	130
4.3	RESULTADOS DE LA INVESTIGACION DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	135
4.3.1	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	135
4.3.2	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	142
CAPÍTULO V		145
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		145
5.1	CONCLUSIONES.....	145
5.2	RECOMENDACIONES	146
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		147
ANEXOS		149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características químicas y físicas	25
Tabla 2	Pesos específicos de los materiales ensayados para el diseño de mezcla.....	27
Tabla 3	Absorción de los materiales ensayados para el diseño de mezcla.....	27
Tabla 4	Límites de granulometría en el agregado fino para el diseño de mezcla.....	28
Tabla 5	Granulometría en el agregado fino para el diseño de mezcla.....	29
Tabla 6	Límites de granulometría en el agregado grueso para el diseño de mezcla	30
Tabla 7	Granulometría del agregado grueso.....	31
Tabla 8	Pesos unitario sueltos de los agregados para el diseño de mezcla	32
Tabla 9	Pesos unitario compactados de los agregados para el diseño de mezcla.....	32
Tabla 10	Modulo de fineza de los agregados para el diseño de mezcla	33
Tabla 11	Contenido de humedad de los agregados para el diseño de mezcla	33
Tabla 12	Cargas abrasivas.	34
Tabla 13	Límites permisibles de agua de mezcla	35
Tabla 14	Porcentaje de absorción de la fibra.....	41
Tabla 15	Porcentaje de durabilidad de la fibra	42
Tabla 16	Composición química de la fibra de Chillihua	42
Tabla 17	Tabla de asentamientos para varios tipos de construcción.....	44
Tabla 18	Tiempo de fraguado del concreto a diferentes temperaturas.....	46
Tabla 19	Coefficiente de variación y desviación estándar.....	53
Tabla 20	Determinación de la t-student.....	56
Tabla 21	Nomenclatura de la fibra de Chillihua de 2.5 y 5 cm.....	59
Tabla 22	Muestras para realizar ensayos a compresión	59
Tabla 23	Muestras para realizar ensayos a flexión.....	60
Tabla 24	Muestras para estimar rapidez de evaporación.....	60
Tabla 25	Tipos de cemento que producen las diversas Fábricas.....	64
Tabla 26	Descripción y aplicaciones.	64
Tabla 27	Resistencia a la compresión requerida	75
Tabla 28	Tamaño del agregado grueso.....	75

Tabla 29 Selección del asentamiento.....	76
Tabla 30 Contenido de agua para el diseño.....	76
Tabla 31 Contenido de aire.....	77
Tabla 32 Relación agua cemento.....	77
Tabla 33 Determinación del agregado grueso.....	78
Tabla 34 Dosificación para el concreto al 0.1 %.....	80
Tabla 35 Dosificación para el concreto al 0.5 %.....	80
Tabla 36 Dosificación para el concreto al 1 %.....	81
Tabla 37 Dosificación para el concreto al 0.1 %.....	81
Tabla 38 Dosificación para el concreto al 0.5 %.....	81
Tabla 39 Dosificación para el concreto al 1 %.....	82
Tabla 40 Volúmenes de probetas a utilizar.....	82
Tabla 41 Material necesario para probetas experimentales para $F'c$ 210 kg/cm ²	82
Tabla 42 Material necesario para probetas experimentales para $F'c$ 175 kg/cm ²	83
Tabla 43 Análisis estadístico para la resistencia a la compresión – concreto patrón a los 28 días.....	84
Tabla 44 Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 0.1 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días.....	85
Tabla 45 Análisis Estadístico para Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 0.5 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días.....	86
Tabla 46 Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 1 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días.....	87
Tabla 47 Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 0.1 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días.....	88
Tabla 48 Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 0.5 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días.....	89
Tabla 49 Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 1 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días.....	90
Tabla 50 Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 2.5 cm.....	91
Tabla 51 Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.5% de 2.5 cm.....	92
Tabla 52 Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 2.5 cm.....	94

Tabla 53	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 5 cm.....	95
Tabla 54	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.5% de 5 cm.....	96
Tabla 55	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 5 cm.....	98
Tabla 56	Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - concreto Patrón.....	99
Tabla 57	Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 0.1 % del volumen.....	100
Tabla 58	Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 0.5 % del volumen de $f'c=175$ kg/cm2.	101
Tabla 59	Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 1 % del volumen de $f'c=175$ kg/cm2.	102
Tabla 60	Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 0.1 % del volumen a los 28 días de $f'c=175$ kg/cm2.	103
Tabla 61	Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 0.5 % del volumen a los 28 días de $f'c=175$ kg/cm2.	104
Tabla 62	Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 1 % del volumen a los 28 días de $f'c=175$ kg/cm2.....	105
Tabla 63	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 2.5 cm.....	106
Tabla 64	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.5% de 2.5 cm.....	107
Tabla 65	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 2.5.....	109
Tabla 66	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 5 cm.....	110
Tabla 67	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.5% de 5 cm.....	111
Tabla 68	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 5 cm.....	113
Tabla 69	Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo- tracción - concreto Patrón de diseño.....	114
Tabla 70	Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo -tracción - con fibra de 2.5 Cm al 0.1 % del volumen de diseño.....	115
Tabla 71	Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo-tracción - con fibra de 2.5 Cm al 0.5 % del volumen de diseño.....	116
Tabla 72	Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo- tracción - con fibra de 2.5 Cm al 1 % del volumen de diseño.....	117

Tabla 73	Análisis estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 0.1 % del volumen de diseño.....	118
Tabla 74	Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo- tracción- con fibra de 5 Cm al 0.5 % del volumen de diseño.	119
Tabla 75	Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo- tracción - con fibra de 5 Cm al 1 % del volumen de diseño.	120
Tabla 76	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 2.5 cm.....	121
Tabla 77	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.5% de 2.5 cm.....	122
Tabla 78	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 2.5 cm.....	124
Tabla 79	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 5 cm.....	125
Tabla 80	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.5% de 5 cm.....	127
Tabla 81	Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 5 cm.....	128
Tabla 82	Resultados de los ensayos de consistencia para diferentes tipos de concreto	130
Tabla 83	Resultados de los ensayos a los 28 días	135
Tabla 84	Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto dosificado vs. Edad	135
Tabla 85	Resultados de los ensayos a los 28 días	136
Tabla 86	Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto dosificado vs. Edad	136
Tabla 87	Resultados de los ensayos a los 28 días	137
Tabla 88	Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto dosificado vs. Edad	137
Tabla 89	Resultados de los ensayos a los 28 días	138
Tabla 90	Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto dosificado vs. Edad	138
Tabla 91	Adición de micro sílice al concreto de 5%, 8% y 10%	140
Tabla 92	Incremento de resistencia del concreto con micro sílice.....	141
Tabla 93	Resultados de los ensayos a los 28 días	142
Tabla 94	Desarrollo de la resistencia a tracción del concreto dosificado vs. Edad.....	142
Tabla 95	Resultados de los ensayos a los 28 días	143
Tabla 96	Desarrollo de la resistencia a tracción del concreto dosificado vs. Edad.....	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cemento portland Rumi Tipo 1.....	24
Figura 2. Tamices estandarizados para el agregado	28
Figura 3. Curva granulométrica del agregado fino.....	29
Figura 4. Proceso de cuarteado de agregado grueso.....	30
Figura 5. Curva granulométrica del agregado grueso.....	31
Figura 6. Máquina de los Ángeles	34
Figura 7. Sección típica de una fibra de acero (Fibras Wirand y Fibromac - Maccaferri 2009)	37
Figura 8. Casas con techo de Chillihua	38
Figura 9. Puente colgante de Q´eswachaka, cusco, hecho de Chillihua.....	39
Figura 10. La Chillihua como alimento de ganado bovino y equino	39
Figura 11. Chillihua del distrito de San Román – Puno	39
Figura 12. Campos vivos de Chillihua en Lampa- Puno.....	39
Figura 13. Tratamiento a la Chillihua.....	40
Figura 14. Asentamiento del concreto patrón de 3”	45
Figura 15. Efecto del curado en la resistencia a compresión del concreto (PCA, “Design and Control of Concrete Mixtures”).....	47
Figura 16. Curado de probetas.....	48
Figura 17. Fisuras por contracción plástica.....	50
Figura 18. Abaco para estimar la rapidez de evaporación, según el comité ACI 308.....	51
Figura 19. Máquina para el ensayo a compresión del concreto.....	52
Figura 20. Diseño de la investigación.	58
Figura 21. Zona de extracción de material fibras de Chillihua (Festuca dolichophylla (Google Maps.).....	62
Figura 22. Recolección de Chillihua	62
Figura 23. Localización de la cantera de hormigón Rio Unocolla (Google maps)	63
Figura 24. Extracción de material cantera Unocolla	63

Figura 25. Efecto de las temperaturas del concreto y del aire, de la humedad relativa, de la velocidad del aire; sobre la rapidez de evaporación de la humedad de la superficie del concreto.	131
Figura 26. Fisuras por contracción plástica	132
Figura 27. Fisuración en losas de concreto con adición de fibras de Chillahua:2.5 cm y 5cm	132
Figura 28. Variación de los resultados del ensayo a compresión 7, 14, 28 días por la influencia de la fibra de Chillahua L=2.5 cm.....	136
Figura 29. Variación de los resultados del ensayo a compresión 7, 14, 28 días por la influencia de la fibra de Chillahua L=5 cm.....	137
Figura 30. Variación de los resultados del ensayo a compresión 7, 14, 28 días por la influencia de la fibra de Chillahua L=2.5 cm.....	138
Figura 31. Variación de los resultados del ensayo a compresión 7, 14, 28 días por la influencia de la fibra de Chillahua L=5 cm.....	139
Figura 32. Variación de los resultados del ensayo a tracción 7, 14 y 28 días por la influencia de la fibra de Chillahua L=2.5 cm.....	143
Figura 33. Variación de los resultados del ensayo a tracción 7, 14 y 28 días por la influencia de la fibra de Chillahua L=5 cm	144

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Ensayos físico químicos fibras de Chillihua (<i>Festuca Dolichophylla</i>)	149
Anexo B. Ensayos físicos agregados – Cantera Unocolla.....	151
Anexo C. Plano ubicación de cantera.....	158
Anexo D. Evaluación económica del concreto con fibra natural de Chillihua.....	159
Anexo E. Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión simple	162
Anexo F. Datos obtenidos del ensayo tracción por flexión por medio de módulo de rotura ..	168
Anexo G. Panel Fotográfico	171

NOMENCLATURA Y/O SÍMBOLOS USADOS

ACI	:	American Concrete Institute (Instituto Americano Del Concreto).
ASTM:		American Society Testing And material (Sociedad Americana de Prueba de Materiales).
SFN	:	Sin fibra natural
CFN	:	Con fibra natural.
MR	:	Modulo de rotura.
NTP	:	Norma Técnicas Peruanas.
SERVILAB	:	Servicios Químicos en General.
UNSA	:	Universidad Nacional de San Agustín.
$F'c$	:	Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm^2).
CON. EXP.	:	Concreto experimental.
u	:	Media aritmética.
σ^2	:	Varianza.
H_0	:	Hipótesis Nula.
H_a	:	Hipótesis alterna.
α	:	Nivel de significancia.
W%	:	Contenido de Humedad.
TM	:	Tamaño Máximo.
TMN	:	Tamaño Máximo Nominal.
a/c	:	Relación Agua Cemento.
V	:	Volumen.
L	:	Longitud.

RESUMEN

El concreto endurecido contiene micro fisuras y estas se extienden bajo un esfuerzo aplicado, estas micro fisuras hacen que el concreto pierda resistencia, por ende, en esta investigación evaluamos las propiedades mecánicas del concreto utilizando fibras naturales de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*) y un concreto simple. Para esta investigación se realizaron dos tipos de diseños de concreto convencional de resistencia $F'c=175$ kg/cm² y 210 kg/cm². Se evaluaron las propiedades mecánicas de dichos concretos en estado fresco (slump, contracción plástica) y en estado endurecido (resistencia a la compresión, resistencia a flexo-tracción). Las proporciones de fibra de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*) utilizadas en el concreto fueron de 0.1%, 0.5% y 1% de volumen, 2.5cm y 5cm de longitud. Al finalizar los estudios se observó una disminución de fisuras en el concreto con fibra natural de Chillihua a edades tempranas, por efecto de la contracción plástica; además incrementó la resistencia a flexo-tracción.

Palabras clave: Concreto simple, fibras de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*), resistencia a la compresión, resistencia a flexo tracción

ABSTRACT

The hardened concrete contains micro cracks and these extend under an applied stress, these micro cracks make the concrete lose resistance, therefore, in this research we evaluate the mechanical properties of concrete using natural fibers of Chillihua (*Festuca Dolichophylla*) and a simple concrete. For this research, two types of conventional concrete designs of strength $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ and 210 kg / cm^2 were made. The proportions of Chillihua fiber (*Festuca Dolichophylla*) used in the concrete were 0.1%, 0.5% and 1% volume, 2.5cm and 5cm in length. At the end of the studies, a decrease in fissures was observed in the concrete with natural Chillihua fiber at early ages, due to the plastic contraction effect; It also increased the resistance to flexo-traction. At the end of the studies, a decrease of cracks in the concrete was observed at early ages, due to the plastic contraction effect; It also increased the resistance to flexo-traction.

Key words: Simple concrete, Chillihua Fibers (*Festuca Dolichophylla*), compressive strength, resistance to flexo -traction

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Libia, (2003) “El concreto es uno de los materiales más utilizados por el hombre, debido a sus características físicas favorables con las que cuenta, como ejemplo su durabilidad, trabajabilidad y resistencia”.

Tan importante como la capacidad de la estructura para resistir las sollicitaciones producidas por las cargas aplicadas, es el obtener estructuras durables en el tiempo, capaces de resistir durante su periodo de vida útil las acciones del medioambiente, ataques físicos, químicos u otros procesos, según Álvarez, (2009).

Según Damiani, (2011) menciona que en las zonas altas del Perú, en tiempos de heladas el concreto no desarrolla su resistencia, y con mayor razón en las estaciones de invierno (mayo, junio, julio y agosto), y la explicación que se tiene es que el concreto no desarrolla resistencia debido a que la velocidad de hidratación es lenta, se prolonga el tiempo de fraguado y en algunos casos hasta llega a detenerse, las bajas temperaturas oscilan desde -8°C hasta 20 °C en un periodo de 24 horas, y en el concreto consecuencias de contracciones y extensiones generando fisuras, y si a esto sumamos que se diseñen concretos de bajas resistencias ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$), el resultado a corto plazo es evidente: concretos deteriorados y fragmentados ya que estas causas no permiten que el concreto tenga una buena durabilidad.

Según la norma ACI 224.1 R-07 “El concreto pierde contenido de humedad de manera muy rápida a causa de la temperatura del ambiente, bajas humedades y altas velocidades del viento, generando rápida evaporación del agua de la superficie del concreto”.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye la incorporación de fibra de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*) en el control de fisuras y en sus propiedades mecánicas del concreto simple?

1.2 OBJETIVOS:

1.2.1 Objetivo general:

Evaluar el comportamiento del concreto simple utilizando fibras naturales de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*), para el control de fisuras y su comportamiento mecánico aplicado en losas de concreto simple.

1.2.2 Objetivos específicos.

Evaluar el control de fisuras y el comportamiento mecánico en losas de concreto simple utilizando fibras naturales de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*) en diferentes proporciones y longitudes, comparadas con un concreto patrón.

Proponer una proporción y longitud óptima de fibras naturales de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*), para controlar las fisuras y mejorar sus propiedades mecánicas en losas de concreto simple.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Como es sabido, una de las regiones del Perú que presenta una marcada diferencia de temperaturas es la zona de la sierra, en muchas ocasiones no se cuenta con un elemento de refuerzo para el concreto que mejoren sus propiedades en su estado plástico; además, se obtenga en un bajo costo, usando la mano de obra disponible en la localidad y las técnicas adecuadas para su obtención.

Últimamente las fibras han sido utilizadas para mejorar diferentes tipos de materiales de construcción. La fibra de acero, de vidrio, asbesto, polipropileno entre otros son alternativas viables pero costosas, mientras que las fibras naturales pueden ser una alternativa ideal para los países en desarrollo como el nuestro, ya que se encuentran en grandes cantidades y representan una fuente renovable continúa.

Kosmatka, Kerkhoff, Pnarese & Tanesi, (2004) indica que las fibras naturales se han usado como una forma de refuerzo desde mucho tiempo antes de la llegada de la armadura convencional de concreto. Los ladrillos de barro reforzados con paja y morteros reforzados

con crin de caballo son unos pocos ejemplos de cómo las fibras naturales se usaron como una forma de refuerzo.

Kosmatka, Kerkhoff, Pnarese & Tanesi, (2004) “Las fibras se adicionan al concreto normalmente en bajos volúmenes (frecuentemente menos del 1%) y han mostrado eficiencia en el control de la fisuración por retracción”.

Al final de los años 60 se hicieron investigaciones sobre las propiedades de ingeniería de las fibras naturales (coco, sisal, bamabu, yute, madera y fibra vegetal) y de los concretos producidos con ellas el resultado fue que se pueden usar estas fibras con éxito, además las fibras de celulosa tienen relativamente buenas propiedades mecánicas si comparadas con muchas fibras producidas industrialmente. (Kosmatka, Kerkhoff, Pnarese & Tanesi, 2004).

Por ende, proponemos utilizar fibra natural de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*), que según los estudios realizados en el laboratorio SERVILAB la Chillihua contiene 0.48 g/cm³ de celulosa, además según el Programa de Adaptación al Cambio Climático – PACC Perú, la Chillihua es una planta perenne que se desarrolla de los 3800 a 4500 m.s.n.m., resistente a sequías heladas y granizadas. Márquez (2002) “Las praderas de “Chillihua” se encuentran distribuidas en forma discontinua, en el altiplano de Puno los pastizales naturales ocupan una extensión de 3 304 000 hectáreas y un total de 241 789 ha de pastizal Chillihua”.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Juárez & Rodríguez, (2003) realizaron un estudio a la fibra natural de lechuguilla, donde evaluaron el comportamiento de especímenes de CRFN con dos diferentes relaciones A/C. La relación de 0.65 con un consumo de cemento de 381 kg/m³ resulto la mezcla trabajable y de fácil manejo con la fibra. Concluyendo que las fibras de lechuguilla tienen significativas propiedades físico mecánicas tal como su resistencia última a tensión, que les permite ser consideradas como posible refuerzo en el concreto.

Quintero & González, (2006) realizaron un estudio a la fibra de la estopa de coco (*Cocus nucifera*), obtenida como residuo de la industria alimenticia en el Valle del Cauca, se evaluaron sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, para su correcta caracterización, así como propiedades físicas y mecánicas de morteros reforzados con volúmenes de fibra de estopa de coco de 0.5 y 1.5% y longitudes de 2 y 5 cm. Se presentan los resultados obtenidos en los compuestos, los cuales fueron probados a compresión axial, tracción indirecta y flexión, y en los cuales la incorporación de fibras disminuyó en todos los casos la deformación máxima; con resultados concordantes con observaciones de experimentos realizados con anterioridad y bibliografía consultada, donde se corrobora que los refuerzos de fibra mejoran de varias maneras la tenacidad de la matriz del compuesto.

Osorio, Varón & Herrera (2006) realizaron un estudio a la fibra de bagazo de caña y concreto, donde las fibras presentaron una distribución aleatoria dentro del compuesto. Se estudió la influencia del tamaño y de la adición de fibras expresadas en porcentaje del peso total, en la resistencia a compresión y en la densidad del material. Este estudio encontró que el compuesto con las fibras retenidas por el tamiz N° 6, y con una adición entre el 0,5 y 2,5% de fibras en relación al peso total del agregado grueso, presentó una resistencia de 16,88 MPa, y una densidad de 141 y 336kg/m³ comparado con la de un concreto pesado de 2400 kg/m³.

2.2 Bases teóricas del estudio

2.2.1 Concreto convencional

El concreto u hormigón (como es conocido en otros países), es un material de construcción homogéneo constituido básicamente por rocas, de tamaño máximo limitado, que cumplen ciertas condiciones en cuanto a sus características mecánicas, químicas y granulométricas, unidas por una mezcla de agua y cemento, resultando un material resistente a la compresión.

2.2.2 Componentes y características de los materiales del concreto.

El concreto está compuesto por: cemento, agregado grueso, agregado fino, agua, aire y aditivos. En el comportamiento del concreto, en sus diferentes estados, cada uno de estos materiales aporta diversas características para su resistencia. A continuación, se mencionará cada uno:

2.2.2.1 Cemento

El cemento es un aglomerante hidráulico y proviene de la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos y posterior molienda muy fina del “Clinker” que es material resultante de la calcinación. El cemento es uno de los componentes más importantes para la producción del concreto, que, con la ayuda del agua, tiene la capacidad de unir a los demás agregados del concreto y formar una pasta. Para que eso suceda, tiene que darse un proceso conocido como hidratación, el cual se da al ponerse contacto con el agua.

Los cementos deben cumplir con las normas ASTM C150-84, NTP 334.009 y la NTP 334.090 en los que refieren a los cementos normales y adicionados, por ser el cemento el componente más activo del concreto, además teniendo en cuenta que todas las propiedades del concreto depende de la cantidad y tipo de cemento a usarse, así también contara con una adecuada dosificación.

En nuestra región los tipos de cemento comercialmente disponibles son el Tipo I, Tipo V y Tipo IP, producida por la fábrica de cemento Yura S.A. y la fábrica de Cemento Sur S.A.

En la presente investigación se utilizó el cemento IP, con un peso específico de 2.85 g/cm³, donde presenta un porcentaje adicionado de puzolana que oscila entre 15% y 45%.

Este puede ser utilizado en cualquier obra de concreto en general. Especialmente para obras de alta durabilidad

2.2.2.1.1 Cemento Rumi IP



Figura 1. Cemento portland Rumi Tipo 1

Propiedades

Mayores resistencias iniciales a la compresión

Resistencia al ataque de sulfatos

Mayor impermeabilidad

Disminuye la reacción nociva álcali –agregado

Menor calor de hidratación

Aplicación

Obras en general

2.2.2.1.2 Características químicas y físicas

Tabla 1

Características químicas y físicas

REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPOSITO RUMI TIPO IP	REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595
REQUISITOS QUIMICOS		
Mg (%)	1.5 a 2.4	6.00 Max.
SO ₂ (%)	1.5 a 2.3	4.00 Max.
Perdida por ignición (%)	1.5 a 3.8	5.00 Max.
REQUISTOS FISICOS		
Peso específico (gr/cm ³)	2.77 a 2.85	
Expansión en autoclave (%)	-0.05 a 0.03	-0.20 a 0.80
Fragado Vicat inicial (minutos)	170 a 270	45 a 420
Contenido de aire	2.5 a 8.0	12 Max.

Fuente: <http://www.yura.com.pe/productos/pdf/ficha-tecnica-multi-proposito.pdf>

Para esta investigación se utilizó el cemento Portland Rumi Tipo IP con un peso específico de 2.85g/cm³

2.2.2.2 Agregado

Los concretos hidráulicos están constituidos en un alto porcentaje por agregados (50-80% en volumen), por lo tanto, éstos no son menos importantes que la pasta del cemento endurecida, el agua libre, el aire incorporado, el aire naturalmente atrapado, o los aditivos; por el contrario, gran parte de las características de las mezclas de mortero o de concreto, tanto en estado plástico como en estado endurecido, dependen de las características y propiedades de los agregados, las cuales deben ser estudiadas para obtener morteros o concretos de buena calidad y económicos, según Rivera, (2013).

Rivera, (2013). “Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto”.

2.2.2.3 Agregado fino

Se denomina agregado fino al material pasante la malla de 3/8” de pulgada (9.5 mm.) que son mayormente las arenas o al material triturado en plantas de piedra chancada que reducen el material al tamaño que se requiera, este agregado tiene que cumplir con la norma NTP 400.037.

Requisitos:

Está compuesto de partículas limpias de perfil preferentemente angula dura compactas y resistentes, libre de polvo terrones partículas escamosas o blancas materia orgánica sales u otras sustancias dañinas.

2.2.2.4 Agregado grueso

Agregado grueso es el material que es retenido por la malla N° 04 (4.75 mm.) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.37.

Tamaño máximo nominal (TM):

En el agregado utilizado para el diseño en la presente investigación tiene como malla donde pasa el 100% del mismo al tamiz de 1”.

2.2.2.5 Propiedades físicas Del agregado de la cantera Unocolla para la elaboración de concreto.

i. Tamaño máximo nominal (TMN):

El tamaño máximo nominal para la presente investigación del agregado grueso es la 3/4”.

ii. Peso específico.

El ensayo consiste en dividir el peso de las partículas del agregado entre el volumen de la misma.

Se realizó los ensayos de peso específico de materiales según la norma NTP 400.021 y NTP 400.022 cuyos resultados nos dieron los siguientes resultados.

Tabla 2

Pesos específicos de los materiales ensayados para el diseño de mezcla

AGREGADO	PESO ESPECÍFICOS (g/cm ³)
Agregado fino	2.76
Agregado Grueso	2.61

Fuente: Elaboración propia

iii. Absorción

Es la capacidad de llenar los vacíos de agua en el interior de las partículas.

El ensayo se realizó en relación a las normas NTP 400.021 y NTP 400.022 las cuales son para realizar ensayos de peso específico y absorción de materiales.

Tabla 3

Absorción de los materiales ensayados para el diseño de mezcla

AGREGADO	ABSORCIÓN (%)
Agregado fino	2.31
Agregado Grueso	1.65

Fuente: Elaboración propia

iv. Análisis Granulométrico

Se refiere análisis granulométrico a la representación gráfica y numérica de la distribución de las partículas por tamaños estandarizados según ASTM para concretos.

- **Agregado Fino:**

En la tabla 4 se visualiza los tamices estandarizados, las dimensiones y los porcentajes en peso de los agregados que deberían de estar en el rango.

Tabla 4

Límites de granulometría en el agregado fino para el diseño de mezcla

TAMIZ U.S. STANDARD	DIMENSION DE LA MALLA (mm)	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA
N ^a 3/8"	9.52	100
N ^a 4	4.75	95-100
N ^a 8	2.36	80-100
N ^a 16	1.18	50-85
N ^a 30	0.60	25-60
N ^o 50	0.30	10-30
N ^a 100	.115	2-10



Figura 2. Tamices estandarizados para el agregado

Tabla 5

Granulometría en el agregado fino para el diseño de mezcla

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO			% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	mm		RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO			
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00			
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00			
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.M: 1000.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00			
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00			
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	
							CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.750	55.34	5.62	5.62	94.38	95	100	D10= 0.109
No8	2.380	109.23	11.09	16.71	83.29	80	100	D30= 0.344
No10	2.000							D60= 0.261
No16	1.190	214.45	21.78	38.50	61.50	50	85	Cu= 2.404
No20	0.840							Cc= 4.176
No30	0.590	200.34	20.35	58.84	41.16	25	60	MODULO DE FINEZA : 2.83
No40	0.420	16.00	1.63	60.47	39.53			
No50	0.300	148.20	15.05	75.52	24.48	10	30	
No60	0.250							OBSERVACIONES:
No80	0.180							EL MATERIAL CUMPLE CONS LAS ESPECIFICACIONES
No100	0.149	120.23	12.21	87.73	12.27	2	10	
No200	0.074	98.80	9.83	91.94	8.06			
BASE		24.00	2.44	100.00	0.00			
TOTAL		984.59	100.00					

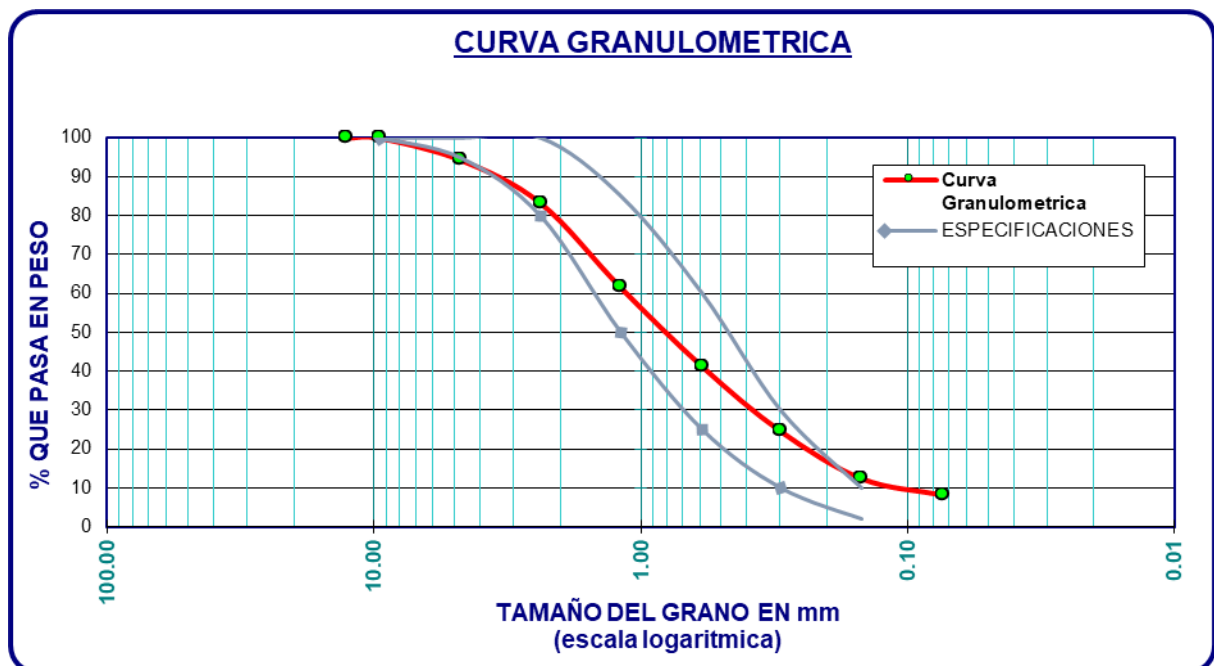


Figura 3. Curva granulométrica del agregado fino.

- **Agregado grueso**

El ensayo se realizó en relación a las normas NTP 400.037 lo cual indican en la siguiente tabla:

Tabla 6

Límites de granulometría en el agregado grueso para el diseño de mezcla

TAMIZ U.S. STANDARD	DIMENSION DE LA MALLA (mm)	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA ACUMULADO
1"	25.40	100
3/4"	19.05	90-100
1/2"	12.50	
3/8"	9.50	20-55
N ^a 4	4.75	0-10
N ^o 8	2.36	0-5



Figura 4. Proceso de cuarteado de agregado grueso

Tabla 7

Granulometría del agregado grueso.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIFICACIONES	TAMAÑO MAXIMO:	1"
	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	NTP 400.37		
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	3/4"
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00			
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	P.M: 4931.98	
3/4"	19.050	251.34	5.10	5.10	94.90	90		
1/2"	12.700	1890.34	38.33	43.42	56.58		CARACT. GRANULOMETRICAS:	
3/8"	9.525	1326.30	26.89	70.32	49.00	20	55	
No4	4.750	1359.00	27.55	97.87	2.13	0	10	D10= 5.552
No8	2.380	80.00	1.62	99.49	0.51	0	5	D30= 7.589
No10	2.000							D60= 8.297
No16	1.190							Cu= 1.494
No20	0.840							Cc= 1.250
No30	0.590							MODULO DE FINEZA: 6.73
No40	0.420							
No50	0.300							
No60	0.250							OBSERVACIONES:
No80	0.180							EL MATERIAL CUMPLE CONS LAS ESPECIFICACIONES
No100	0.149							
No200	0.074							
BASE		25.00	0.51	100.00	0.00			
TOTAL		4931.98	100.00					

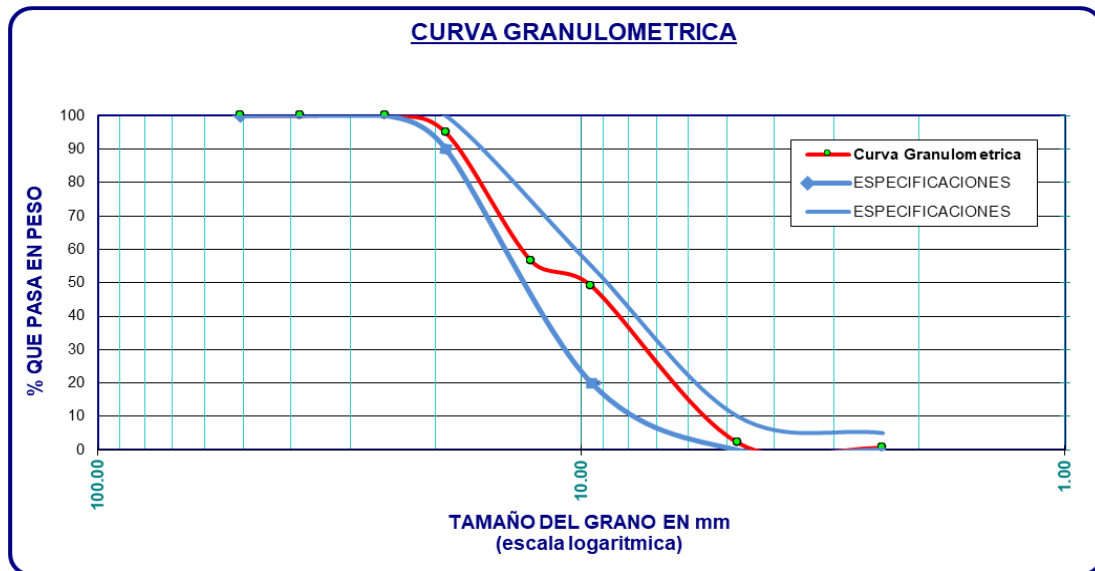


Figura 5. Curva granulométrica del agregado grueso.

v. Pesos unitarios

El ensayo consiste en alcanzar un determinado volumen unitario esto ya sea en su estado suelto y compactado por lo general esta expresada en kilos por metro cubico (kg/m³).

Los valores obtenidos de los agregados fino y grueso sometidos a este ensayo nos los siguientes:

Tabla 8

Pesos unitarios sueltos de los agregados para el diseño de mezcla

AGREGADO	PESO UNITARIO SUELTO (g/cm ³)
Agregado fino	1535.83
Agregado Grueso	1595.64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Pesos unitarios compactados de los agregados para el diseño de mezcla

AGREGADO	PESO UNITARIO COMPACTADO (g/cm ³)
Agregado fino	1836.78
Agregado Grueso	1711.72

Fuente: Elaboración propia

vi. Módulo de fineza

Este ensayo consiste en la suma de los porcentajes retenidos acumulados esto ya sea en el agregado fino como también en el grueso.

Realizado el análisis los resultados obtenidos son:

Tabla 10

Modulo de fineza de los agregados para el diseño de mezcla

AGREGADO	MÓDULO DE FINEZA
Agregado fino	2.83
Agregado Grueso	6.73

vii. Contenido de Humedad

Este ensayo se refiere al grado de humedad esto ya sea en estado natural como también por separado fino como grueso, este viene relacionado con la cantidad de poros de los materiales.

Se presenta un contenido de humedad en los agregados en la siguiente tabla:

Tabla 11

Contenido de humedad de los agregados para el diseño de mezcla

AGREGADO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Agregado fino	1.30
Agregado Grueso	1.13

viii. Abrasión del agregado grueso

La resistencia al desgaste de un agregado se usa con frecuencia como indicador general de la calidad del agregado; esta característica es esencial cuando el agregado se va usar en concreto sujeto a desgaste como en el caso de los pavimentos rígidos. El valor de abrasión del agregado se estima según la norma NTP 400.019 para los agregados gruesos.

El ensayo consiste en estimación de la cantidad de finos generados, por los efectos combinados del impacto y la abrasión, producidos por una carga de esferas metálicas (11 o 12 esferas) dentro de un cilindro giratorio (Máquina de los Ángeles), con revoluciones fijas (de 500-1000 revoluciones) dependiendo de los tamaños de los agregados a caracterizar. Los finos producidos se separan por medio de cribado, empleando la malla N^a 12.



Figura 6. Máquina de los Ángeles

P_a =masa de la muestra seca antes del ensayo (gr.)

P_b =masa de la muestra seca después del ensayo, lavada sobre el tamiz #12.

$$\text{Porcentaje de desgaste} = \frac{(P_a - P_b)}{P_a} \text{ retenido}$$

Carga: La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g., dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo:

Tabla 12

Cargas abrasivas.

GRADACIÓN	NÚMERO DE ESFÉRAS	MASA DE LA CARGA (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: Manual de ensayo de materiales

El valor obtenido para el agregado grueso que se ensayo fue de:

Porcentaje de desgaste= 30.89%

El agregado grueso ensayado por abrasión empleado el método de los ángeles, no deberá tener una pérdida mayor del 50% (Norma ASTM) de lo cual nuestro agregado cumple con lo especificado ya que tiene solo un 30.89% de desgaste.

2.2.2.6 Agua

El agua es un elemento principal en la preparación del concreto, ya que está relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

2.2.2.6.1 Requisitos que debe cumplir

El agua debe ser limpia y debe de estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que pueden ser nocivas al concreto o al acero.

Si no se está seguro para usar el agua para la construcción, es necesario realizar un análisis químico, para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación del concreto que se menciona en la siguiente tabla.

Tabla 13

Límites permisibles de agua de mezcla

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión	5000 ppm. Máximo
Materia orgánica	3 ppm. Máximo
Alcalinidad (NaHCH3)	1000 ppm. Máximo
Sulfato (Ion SO4)	600 ppm. Máximo
Cloruros (Ion Cr)	1000 ppm. Máximo
Ph.	5 a 8 ppm. Máximo

Fuente: NTP 339.088

2.2.2.6.2 Carbonatos y bicarbonatos alcalinos.

El carbonato de sodio causa fraguados muy rápidos, en concentraciones fuertes estas sales pueden reducir de manera significativa la resistencia del concreto. Cuando la suma de

sales disueltas exceda 1000 ppm, se deben realizar pruebas para analizar su efecto sobre el tiempo de fraguado y sobre la resistencia a los 28 días. También se deberá considerar la posibilidad que se presenten reacciones álcali – agregado graves.

2.2.2.6.3 Cloruros

Los cloruros pueden gravemente afectar en la corrosión del acero. Los iones cloruro atacan la capa de óxido protectora formada en el acero por el medio químico altamente alcalino (PH 12.5) presente en el concreto.

2.2.2.7 Fibras en el concreto

Según la información obtenida del Manual Interno de Maccaferri: Fibras como elemento estructural para el Refuerzo del Hormigón, se puede definir como:

Las fibras son filamentos discontinuos, producidos con una variada gama de formatos, dimensiones y destinados específicamente para uso en concreto y argamasas. Tiene como finalidad principal inhibir el surgimiento de fisuras, así como su propagación en elementos estructurales como pisos y pavimentos, concreto proyectado, revestimiento de túneles y piezas pre-fabricadas, según Maccaferri, (2007).

Según el ACI, el concreto fibro-reforzado es una mezcla constituida por cemento, agregado grueso y fino y filamentos o fibras discontinuos. Estructuralmente proporcionan mayor energía de rotura. Por el lado no estructural, las fibras proporcionan un notable incremento en la resistencia al fisuramiento, así como la resistencia al fuego, abrasión, impacto entre otros.

Las fibras son empleadas en aplicaciones estructurales en busca de beneficios adicionales en cuanto a reducción de mano de obra, incremento de la durabilidad y reducción o eliminación del refuerzo tradicional. El concreto soporta esfuerzos a tracción que son transmitidos por adherencia a las fibras una vez se ha producido micro-fisura, controlan la fisuración y reducen la intensidad de la misma a la vez que mejoran la tenacidad según CIP, (2012).

Kosmatka, Kerkhoff, Pnarese & Tanesi, (2004) “Las fibras se distribuyen aleatoriamente por toda la sección, mientras que las barras de refuerzo se ponen solo donde son necesarias, la mayoría de las fibras son relativamente cortas y poco espaciadas si comparadas a las barras continuas de refuerzo”.

2.2.2.7.1 Tipos de fibras

Al adicionar fibras en el concreto, en estado fresco o endurecido, adquiere ciertas propiedades. Lo podemos clasificar de la siguiente manera:

i. Fibras estructurales

Estas brindan una mayor energía de rotura, proporcionan mejora en la resistencia a la fisuración en estado endurecido.

ii. Fibras no estructurales:

Estas controlan la fisuración por retracción en el concreto en estado fresco, también controlan la resistencia al fuego, abrasión e impacto.

Las fibras también se clasifican por la materia prima, entre las cuales se tienen:

- **Naturales:** Amianto, celulosa y carbono.
- **Sintética:** Nylon, polipropileno, vidrio entre otras.
- **Metálicas:** Acero carbono, y aluminios.
- **Fibras naturales y sintéticas.**

La propiedad más notoria es el aumento de la cohesión en el concreto en el estado fresco. Su función principal es reducir las fisuras en estado plástico y en las primeras horas de endurecimiento del concreto. No se debe sustituir el refuerzo convencional por este tipo de fibras, ya que no aumenta propiedades en el estado endurecido, según ACI 1196).

Este tipo de fibras actualmente son utilizados para elementos prefabricados, revestimientos y pisos industriales.

• Fibras metálicas

Se utilizan como refuerzo tridimensional en el concreto. Las fibras de acero se caracterizan geoméricamente por la longitud (L), por el diámetro equivalente (De) y anclaje en las extremidades, según como se puede ver en la figura 7.

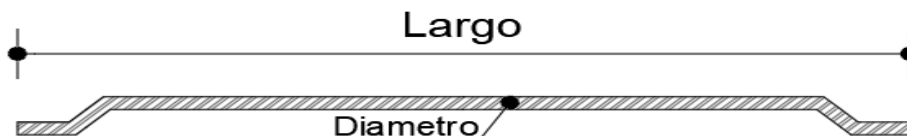


Figura 7. Sección típica de una fibra de acero (Fibras Wirand y Fibromac - Maccaferri 2009)

2.2.2.7.2 Ventajas de uso de fibras

- Sirven de refuerzo contra la formación de agrietamientos por retracciones plásticas
- Ayudan a mantener las grietas unidas.
- Son compatibles con los tratamientos superficiales.
- No cambian las proporciones de mezcla.

2.2.2.7.3 Fibras de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*)

La Chillihua es una gramínea típica de la región andina cuyo nombre científico es (*festuca dolichophylla*) tiene vainas escabrosas, pajizas, no fibrosas, con una longitud que varía de 50-90 cm de altura y es utilizada como alimento de ganado bovino y equino, sobre todo, de los camélidos como la llama y la alpaca. Cuando esta paja se seca muchos lo utilizan para techar las casas, para hacer cuerdas, alfombras, sombreros, escobas entre otras cosas.

En otros casos suele ser utilizados en cocinas rurales, al mismo tiempo de ofrecer protección a las inclemencias del clima, favorece el pasaje del humo interior sin necesidad de una chimenea. Este material, muchas veces hace de aislante acústico frente al ruido del granizo.

Márquez, (2002) Las praderas de “Chillihua” se encuentran distribuidas en forma discontinua entre 3800 y 4500 m.s.n.m.; “Los pastizales naturales en el Perú ocupan una superficie total de 15 127 000 hectáreas, en el altiplano de Puno los pastizales naturales ocupan una extensión de 3 304 000 hectáreas y un total de 241 789 ha de pastizal Chillihua”.



Figura 8. Casas con techo de Chillihua



Figura 9. Puente colgante de Q´eswachaka, cusco, hecho de Chillihua



Figura 10. La Chillihua como alimento de ganado bovino y equino



Figura 11. Chillihua del distrito de San Román – Puno



Figura 12. Campos vivos de Chillihua en Lampa- Puno

i. Clasificación de la festuca dolichophylla

La clasificación científica con la que cuenta este tipo de gramínea es la siguiente:

- Reino: plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Subclase: Commelinidae
- Orden: Poales
- Familia: Poaceae
- Género: Festuca
- Especie: Festuca Dolichophylla

ii. Tipos de paja

- El ichu (stipa ichu)
- La Chillihua (Festuca dolichophylla)
- La iruya o paja brava (Festuca orthophylla)

iii. Tratamiento de la Chillihua (Festuca dolichophylla)

Consiste en aplastar las fibras con un combo de hule, hasta que la fibra tenga filamentos rugosos, así esta se adhiere mejor al concreto y sumergir la fibra en agua durante 48 horas, pasado el tiempo secar la fibra superficialmente y colocarla al concreto.



Figura 13. Tratamiento a la Chillihua

iv. Características físicas de la Chillihua

- **Diámetro y longitud**

Medimos el diámetro de la fibra en ambos extremos porque el diámetro de la fibra cerca del tallo es mayor que en el extremo de la hoja, es por ello que se obtuvo un diámetro máximo y un diámetro mínimo, esta medición se realizó con un vernier normal con una precisión de 0.05mm. el diámetro promedio que se obtuvo fue de 2 mm.

- **Densidad**

El ensayo de densidad se realizó en el laboratorio de SERVILAB de la UNSA mediante el método gravimétrico por desplazamiento del volumen de resina, obteniéndose el siguiente resultado.

Densidad de la fibra de Chillihua (<i>Festuca dolichophylla</i>) = 0.48 g/cm ³

- **Absorción de agua.**

El porcentaje de saturación o absorción de agua es la cantidad que la fibra puede absorber de agua, este ensayo también se realizó en el laboratorio de SERVILAB, en este caso se realizó el ensayo para muestras de fibra cubiertas con cal comercial.

Tabla 14

Porcentaje de absorción de la fibra

FIBRA DE CHILLIHUA	% DE SATURACION DE AGUA
Fibra de Chillihua	88.56

- **Durabilidad de la fibra**

El porcentaje % de durabilidad de la fibra se realizó en el laboratorio de SERVILAB, para obtener la durabilidad de la fibra de Chillihua, dichas fibras se expusieron a un medio alcalino similar al de concreto, siendo esta solución hidróxido

de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ Ph 12,5) disuelto en agua a temperatura de laboratorio 23°C. Durante un tiempo de exposición de una semana.

Las fibras de Chillihua que se sometieron a este ensayo fueron fibras recubiertas con cal comercial y fibras naturales, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 15

Porcentaje de durabilidad de la fibra

FIBRA DE CHILLIHUA	DURABILIDAD ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ PH)12.5)
CON CAL COMERCIAL	3.15%
SIN CAL COMERCIAL	6.88%

Para esta investigación se utilizó fibra natural de Chillihua sin cal comercial.

v. Características químicas

Tabla 16

Composición química de la fibra de Chillihua

COMPOSICIÓN	CHILLIHUA
Celulosa	33.36
Hemicelulosa	27.46
Agua	10.0

Como se puede observar en el cuadro anterior la celulosa es la sustancia que en mayor porcentaje se encuentra en las diferentes fibras vegetales; debido a la diversidad de manipulaciones mecánicas y químicas a que se someten estas fibras, el conocimiento del comportamiento de la celulosa, física y químicamente tiene mucha importancia.

vi. Aplicaciones del concreto reforzado con fibras naturales de Chillihua.

En este estudio, teniendo experiencias exitosas de personas que han utilizado diferentes tipos de fibras naturales para reforzar el concreto, proponemos el estudio del comportamiento del concreto reforzado con fibras de Chillihua (*Festuca dolichophylla*) para ser aplicado en

diferentes construcciones en los que se utiliza el concreto, ya que ayudaran a la disminución de fisuras por contracción plástica del concreto.

Podemos utilizar las fibras de Chillihua (*Festuca dolichophylla*) para reforzar:

- Pisos industriales
- Pisos de garajes
- Losas
- Vías menores de circulación (bermas y veredas)
- Pavimentos rígidos de bajo tránsito.

2.2.3 Propiedades mecánicas del concreto

2.2.3.1 Trabajabilidad

Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi, (2004). “Se define como la facilidad de colocación, consolidación, acabado del concreto en estado fresco”.

La trabajabilidad del concreto está influenciada por la pasta, contenido de agua y el equilibrio adecuado entre agregados finos y gruesos.

Los factores que influyen en la trabajabilidad del concreto son:

- El método y la duración del transporte.
- Cantidad y características de los materiales cementantes.
- Consistencia del concreto (asentamiento en cono de Abrams).
- Tamaño, forma y textura superficial de los agregados finos y gruesos.
- Aire incluido.
- Cantidad de agua.
- Temperatura.

2.2.3.2 Sangrado

Es la aparición de una lámina de agua en la superficie de la mezcla recién colocada. Es causada por dos fenómenos, el asentamiento de las partículas sólidas y en simultáneo, la subida del agua hacia la superficie.

2.2.3.3 Consistencia

Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

El ensayo de consistencia del concreto, también llamado “slump test” se realiza por el cono de abrams.

Tabla 17

Tabla de asentamientos para varios tipos de construcción

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	SLUMP	
	Máximo (Pulg)	Mínimo (Pulg)
Zapatas y muros de cimentación reforzada	3	1
Zapatas simples y muros de subestructura	3	1
Vigas y muros de cimentación	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y losas	3	1
Concreto masivo	2	1

Fuente: Costos y presupuestos en edificación (CAPECO), 2012

Para los ensayos de cono de Abrams se siguió el procedimiento descrito por la norma NTP=339.035 y ASTM C 143 referido al método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en estado fresco.



Figura 14. Asentamiento del concreto patrón de 3”

El asentamiento con el que se trabajó fue con el de pavimentos y losas con el slump máximo de 3 pulg, ya que la investigación es para losas.

2.2.3.4 Fraguado

Es la propiedad que tiene el concreto cuando el cemento se une al agua y producen reacciones químicas exotérmicas y producen una pasta cementicia en un estado plástico al inicio para tener un aumento brusco en su viscosidad con segregación de calor entonces se puede decir que el fraguado ha empezado, y después de unas horas la pasta comienza a endurecerse y se vuelve indeformable con lo que se obtiene el final del fraguado.

Se recomienda que el tiempo de fraguado no sea muy lento, ni muy rápido ya que puede ocasionar problemas en la colocación o retardar los procesos constructivos.

El fraguado puede ser medido mediante la aguja de Vicat.

Factores que influyen en la duración del fraguado

- **El cemento:** Los cementos ricos en C_3A (aluminato tricálcico) presentan fraguados rápidos, y el grado de fineza, influye en la velocidad del fraguado, mientras haya más fineza será mayor rapidez en el fraguado.

- **El Agregado:** La presencia de limos o sustancias químicas retardan el fraguado.
- **El agua:** A menor relación de agua-cemento, menor tiempo de fraguado, el agua de mar aumenta la velocidad de fragua, la materia orgánica retarda el fraguado.
- **El clima:** Las bajas temperaturas disminuyen el calor del proceso de hidratación y retardan significativamente el tiempo de fraguado del concreto, lo que resulta en una reducción de la resistencia a compresión a edades tempranas y un incremento en resistencias a edades mayores. (BASF Construction Chemicals Latin America, 2006).

Tabla 18

Tiempo de fraguado del concreto a diferentes temperaturas

Tiempo de Fraguado del concreto a diferentes temperaturas	
Temperatura	Tiempo de fraguado aproximado
38°C(100°F)	1 2/3 horas
32°C(90°F)	2 2/3 horas
27°C(80°F)	4 horas
21°C(70°F)	6 horas
16°C(60°F)	8 horas
10°C(50°F)	11 horas
4°C(40°F)	14 horas
-1°C(30°F)	19horas
-7°C(20°F)	No fragua
	- El concreto se congelara

Fuente: Concrete construcción, marzo 1990

- **Falso fraguado del concreto en estado fresco.**

Es el fraguado que se presenta en el concreto antes de tiempo sin liberación de calor, y proveniente por deshidratación del yeso natural adicionado.

2.2.3.5 Curado

Curar es mantener un contenido de humedad y temperatura satisfactorias en el concreto durante sus etapas tempranas para el desarrollo de las propiedades. El curado mínimo recomendado es de 7 días. El curado inadecuado puede causar agrietamiento por retracciones plásticas y afectar el desarrollo de resistencias y durabilidad. El concreto recién vaciado en climas fríos debe protegerse del secado para que ocurra la hidratación adecuada. Normalmente, se deben tomar las medidas necesarias para prevenir la evaporación de la humedad del concreto. Los métodos de curado incluyen el uso de plásticos y papel impermeable, hojas blancas de curado y membranas de curado. (BASF Construction Chemicals Latin America, 2006)

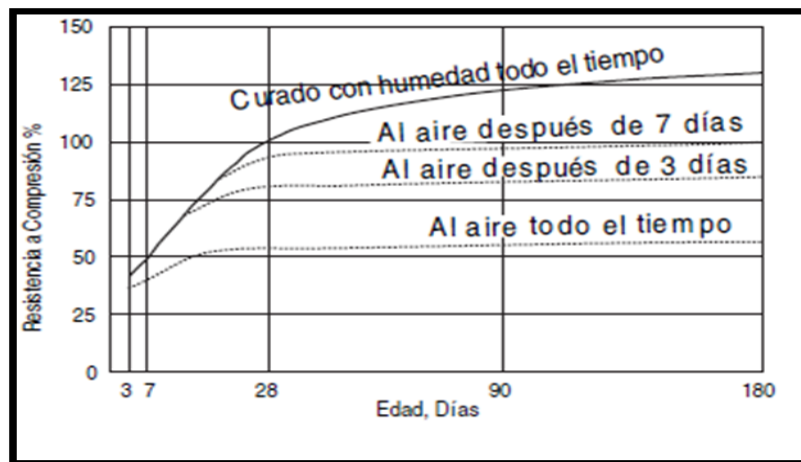


Figura 15. Efecto del curado en la resistencia a compresión del concreto (PCA, “Design and Control of Concrete Mixtures”)



Figura 16. Curado de probetas.

2.2.3.6 Contracción

Es una de las propiedades más importantes de los problemas de fisuración que presentan los concretos con frecuencia en estado fresco ya que el concreto es una mezcla compuesta por pasta y agregados, cuando está recién mezclado debe ser plástico o semifluido y capas de ser moldeado a mano.

Durante la colocación del concreto, muchas veces se presentan grietas cuando este se encuentra en estado plástico, las cuales pueden ser evitadas conociendo las causas. La causa principal del agrietamiento es ocasionada por cambios de volumen, dado que estos agrietamientos son producidos por desarrollo de deformaciones diferenciales que inducen a esfuerzos por tensión. Generalmente estas grietas son de tipo: Grietas por asentamiento plástico y grietas por contracción plástica.

El elemento básico en la contracción del concreto es el contenido de agua, mientras mayor sea el contenido de agua, el concreto se contraerá más, es por eso que se recomienda realizar los diseños de mezcla con la menor cantidad de agua posible, pero a la vez tendrá que cumplir los parámetros de slump recomendados por la norma.

2.2.3.7 Fisuración del concreto

El tema de fisuraciones es muy importante debido a que uno de los beneficios principales de las fibras es minimizar o controlar las fisuras del concreto.

Una de las consecuencias de la baja resistencia a la tracción del concreto es la fisuración, en algunos casos se da a la compresión y puede estar presente a cualquier tipo de edificaciones donde esté presente el concreto.

Las fisuras pueden manifestarse en años, semanas, días u horas debido a muchas causas. Estos problemas en el concreto afectan a la apariencia de la estructura, sin embargo, también puede indicar fallas estructurales ya que agentes químicos pueden entrar en contacto con la armadura del elemento o con el mismo concreto, debilitando así la estructura y afectando la durabilidad. Sin embargo, debemos tener en cuenta que no siempre son peligrosas, lo importante es conocer el tipo de elemento estructural en el que han aparecido y la naturaleza de las mismas. La peligrosidad de las fisuras se debe tener en cuenta cuando se sobrepasan determinados espesores o cuando están en determinados ambientes.

Así mismo, las fisuras se pueden clasificar en:

- **Fisuras estabilizadas**

Estas fisuras son también llamadas muertas, son aquellas que llegan a una determinada abertura y el proceso se detiene.

- **Fisuras en movimiento**

Son aquellas fisuras que empiezan a actuar hasta llegar a estabilizarse.

- **Fisuras estructurales**

Causadas a excesivas cargas a que están sometidas el concreto, las cuales originan esfuerzos sobredimensionados, clasificándose de la siguiente manera:

- **Fisuras causadas por fuerzas externas**

Causadas por un mal comportamiento estructural, se originan por problemas en el proyecto, también por actuación de excesivas cargas sobre los elementos. Estas fisuras no pueden ser reparadas superficialmente.

- **Fisuras en estado plástico**

Según la norma ACI 224.1R-07 esta fisuración se subdivide en:

- **Fisuración por retracción plástica**

Ocurre cuando el concreto pierde contenido de humedad de manera muy rápida a causa de la temperatura del ambiente, bajas humedades y altas velocidades de

viento, generando la rápida evaporación del agua de la superficie del concreto. Esta evaporación ocasiona la contracción de la capa superficial. Por lo general sus longitudes varían entre pocos milímetros hasta un metro.

Las grietas por contracción plástica ocurren cuando el agua se evapora de la superficie con mayor rapidez que con la que se puede aparecer en la superficie durante el proceso de exudación. Lo anterior origina una rápida contracción por secado y el desarrollo de esfuerzos de tensión en la superficial, que está restringida por el concreto interior no contraído.

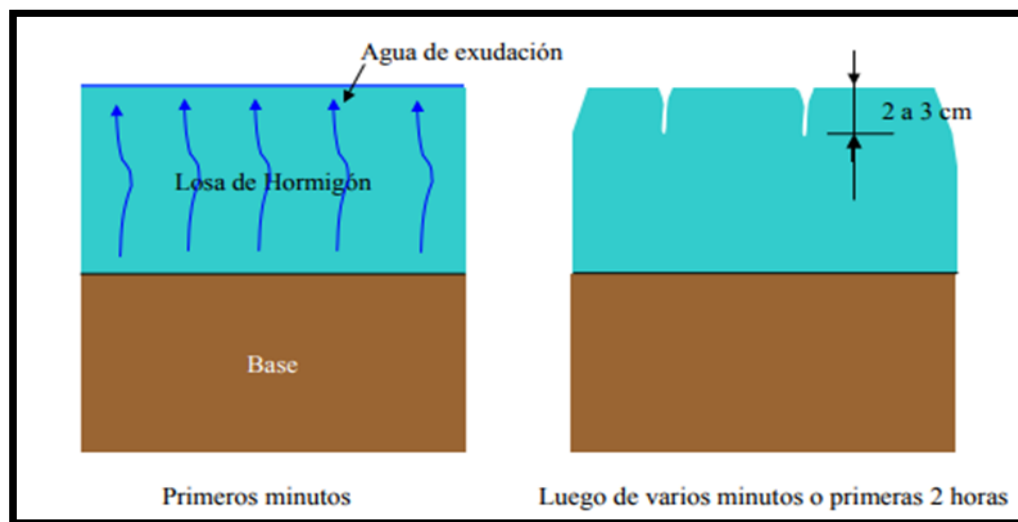


Figura 17. Fisuras por contracción plástica.

Las grietas por contracción plástica se originan debido a la diferencia del cambio de volumen en el concreto.

La temperatura elevada en el aire, vientos fuertes, temperatura elevada en el concreto, humedad relativa baja, estos factores incrementan la evaporación del agua en la superficie y aumenta la posibilidad de agrietamiento por contracción plástica.

No podemos predecir con certeza cuando se va a producir grietas por contracción plástica. Sin embargo, de acuerdo con el ACI 308, se plantea que cuando la velocidad de evaporación sobrepasa a $1 \text{ kg/m}^2/\text{hr}$, las medidas preventivas son casi obligatorias. Pero, es posible que se presenten agrietamientos si la tasa de evaporación excede $0.5 \text{ kg/m}^2/\text{hr}$.

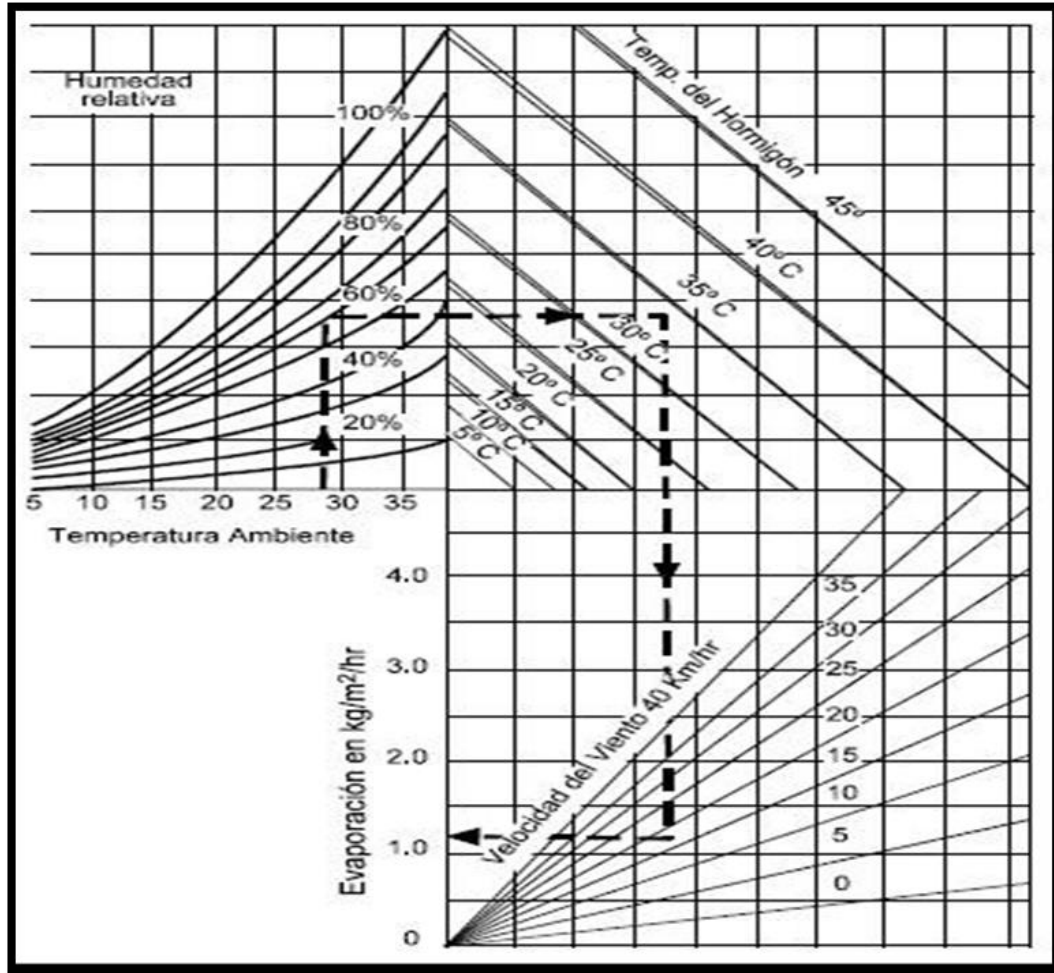


Figura 18. Abaco para estimar la rapidez de evaporación, según el comité ACI 308

2.2.3.8 Resistencia a la compresión

La resistencia mecánica a la compresión es la medida más común de desempeño de la capacidad de carga que puede resistir, se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que recibe a la carga.

La resistencia a la compresión depende mucho de la velocidad de hidratación del cemento empleado para su diseño, esta varía según su finura y tipo de cemento la cual se emplea, también el tipo de agregado que se usan, cuyos estos materiales dependen mucho la resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión queda definida como:

$$F'c = F/A$$

Dónde:

$F'c$ = Esfuerzo de compresión del concreto.

F = Fuerza aplicada sobre la probeta.

A = Área de contacto con la fuerza (cm^2).



Figura 19. Máquina para el ensayo a compresión del concreto

2.2.4 Análisis estadístico y prueba de hipótesis

2.2.4.1 Análisis estadístico

La Estadística se ocupa de los métodos y procedimientos para recoger, clasificar, resumir, hallar regularidades y analizar los datos, siempre y cuando la variabilidad e incertidumbre sea una causa intrínseca de los mismos; así como de realizar inferencias a partir de ellos, con la finalidad de ayudar a la toma de decisiones y en su caso formular predicciones. (Laguna, 2014).

Para que los resultados obtenidos sean confiables sea considerado evaluar los resultados de la resistencia a compresión y tracción, con los parámetros del coeficiente de variación y desviación estándar, en relación a la siguiente tabla:

Tabla 19

Coefficiente de variación y desviación estándar

DISPERSIÓN TOTAL					
CLASE DE OPERACIÓN	DESVIACION STANDARD PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm2)				
	EXCELENT E	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6

DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACION PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE E	DEFICIENTE E
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto

2.2.4.2 Funciones Estadísticas:

a) Promedio, u. la resistencia promedio de todas las pruebas individuales

Se define como la resistencia promedio de todos los cilindros de la misma edad, elaborados de una muestra tomada de una única mezcla de concreto, expresado de la siguiente formula:

$$u = \frac{X1 + X2 + \dots + Xn}{n}$$

Dónde:

X1, X2, Xn= resultados de la resistencia de los cilindros

n = número total de pruebas

b) Desviación estándar (σ)

La medida de dispersión más reconocida es la raíz cuadrada del promedio de la suma de los cuadrados de las desviaciones de las resistencias, en relación con la resistencia promedio, dividido entre el número de resultados menos uno:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

c) Coeficiente de variación (V)

La desviación estándar expresada como un porcentaje de la resistencia promedio, se llama coeficiente de variación:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100$$

2.2.4.3 Prueba de hipótesis

Un ensayo, o una afirmación de una hipótesis es un procedimiento de decisión basado en datos reales que nos permiten aceptar o rechazarla respecto a un solo valor, todo el procedimiento de toma de decisiones sobre la hipótesis se llama “PRUEBA DE HIPÓTESIS”

“Si la evidencia de la muestra es inconsistente con la hipótesis planteada, entonces esta se rechaza y si la evidencia apoya a la hipótesis planteada, entonces esta se acepta”. (Morales, 2012).

Para esto se procederá a someter a los resultados a las funciones estadísticas como son: la desviación estándar, la media, la mediana, etc.,

Se realizó la comprobación del análisis estadístico con la finalidad de evaluar la hipótesis planteada, la prueba de hipótesis fue la de someter a la igualdad de dos medias conocidas y varianzas. El esquema para realizar una prueba de hipótesis acerca del parámetro “u” es:

a) Identificar el parámetro de interés:

Para la presente investigación se realizó en base al parámetro de la media “u” poblacional.

Para el caso de la investigación el parámetro de interés es la resistencia a la compresión y flexo-tracción promedio de cada grupo de concreto experimentales, se denotará como “u”.

b) Establecer la hipótesis nula (Ho):

La hipótesis nula está basada en un solo valor exacto del parámetro poblacional, es usual que esta hipótesis sea escrita como una igualdad ($u_1 = u_2$).

En la presente investigación la cual compara dos poblaciones, se plantea la siguiente Hipótesis Nula Ho: $u_1 \leq u_2$.

c) Especificar una apropiada hipótesis alternativa (Ha):

En la estadística encontramos dos tipos de hipótesis alternativa; una de ellas es la hipótesis bilateral la cual se utiliza cuando la conclusión que se quiere obtener no implica ninguna dirección específica, y la respuesta será “no es igual a” (\neq)

La segunda es la denominada hipótesis unilateral, que es la que se aplica en esta investigación, se utiliza cuando las proposiciones planteadas deben ser respondidas como “mayor que” (\geq), “menor que” (\leq).

- Si Ha: $u_1 > u_2$, quiere decir que la región crítica se encuentra en la cola superior de la distribución normal del estadístico de prueba.

- Si Ha: $u_1 < u_2$, quiere decir que la región crítica se encuentra en la cola inferior de la distribución normal del estadístico de prueba.

Para fines de esta investigación se plantea, Ha: $u_1 > u_2$.

d) Seleccionar el nivel de significancia ($\alpha = 0.05, 0.01$ o 0.10):

Los niveles de significancia más recomendados son:

$\alpha = 0.10$ con 90% de probabilidad de certeza.

$\alpha = 0.05$ con 95% de probabilidad de certeza.

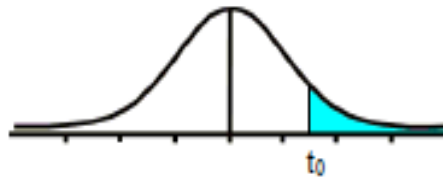
$\alpha = 0.01$ con 99% de probabilidad de certeza.

El nivel de significancia más conocido que se analiza en los resultados de resistencia del concreto es $\alpha = 0.05$ (95 % de probabilidad de certeza), con el cual se determina t_p de las tablas estadísticas.

Tabla 20

Determinación de la t-student

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564

Trabajando con un nivel de significancia de 0.05 y 4 grados de libertad, obtenemos un $t = 2.1318$, este valor se utilizará para todas las pruebas de hipótesis a compresión y flexotracción.

e) Estadístico de prueba – Distribución T de Student

Se utiliza para detectar la existencia de diferencias significativas entre las medias de una determinada variable en dos grupos de datos.

Requisitos:

- Datos distribuidos según una distribución normal en cada grupo
- Muestras independientes y menores a 30

Procedimiento de cálculo:

- El estadístico de prueba para una distribución t-student con n_1+n_2-2 grados de libertad es el siguiente:

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \qquad S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

Dónde:

- n_1 y n_2 : Tamaños de las muestras 1 y 2 respectivamente
- u_1 y u_2 : Medias de las muestras 1 y 2 respectivamente
- σ_1 y σ_2 : Varianzas de las muestras 1 y 2 respectivamente

- Luego se procede a medir la significación del estadístico “ tp ”, comparando ese valor con el valor de un estadístico “ t tabla” que se obtiene mirando la tabla 20.
- Para identificar el “ t tabla” que nos corresponde hemos de fijarnos en el número de colas que tiene nuestra hipótesis (una cola o dos colas), en el nivel de significación (α) con el que pretendemos rechazar la hipótesis nula; y en los grados de libertad del test ($n_1 + n_2 - 2$).
 - Si “ tp ” \geq “ t tabla” = se rechaza H_0 (nula) y se acepta H_1 (alterna).
 - Si “ tp ” $<$ “ t tabla” = Se acepta H_0 (nula) y se rechaza H_1 (alterna).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño de la investigación

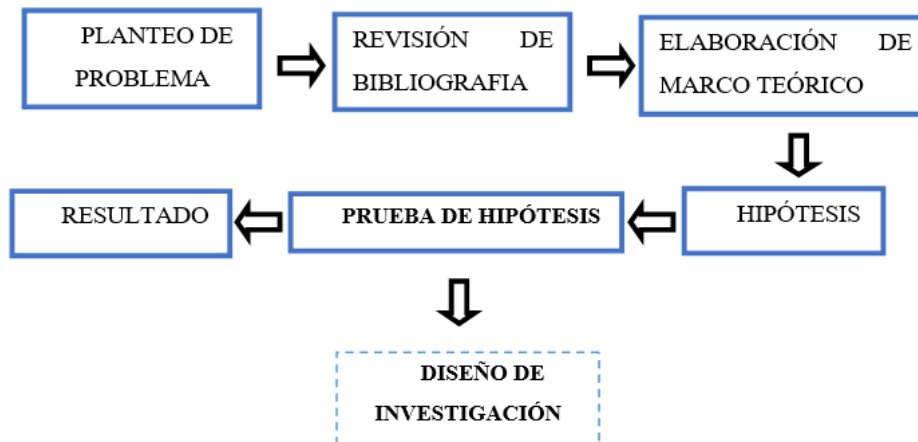


Figura 20. Diseño de la investigación.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población propuesta para esta investigación serán testigos cilíndricos ensayados según la ASTM C-39, vigas de concreto ensayados según la ASTM C.293.

3.2.2 Muestra

La investigación tiene un muestreo no probabilístico, el número de muestras para esta investigación está dado según la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 21

Nomenclatura de la fibra de Chillihua de 2.5 y 5 cm

Mezcla N°	Longitud de la fibra (cm)	Volumen de fibra (%)
CON. PATRON S.F.N.	0	0
CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	L2.5	V0.1
CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	L2.5	V0.5
CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	L2.5	V1
CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	L5	V0.1
CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 5 cm"	L5	V0.5
CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	L5	V1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Muestras para realizar ensayos a compresión

63 muestras corresponden a testigos cilíndricos de 30 cm de largo y 15 cm de diámetro para cada resistencia, para realizar el ensayo de resistencia a la compresión

Indicador	Mezcla	7	14	28	Parcial	210	175
		días	días	días		kg /cm ²	kg /cm ²
Concreto convencional	CON. PATRON S.F.N.	3	3	3	9		
	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	3	3	3	9		
	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	3	3	3	9	63	63
Concreto con fibra de Chillihua	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	3	3	3	9		
	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	3	3	3	9		
	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 5 cm"	3	3	3	9		
	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	3	3	3	9		
Total						126	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Muestras para realizar ensayos a flexión

63 muestras corresponden a vigas de 15 x15x 60 cm para cada resistencia, para realizar el ensayo de resistencia a la flexión

Indicador	Mezcla	7 días	14 días	28 días	Parcial	210 kg /cm2
Concreto convencional	CON. PATRON S.F.N.	3	3	3	9	
	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	3	3	3	9	
	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	3	3	3	9	63
	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	3	3	3	9	
Concreto con fibra de Chillihua	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	3	3	3	9	
	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 5 cm"	3	3	3	9	
	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	3	3	3	9	
	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	3	3	3	9	
	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	3	3	3	9	
Total						63

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24

Muestras para estimar rapidez de evaporación.

Indicador	Mezcla	1 día	175 kg /cm2
Concreto convencional	CON. PATRON S.F.N.	1	
	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	1	
Concreto con fibra de Chillihua	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	1	
	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	1	7
	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	1	
	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 5 cm"	1	
	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	1	

Fuente: Elaboración propia

3.3 Hipótesis

Adicionando fibras naturales de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*) en losas de concreto simple controla las fisuras por contracción plástica, además mejora sus propiedades mecánicas.

3.4 Variables

3.4.1 Variables independientes

Concreto simple

Fibra de Chillihua

3.4.2 Variables dependientes

Propiedades mecánicas del concreto

3.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Observación: Se observó los efectos que ocasiona la adición de fibra natural de Chillihua al concreto simple convencional.

Análisis de bibliografía: Se estudió libros, tesis, artículos, normas, etc., relacionado al tema que se investigó.

3.5.2 Descripción de instrumentos utilizados

Se emplearon los siguientes formatos:

- a) Formato para ensayo granulométrico de agregados.
- b) Formato para ensayo de contenido de humedad de agregados.
- c) Formato para ensayo de absorción de los agregados.
- d) Formato para ensayo de peso unitario de los agregados.
- e) Formato para ensayo de peso específico de agregados.
- f) Formato para anotar la resistencia mecánica de las probetas.

3.6 Procedimiento para la recolección de materiales

3.6.1 Recolección de las fibras de Chillihua (*festuca dolichophylla*)

Este tipo de paja se encuentra lista para la recolección durante todo el año ya que es un tipo de planta perenne. Las fibras se obtienen quitándoles de encima restos de pequeñas hojas, este proceso de selección y descamado de la fibra se realiza manualmente.

La recolección de la fibra de Chillihua (*Festuca dolichophylla*) se realizó en el campus de la Universidad Peruana Unión.



Figura 21. Zona de extracción de material fibras de Chillihua (*Festuca dolichophylla*) (Google Maps.).



Figura 22. Recolección de Chillihua

3.6.2 Recolección de agregados para el concreto

Para la recolección de los agregados se consideró las canteras existentes en la provincia de San Román, Puno, de las cuales se tiene:



Figura 23. Localización de la cantera de hormigón Rio Unocolla (Google maps)

DEPARTAMENTO: Puno

PROVINCIA: San Román

DISTRITO: Juliaca

MATERIAL DE EXTRACCIÓN: Hormigón

Para la presente investigación se utilizó agregado de la cantera Unocolla.



Figura 24. Extracción de material cantera Unocolla

3.6.3 Recolección de cemento

A nivel de la región encontramos diferentes fábricas de cemento:

Cemento Sur (Juliaca – Puno)

Cemento Yura (Yura – Arequipa)

Tabla 25

Tipos de cemento que producen las diversas Fábricas.

FABRICANTE	UBICACIÓN	TIPOS DE CEMENTO QUE PRODUCEN
Cemento Sur	Juliaca – Puno	Rumi I, Rumi II, Rumi V, Rumi IP
Cemento Yura	Yura – Arequipa	Yura I, Yura II, Yura IP.

Fuente: Elaboración propia

El cemento a utilizar en la investigación es la de cementos Rumi tipo IP.

3.6.4 Recolección del Agua Para la Mezcla

El agua como material de construcción para las diversas dosificaciones que se va a realizar en esta investigación se obtuvo en cantidades apropiadas se considera como agua potable que cumpla con las especificaciones técnicas de la Norma Técnica Peruana (NTP 339.088).

3.7 Procedimiento para la recolección de datos

3.7.1 Descripción de procesos

Tabla 26

Descripción y aplicaciones.

NORMA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
(NTP 400.012; 2013)	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	Determinar la distribución por tamaño de las partículas del agregado fino y grueso mediante tamizado para ser usados en el diseño de la mezcla de concreto patrón y concreto con fibra de Chillahua.
(NTP 400.021; 2002)	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.	Determinar el peso específico seco, el peso específico aparente, el peso específico húmedo saturado con superficie seca y la absorción de agregado grueso para ser usados en el

		diseño de la mezcla de concreto patrón y concreto con fibra de Chillihua.
(NTP 400.017; 2011)	Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.	Determinar el peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino. Se usará en el diseño de la mezcla de concreto patrón y concreto con fibra de Chillihua.
NTP 400.022; 2013)	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.	Determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino para ser empleados en el diseño de la mezcla de concreto patrón y concreto con fibra de Chillihua.
(NTP 339.034; 2008)	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.	Determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con la fibra de Chillihua.
(NTP 339.079; 2012)	Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro de la luz.	Determinar la resistencia a la flexión en vigas de concreto patrón y el concreto con la fibra de Chillihua.
(NTP 339.035; 2009)	Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.	Determinar el asentamiento del concreto fresco, tanto del concreto patrón como del concreto con la fibra de Chillihua.
(NTP 339.183; 2009)	Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón en el laboratorio.	El curado de especímenes de concreto será bajo un control riguroso de los materiales y las condiciones que mandan este ensayo. Será usado tanto a probetas de concreto patrón como probetas de concreto con la fibra de Chillihua.

3.7.2 Ensayo de materiales.

3.7.2.1 Agregados fino y grueso

3.7.2.1.1 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012; 2001) (ASTM C 136)

Este método cubre la determinación de la distribución por tamaño de las partículas de agregado fino y grueso mediante tamizado. Una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

Procedimiento de ensayo

1. Secar la muestra hasta masa constante a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$.
2. Colocar apropiadamente los tamices en orden decreciente de tamaño.
3. Colocar la muestra desde la parte superior de los tamices.
4. Agitar los tamices con la mano o por medios mecánicos.
5. Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado. Para tamices con aberturas menores que 4,75 mm (N° 4), la cantidad retenida sobre alguna malla al completar el tamizado no excederá a 7 kg/m² de área superficial de tamizado.

3.7.2.1.2 Módulo de Finura

El módulo de finura, también llamado módulo granulométrico por algunos autores, no es un índice de granulometría, ya que un número infinito de tamizados da el mismo valor para el módulo de finura. Sin embargo, da una idea del grosor o finura del agregado, por este motivo se prefiere manejar el término de módulo de finura.

El módulo de finura se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar y dividiendo la suma entre 100.

Cambios significativos en la granulometría de la arena tienen una repercusión importante en la demanda de agua y, en consecuencia, en la trabajabilidad del concreto, por lo que si hubiese una variación significativa en la granulometría de la arena deben hacerse ajustes en el contenido de cemento y agua para conservar la resistencia del concreto.

Para no tener que recalcular la dosificación del concreto el módulo de finura del agregado fino, entre envíos sucesivos, no debe variar en más de ± 0.2 .

Los tamices especificados que deben usarse en la determinación del módulo de finura son: N°. 100, No. 50, No. 30, No. 16, No. 8, No. 4, 3/8", 3/4", 1½", 3" y de 6".

3.7.2.1.3 Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 400.021; 2002) (ASTM C 127)

Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24h aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y formulas en este método de ensayo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción.

Procedimiento de ensayo

1. Secar la muestra a peso constante, a una temperatura de 110 ± 5 °C.
2. Ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente de 1 a 3 h para muestras de ensayo de tamaño máximo nominal 37,5mm (1 ½ pulg.) o mayores para tamaños más grandes hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto (aproximadamente 50 °C).
3. Seguidamente sumerja el agregado en agua a temperatura ambiente por un lapso de 24 ± 4 h.
4. Cuando los valores de peso específico y la absorción van a ser usados en proporciones de mezclas de hormigón (concreto) en los cuales los agregados van a ser usados en su condición natural de humedad, el requerimiento inicial de secado a peso constante puede ser eliminada y, si las superficies de las partículas de la muestra van a ser mantenidas continuamente húmedas antes del ensayo, el remojo de 24 h puede ser eliminado.
5. Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aun parezca húmeda. Se debe tener cuidado en evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie.

6. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca. Se determina este y todos los demás pesos con aproximación de 0.5 g o al 0.05% del peso de la muestra, la que sea mayor.

7. Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre $23^{\circ}\text{C} \pm 1.7^{\circ}\text{C}$, densidad $997 \pm 2 \text{ kg/m}^3$. Tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras se sumerge.

8. Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y se deja enfriar hasta la temperatura ambiente, durante 1 h a 3 h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto (aproximadamente 50°C) y se pesa.

3.7.2.1.4 Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino (NTP 400.022; 2002) (ASTM C 128)

Esta NTP se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección de diseños de mezclas, como el control de uniformidad de sus características físicas.

Procedimiento de ensayo

1. Se introduce de inmediato en el frasco una muestra de 500g del material preparado, se llena de agua para alcanzar aproximadamente la marca de 500cm^3 a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

2. Después de una hora se llena con agua hasta los 500cm^3 y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1g.

3. Se saca el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se enfría a temperatura ambiente en un secador durante $\frac{1}{2}$ hora a $1 \frac{1}{2}$ y se pesa.

3.7.2.1.5 Pesos volumétricos secos, sueltos y compactados (NTP 400,017; 2011) (ASTM C 29)

Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm.

Procedimiento de apisonado

1. Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano.
2. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes.
3. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.
4. Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.
5. Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 kg.

3.7.2.2 Ensayo en el concreto

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

La resistencia mecánica a la compresión es la medida más común de desempeño de la capacidad de carga que puede resistir, se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que recibe a la carga.

La resistencia a la compresión depende mucho de la velocidad de hidratación del cemento empleado para su diseño, esta varía según su finura y tipo de cemento la cual se

emplea, también el tipo de agregado que se usan, cuyos estos materiales dependen mucho la resistencia a la compresión.

Retirar los especímenes de sus moldes después de transcurrir por lo menos 18 horas de haber sido colocadas en sus respectivos moldes, para luego sea sumergido en agua para su respectivo curado.

Después de dejar sumergir para su curado luego de los 28 días medir los diámetros, alturas de las probetas para su respectivo análisis.

Por último colocar las muestras en la plataforma de la máquina para el ensayo a compresión con una carga continua y controlada.

Resultados experimentales y análisis de la Resistencia a la compresión del concreto.

Las mezclas elaboradas para la presente investigación fueron diseñadas y planteadas para comparar los resultados del concreto utilizando fibras de Chilihua, con respecto a un concreto normal denominado en este caso patrón o de control.

3.7.2.2.2 ASTM C496. Ensayo a tensión indirecta, para el ensayo de especímenes cilíndricos a compresión diametral.

Al diseñar diferentes estructuras, se procura que el concreto no trabaje a tracción, sin embargo, es inevitable, ya que el concreto en la estructura debe soportar esfuerzos ciertos esfuerzos a tracción.

La resistencia a tracción depende de las resistencias a tracción propias de la pasta del cemento y los agregados y de la adherencia que se genera entre ambos. Pero como se sabe el concreto en una estructura de por sí trabaja muy bien a compresión, pero lo que se busca es que la estructura también trabaje a tracción.

Existen tres procedimientos para determinar la resistencia a tracción del concreto:

- **Prueba De Tracción Directa**

Se considera a este método los más difíciles porque representa la aplicación de una fuerza de tracción que sea perfectamente coaxial con el eje del espécimen de concreto, pues cualquier excentricidad introduce esfuerzos secundarios significativos que hacen fallar prematuramente al espécimen.

- **Prueba De Tracción Indirecta**

Consiste en ensayar un testigo de concreto cilíndrico en posición horizontal sometándolo a lo largo de las generatrices contenidas en plano vertical de simetría, de manera que al quedar sometida en cilindro a esta carga de compresión diametral se produce en dicho plano de distribución de esfuerzos.

En la norma ASTM C496-96 que es aplicable a testigos cilíndricos., para la determinación de resistencia a tensión.

El esfuerzo de ruptura f_t Kg/cm² que define la resistencia del concreto a tensión se calcula por la siguiente expresión:

$$F_t = \frac{2 P}{\pi * L * d}$$

Dónde:

F_t= Esfuerzo de tracción indirecta.

P= carga máxima indicada en la máquina de ensayo.

L= Longitud de testigo.

d= Diámetro del testigo.

- **Prueba De Tracción Por Flexión**

La resistencia a la flexión es una medida a la tracción del concreto, es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 15 cm X 15 cm. De sección transversal y con luz mínima de tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Modulo de rotura (MR) en Kg/cm² y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (NTP 339.078), cargado en los puntos tercios. El módulo de rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión.

Esfuerzo de tracción por flexión se calcula por la siguiente expresión:

$$F_t = \frac{P * L}{b * h^2}$$

Dónde:

Ft= Modulo de ruptura

P= Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo.

L= Longitud libre entre apoyo.

b= ancho promedio de la muestra.

h= altura promedio de la muestra.

Si la sección de falla ocurre fuera del tercio central (pero sin exceder más de 5% del claro) el método recomienda calcular el módulo de ruptura por la expresión:

$$Ft = \frac{3 * P * a}{(2 * b * h)}$$

Donde a esa distancia media entre la línea de fractura y el apoyo más próximo, media sobre la superficie a tensión de la viga.

Por lo contrario, el ensayo debe rechazarse.

Procedimiento

- Los ensayos de tracción por flexión se realizaron según la norma NTP 339.079. Se ensayó muestras a los 7, 14, 28 días. Con proporciones de Chillihua de 0.1%, 0.5 %y 1%, y longitudes de 2.5 cm y 5 cm.
- Se realizaron vigas de 15x15 cm de sección transversal, los largos de las vigas tenían que ser por lo menos tres veces el peralte más 5 cm teniendo y una longitud no menor de 35 cm.
- El secado de las vigas se realizó sacándola de las pozas de curado.
- Se midieron las secciones de las vigas para determinar el área transversal y se marcaron los puntos de apoyo y de carga.
- Se ensambla el equipo adaptado de la máquina para compresión a usarse en el ensayo de flexión, colocamos las vigas, las cuales tienen que tener dos apoyos inferiores y dos puntos superiores donde se aplica la carga.

- Las muestras ensayadas a flexión deben tener una distancia libre entre los apoyos de al menos tres veces su altura, con una tolerancia del 2%.
- La carga es aplicada de forma continua y controlada hasta que ocurra la rotura.

3.7.3 DISEÑO DE MEZCLA

Como es sabido el concreto es una masa maleable, producto de una mezcla dosificada de material aglomerante, materiales pétreos (sin reacción química) y agua, ellos forman los agregados. El concreto también puede contener aditivos, que se utilizan para dar características especiales a la mezcla, para este estudio, consideramos únicamente mezclas sin el uso de aditivos. Los materiales pétreos, han sido clasificados convenientemente como agregados finos y gruesos. A la dosificación de los agregados, es decir al procedimiento o método para calcular la cantidad de materiales a utilizar para que la mezcla, fresca o endurecida, tenga las características deseadas, es a lo que le llamamos diseño de mezclas.

3.7.3.1 DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN EL MÉTODO DE DISEÑO COMITÉ 211 DEL ACI

El método del comité ACI 211 es el más utilizado en concretos convencionales por su simplicidad y buenas aproximaciones óptimas de la mezcla.

Descripción:

En el método del ACI el revenimiento es un dato que sirve de base para diseñar las mezclas de concreto. Se determinan primero el agua de la mezcla de acuerdo con el revenimiento y el tamaño máximo del agregado, después la cantidad de la grava, el último de los componentes se calcula por diferencia. Se determina la variabilidad de la resistencia del hormigón, en base al nivel de control de calidad del proceso de mezclado en obra.

Selección del asentamiento, cuando este no se especifica el método del ACI incluye una tabla en la que se recomiendan diferentes valores de asentamientos de acuerdo con el tipo de construcción.

La elección del tamaño máximo del agregado, debe considerar la separación de los costados de la formaleta, espesor de la losa y el espacio libre entre varillas individuales o

paquetes de ellas. Por consideraciones económicas es preferible el mayor tamaño disponible, siempre y cuando se utilice una trabajabilidad adecuada.

El método presenta una tabla con los contenidos de agua recomendados en función del asentamiento requerido y el tamaño máximo del agregado, considerando concreto con y sin aire incluido.

Para el cálculo de la resistencia, se proporciona una tabla con los valores de la relación agua-cemento de acuerdo con la resistencia a la compresión a los 28 días que se requiera, esta debe exceder la resistencia especificada con un margen suficiente para mantener dentro de los límites especificados las pruebas con valores bajos.

El contenido de cemento se calcula con la cantidad de agua determinada en el paso tres y la relación agua-cemento obtenida en el paso cuatro.

El método ACI presenta una tabla con el volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto, depende del tamaño máximo nominal de la grava y del módulo de finura de la arena.

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

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

El último paso se refiere a los ajustes a las mezclas de prueba, en las que se debe verificar el peso volumétrico del concreto, su contenido de aire, la trabajabilidad apropiada mediante el asentamiento y la ausencia de segregación y sangrado, así como las propiedades de acabado.

Para la investigación se realizará dos tipos de diseño:

$F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (vigas)

$F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ (losas)

3.7.3.1.1 DISEÑO DE MEZCLA COMITÉ 211 ACI

Datos:

$$F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$$

1. Selección de la resistencia promedio ($F'cr$):

Tabla 27

Resistencia a la compresión requerida

$F'c$ (Kg/cm ²)	$F'cr$ (Kg/cm ²)
1) Menos de 210	$F'c + 70$
2) De 210 a 350	$F'c + 84$
3) Sobre 350	$F'c + 98$

Por lo tanto:

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

$$F'cr = 210 + 84$$

$$F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2. Selección de tamaño máximo del agregado grueso:

Tabla 28

Tamaño del agregado grueso

AGREGADO GRUESO	PULGADAS
Tamaño máximo	1 “
Tamaño Máximo nominal	3/4"

3. Selección del asentamiento:

Podemos determinar este factor de acuerdo con el uso que le demos al concreto.

Tabla 29

Selección del asentamiento

TIPO DE CONSTRUCCION	SLUMP	
	Maximo (Pulg)	Minimo (Pulg)
Zapatas y muros de cimentación reforzada	3"	1"
Zapatas simples y muros de subestructura	3"	1"
Vigas y muros de cimentación	4"	1"
Columnas de edificios	4"	2"
Pavimentos y losas	3"	1"
Concreto masivo	2"	1"

Fuente: Costos y presupuestos en edificación (CAPECO), 2012

La investigación se realizará en losas de concreto:

slump de = 3".

4. Selección del volumen unitario de agua

Tabla 30

Contenido de agua para el diseño

Asentamiento	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA							
	<i>agua en lt/m³ para los tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicados</i>							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1 a 2	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4	220	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7	243	228	216	202	190	178	160	--
1 a 2	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7	216	205	197	184	174	166	154	--

Haciendo una relación entre el slump de 3” – 1” y el tamaño máximo nominal $\frac{3}{4}$ “del agregado grueso tenemos= 205 lt/m³.

5. Selección del contenido de aire

Tabla 31

Contenido de aire

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Tamaño Máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

De acuerdo al tamaño maximo nominal de 3/4” y el slump de 3”- 1” tenemos un contenido de aire de = **2 %**.

6. Determinación de la relación agua/cemento

Tabla 32

Relación agua cemento

RELACIÓN AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA		
F'cr (28días)	Relación agua-cemento diseño en peso	
	sin aire incorporado	con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	--
450	0.38	--

Se tiene un $F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ al interpolar la relación concreto sin aire incorporado tenemos=**0.558**.

7. Determinación de las propiedades de cemento.

A/C= 0.558
 agua= 205 kg/m³
 cemento= 367.120 kg/m³

8. Determinación de agregado grueso.

Tabla 33

Determinación del agregado grueso

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO				
Tamaño Máximo nominal	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de Volumen del concreto para diversos módulos de finesa			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.75	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Usando la tabla anterior con un TMN y el módulo de finesa de los agregados grueso
 TMN= 3/4" y MF= 2.83

Interpolamos, dándonos como resultado=0.617 al multiplicar por su peso unitario compactado.

Para determinar el peso del agregado grueso= $0.617 * 1711.94 \text{ kg}$.

Obtenemos= 1055.687 kg.

9. Determinación del agregado fino

Cemento=	367.12 kg	0.123 m3
Agua=	205.00 kg	0.205 m3
Aire=	2.00 %	0.02 m3
Agregado grueso=	1055.69 kg	0.404 m3
		0.752 m3

peso específico=	2.612 gr/cm ³	2612 kg/m ³
volumen de agregado fino=	0.24800 m3	

*Peso del agregado fino es de = volumen agregado fino * peso específico*

$$0.248 \text{ m}^3 * 2763 \text{ kg/m}^3 = 685.224 \text{ kg.}$$

10. presentación de datos en estado seco

Cemento=	367.120	kg.
Agua=	205	lt
Aire=	2.00	kg.
Agregado grueso=	1055.687	kg.
Agregado fino=	685.224	kg.

11. Ajuste por humedad de los agregados

Recopilando información anterior de cálculos obtenemos y modificando con su contenido de humedad.

Agregado grueso=	1067.641	kg.
Agregado fino=	694.105	kg.

12. Aporte de agua a la mezcla

Agregado fino=	-6.92	lt.
Agregado grueso=	-5.465	lt.

Suma -12.385 lt.

Por lo tanto, agua neta para la mezcla es de = $205 - (-12.385) = 217.385 \text{ lt.}$

13. Dosificación de peso resultante para una dosificación de 210 kg/cm²

Cemento=	367.120	kg/m ³
Agua=	25.15	lt./m ³
Agregado grueso=	1067.641	kg/m ³
Agregado fino=	694.105	kg/m ³

14. Dosificación de peso resultante para una dosificación de 175 kg/cm²

Cemento=	326.433	kg/m ³
Agua=	28.29	lt. /m ³
Agregado grueso=	1067.641	kg/m ³
Agregado fino=	733.289	kg/m ³

15. Proporciones del concreto con fibras de Chillahua

15.1. Dosificación de concreto de 210 kg/cm² al 0.1% del volumen del concreto (para 1 m³)

Tabla 34

Dosificación para el concreto al 0.1 %

Cemento	367.120	kg/m ³
Agregado Fino	694.105	kg/m ³
Agregado Grueso	1067.641	kg/m ³
Agua	25.15	lt/m ³
Fibra 0.1 %	0.4836	kg/m ³

15.2. Dosificación de concreto de 210 kg/cm² al 0.5% del volumen del concreto (para 1 m³)

Tabla 35

Dosificación para el concreto al 0.5 %

Cemento	367.120	kg/m ³
Agregado Fino	694.105	kg/m ³
Agregado Grueso	1067.641	kg/m ³
Agua	25.15	lt/m ³
Fibra 0.5 %	2.418	kg/m ³

15.3. Dosificación de concreto de 210 kg/cm² al 1 % del volumen del concreto (para 1 m³).

Tabla 36

Dosificación para el concreto al 1 %

Cemento	367.120	kg/m ³
Agregado Fino	694.105	kg/m ³
Agregado Grueso	1067.641	kg/m ³
Agua	25.15	lt/m ³
Fibra 1 %	4.836	kg/m ³

15.4. Dosificación de concreto de 175 kg/cm² al 0.1 % del volumen del concreto (para 1 m³).

Tabla 37

Dosificación para el concreto al 0.1 %

Cemento=	326.433	kg/m ³
Agregado fino=	733.289	kg/m ³
Agregado grueso=	1067.641	kg/m ³
Agua =	28.29	LT/bolsa
Fibras de Chillihua=	0.4836	kg/m ³

15.5. Dosificación de concreto de 175 kg/cm² al 0.5 % del volumen del concreto (para 1 m³).

Tabla 38

Dosificación para el concreto al 0.5 %

Cemento=	326.433	kg/m ³
Agregado fino=	733.289	kg/m ³
Agregado grueso=	1067.641	kg/m ³
Agua =	28.29	LT/bolsa
Fibras de Chillihua=	2.418	kg/m ³

15.6. Dosificación de concreto de 175 kg/cm² al 1 % del volumen del concreto (para 1 m³)

Tabla 39

Dosificación para el concreto al 1 %

Cemento=	326.433	kg/m ³
Agregado fino=	733.289	kg/m ³
Agregado grueso=	1067.641	kg/m ³
Agua =	28.29	LT/bolsa
Fibras de Chillahua=	4.836	kg/m ³

16. Proporciones en peso del concreto con fibras de Chillahua para el tipo de probeta a utilizar:

Tabla 40

Volúmenes de probetas a utilizar

MUESTRAS	Diámetro (cm)	Largo (Cm)	Ancho (cm)	AREA (cm ²)	Altura (cm)	Vol. (cm ³)	Vol (m ³)	Factor desperdicio (5%)
Probeta #1	15.08	-	-	178.55	30.1	5374.355	0.00537	0.005640
Vigas	-	15	15	225	60	13500	0.0135	0.014180
Losas	-	50	50	2500	5	12500	0.0125	0.013130

Tabla 41

Material necesario para probetas experimentales para F'c 210 kg/cm²

PESOS POR UNIDAD DE MUESTRA								
PESOS PARA 1 PROBETA #1 DE F'c 210 (KG/CM ²)			PESOS PARA 1 VIGA DE F'c 210 (KG/CM ²)			PESOS POR 1 LOSA DE F'c 210 (KG/CM ²)		
Volumen de probeta	0.005640	m ³	volumen de viga	0.014180	m ³	volumen de losa	0.013130	m ³
Cemento	2.071	kg.	Cemento	5.206	kg.	Cemento	4.820	kg.

Agregado Fino	1.225	kg.	Agregado Fino	3.081	kg.	Agregado Fino	2.853	kg.
Agregado Grueso	6.021	kg.	Agregado Grueso	15.139	kg.	Agregado Grueso	14.018	kg.
Agua	3.915	Lt.	Agua	9.842	Lt.	Agua	9.114	Lt.
Fibra 0.1 %	2.73	gr	Fibra 0.1 %	6.86	kg.	Fibra 0.1 %	6.35	kg.
Fibra 0.5 %	13.64	gr	Fibra 0.5 %	34.29	kg.	Fibra 0.5 %	31.75	kg.
Fibra 1 %	27.28	gr	Fibra 1 %	68.57	kg.	Fibra 1 %	63.5	kg.

Tabla 42

Material necesario para probetas experimentales para F'c 175 kg/cm²

PESOS POR UNIDAD DE MUESTRA								
PESOS PARA 1 PROBETA #1 DE F'c 175 (KG/CM ²)			PESOS PARA 1 VIGA DE F'c 175 (KG/CM ²)			PESOS POR 1 LOSA DE F'c 175 (KG/CM ²)		
Volumen de probeta	0.005640	m ³	volumen de viga	0.014180	m ³	volumen de losa	0.013130	m ³
Cemento	1.841	kg.	Cemento	4.629	kg.	Cemento	4.286	kg.
Agregado Fino	1.228	kg.	Agregado Fino	3.088	kg.	Agregado Fino	2.859	kg.
Agregado Grueso	6.021	kg.	Agregado Grueso	15.13	kg.	Agregado Grueso	14.01	kg.
Agua	4.136	Lt.	Agua	10.39	Lt.	Agua	9.628	Lt.
Fibra 0.1 %	2.73	gr	Fibra 0.1 %	6.86	kg.	Fibra 0.1 %	6.35	kg.
Fibra 0.5 %	13.64	gr	Fibra 0.5 %	34.29	kg.	Fibra 0.5 %	31.75	kg.
Fibra 1 %	27.28	gr	Fibra 1 %	68.57	kg.	Fibra 1 %	63.5	kg.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.1.1 Análisis para la resistencia a compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

Tabla 43

Análisis estadístico para la resistencia a la compresión – concreto patrón a los 28 días

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm2)	F'c Promedio (Kg/cm2)	(X-Xm)	(X-Xm)^2
1	CON. PATRON S.F.N.	215.35	211.20	4.15	17.19
2	CON. PATRON S.F.N.	210.34		-0.86	0.75
3	CON. PATRON S.F.N.	207.92		-3.28	10.78

Numero de muestras (n)	=	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	=	633.61
Media (u)	=	211.20
$\sum (X-Xm)^2$	=	28.72
desviación estándar (σ)	=	3.79
Coefficiente de variación (V)	=	1.79 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	=	3.79	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	V <	2. %	
Coeficiente de variación (V)	=	1.79 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 44

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 0.1 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	202.29	202.89	-0.60	0.36
2	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	203.36		0.47	0.22
3	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	203.03		0.14	0.02

Número de muestras (n)	=	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	=	608.68
Media (u)	=	202.89
$\sum (X-Xm)^2$	=	0.60
Desviación estándar (σ)	=	0.55
Coeficiente de variación (V)	=	.27 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo (σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	0.55	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	.27 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 45

Análisis Estadístico para Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 0.5 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días.

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	193.59		0.59	0.34
2	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	195.64	193.00	2.64	6.95
3	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	189.78		-3.22	10.39

Numero de muestras (n)	$=$	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	$=$	579.01
Media (u)	$=$	193.00
$\sum (X-Xm)^2$	$=$	17.68
desviación estándar (σ)	$=$	2.97
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.54 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	=	2.97	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	=	1.54 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 46

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 1 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	194.41	191.29	3.12	9.73
2	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	192.06		0.77	0.59
3	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	187.40		-3.89	15.13

Numero de muestras (n)	=	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	=	573.87
Media (u)	=	191.29
$\sum (X-Xm)^2$	=	25.45
desviación estándar (σ)	=	3.57
Coeficiente de variación (V)	=	1.87 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo (σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	3.57	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.87 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 47

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 0.1 % del volumen de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	205.40	206.22	-0.82	0.68
2	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	209.51		3.29	10.8
3	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	203.76		-2.46	6.07

Numero de muestras (n)	$=$	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	$=$	618.67
Media (u)	$=$	206.22
$\sum (X-Xm)^2$	$=$	17.55
desviación estándar (σ)	$=$	2.96
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.44 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	=	2.96	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	=	1.44 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo

Tabla 48

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 0.5 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 5 cm"	199.36	197.02	2.34	5.46
2	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 5 cm"	195.29		-1.73	3
3	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 5 cm"	196.42		-0.60	0.36

Numero de muestras (n)	=	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	=	591.07
Media (u)	=	197.02
$\sum (X-Xm)^2$	=	8.82
desviación estándar (σ)	=	2.10
Coeficiente de variación (V)	=	1.07 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	2.10	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.07 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 49

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 1 % del volumen de $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	188.85		-2.26	5.09
2	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	190.10	191.11	-1.01	1.01
3	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	194.37		3.26	10.65

Numero de muestras (n)	$=$	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	$=$	573.32
Media (u)	$=$	191.11
$\sum (X-Xm)^2$	$=$	16.75
desviación estándar (σ)	$=$	2.89

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	2.89	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.51 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

4.1.2 Prueba de hipótesis $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

a. Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (SFN) con respecto al concreto experimental 01 CFN al 0.1% de 2.5 cm.

Tabla 50

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 2.5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN)	Concreto Experimental-01 CFN al 0.1% de 2.5 Cm
% de Fibra natural	0	0.1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	211.2	202.89
Desviación estándar (σ)	3.79	0.55

2. Hipótesis

Hipótesis Nula $H_0: u_2 \leq u_1$

Hipótesis Alternativa $H_1: u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene

$$t = 2.132$$

Por lo que se deduce:

Rechazar si $H_0: u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se Rechaza $H_1: u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadístico de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$S_p = 2.71$

$t_p = -3.76$

5. conclusión.

se acepta Hipótesis Nula (H_0)

puesto que $t > t_p$

$2.132 > -3.76$

Adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada no incrementa, si no, disminuye la resistencia a la compresión

b. Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (SFN) con respecto al concreto experimental 02 CFN al 0.5% de 2.5 cm.

Tabla 51

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.5% de 2.5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN)	Concreto Experimental-02 CFN al 0.5% de 2.5 Cm
% de Fibra natural	0	0.5
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	211.2	193
Desviación estándar (σ)	3.79	2.97

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132 .$$

por lo que se deduce:

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadístico de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$S_p = 3.4$$

$$t_p = -6.56$$

5. conclusión.

se acepta Hipótesis Nula (Ho)

puesto que $t > t_p$

$$2.132 > -6.56$$

Adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada no incrementa, si no, disminuye la resistencia a la compresión.

c. Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (SFN) con respecto al concreto experimental 03 CFN al 1% de 2.5 cm.

Tabla 52

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 2.5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN)	Concreto Experimental-03 CFN al 1% de 2.5 Cm
% de Fibra natural	0	1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	211.2	191.29
Desviación estándar (σ)	3.79	3.57

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene

$$t = 2.132 .$$

por lo que se deduce:

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadístico de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132$$

por lo que se deduce:

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se

Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadístico de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad -5.68$$

5. Conclusión.

se acepta Hipótesis Nula (Ho)

puesto que $t > t_p$

$$2.132 > -5.68$$

Adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada no incrementa, si no, disminuye la resistencia a la compresión.

f. Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (SFN) con respecto al concreto experimental 06 CFN al 1% de 5 cm.

Tabla 55

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN)	Concreto Experimental-06 CFN al 1% de 5 Cm
% de Fibra natural	0	1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	211.2	191.11
Desviación estándar (σ)	3.79	2.89

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132 .$$

por lo que se deduce:

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se

Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadístico de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Sp= 3.37 tp= -7.3

5. Conclusión.

se acepta Hipótesis Nula (Ho)

puesto que $t > tp$ $2.132 > -7.3$

Adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada no incrementa, si no, disminuye la resistencia a la compresión

4.1.3 Análisis para la resistencia a compresión $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

Tabla 56

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - concreto Patrón

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
CON. PATRON S.F.N.	177.46		2.84	8.08
CON. PATRON S.F.N.	174.05	174.62	-0.57	0.32
CON. PATRON S.F.N.	172.34		-2.28	5.18

Numero de muestras (n)	=	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	=	523.85
Media (u)	=	174.62
$\sum (X-Xm)^2$	=	13.58
desviación estándar (σ)	=	2.61
Coefficiente de variación (V)	=	1.49 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	2.61	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.49 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo

Tabla 57

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 0.1 % del volumen.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	171.46		2.45	5.99
2	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	168.96	169.01	-0.05	0
3	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	166.62		-2.39	5.73

Numero de muestras (n)	$=$	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	$=$	507.04
Media (u)	$=$	169.01
$\sum (X-Xm)^2$	$=$	11.72
desviación estándar (σ)	$=$	2.42
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.43 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo (σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	=	2.42	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	V <	2. %	
Coeficiente de variación (V)	=	1.43 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 58

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 0.5 % del volumen de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	160.26		1.57	2.46
2	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	160.47	158.69	1.78	3.17
3	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	155.34		-3.35	11.22

Numero de muestras (n)	=	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	=	476.07
Media (u)	=	158.69
$\sum (X-Xm)^2$	=	16.85
desviación estándar (σ)	=	2.90
Coeficiente de variación (V)	=	1.83 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	=	2.90	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	=	1.83 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 59

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 2.5 Cm al 1 % del volumen de $f'c=175$ kg/cm².

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	151.24		-1.95	3.82
2	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	154.41	153.19	1.22	1.48
3	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	153.93		0.74	0.54
Numero de muestras (n)		=	3.00		
Sumatoria de valores ($\sum X$)		=	459.58		
Media (u)		=	153.19		
$\sum (X-Xm)^2$		=	5.84		
desviación estándar (σ)		=	1.71		
Coeficiente de variación (V)		=	1.12 %		

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo (σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	1.71	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.12 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 60

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 0.1 % del volumen a los 28 días de $f'c=175$ kg/cm².

Nº	DESCRIPCIÓN MUESTRA	DE LA ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	170.89		0.33	0.11
2	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	173.46	170.56	2.90	8.43
3	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	167.32		-3.24	10.48

Número de muestras (n)	$=$	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	$=$	511.67
Media (u)	$=$	170.56
$\sum (X-Xm)^2$	$=$	19.02
desviación estándar (σ)	$=$	3.08
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.81 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	3.08	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.81 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 61

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 0.5 % del volumen a los 28 días de $f'c=175$ kg/cm².

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 5 cm"	160.35		-2.26	5.09
2	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 5 cm"	161.16	162.61	-1.45	2.09
3	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 5 cm"	166.31		3.70	13.71

Numero de muestras (n)	$=$	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	$=$	487.82
Media (u)	$=$	162.61
$\sum (X-Xm)^2$	$=$	20.89
desviación estándar (σ)	$=$	3.23
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.99 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo (σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	3.23	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.99 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 62

Análisis Estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 1 % del volumen a los 28 días de $f'c=175$ kg/cm².

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	160.89		-0.09	0.01
2	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	158.21	160.98	-2.77	7.65
3	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	163.83		2.85	8.14

Numero de muestras (n)	$=$	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	$=$	482.93
Media (u)	$=$	160.98
$\sum (X-Xm)^2$	$=$	15.80
desviación estándar (σ)	$=$	2.81
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.75 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de

ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo (σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	2.81	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.75 %	Excelente

Según los resultados obtenidos, deducimos que los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

4.1.4 Prueba de hipótesis $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

Tabla 63

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 2.5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN) EXP-07	Concreto Experimental-08 CFN al 0.1% de 2.5 Cm
% de Fibra natural	0	0.1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	174.62	169.01
Desviación estándar (σ)	2.61	2.42

2. Hipótesis

Hipótesis Nula $H_0: u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa $H_1: u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132$$

por lo que se deduce:

Rechazar si $H_0: u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se Rechaza $H_1: u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadística de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = 2.52 \quad t_p = -2.73$$

5. conclusión.

se acepta Hipótesis Nula (H_0)

puesto que $t > t_p$ $2.132 > -2.73$

Adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada no incrementa, si no, disminuye la resistencia a la compresión.

Tabla 64

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.5% de 2.5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN) EXP-07	Concreto Experimental-09 CFN al 0.5% de 2.5 Cm
% de Fibra natural	0	0.5
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	174.62	158.69
Desviación estándar (σ)	2.61	2.9

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene

$$t = 2.132 .$$

por lo que se deduce:

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$
no se Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadística de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$S_p = 2.76$$

$$t_p = -7.07$$

5. Conclusión.

se acepta Hipótesis Nula (Ho)

puesto que $t > t_p$

$$2.132 > -7.07$$

Adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada no incrementa, si no, disminuye la resistencia a la compresión

Tabla 65

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 2.5

Descripción	Concreto patrón (SFN) EXP-07	Concreto Experimental-10 CFN al 1% de 2.5 Cm
% de Fibra natural	0	1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	174.62	153.19
Desviación estándar (σ)	2.61	1.71

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132 .$$

por lo que se deduce:

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se

Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadístico de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$S_p = 2.21 \qquad t_p = -11.88$$

5. conclusión.

se acepta Hipótesis Nula (H₀)

puesto que $t > t_p$ $2.132 > -11.88$

Adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada no incrementa, si no, disminuye la resistencia a la compresión

Tabla 66

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN) EXP-07	Concreto Experimental-11 CFN al 0.1% de 5 Cm
% de Fibra natural	0	0.1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	174.62	170.56
Desviación estándar (σ)	2.61	3.08

2. Hipótesis

Hipótesis Nula H₀: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa H₁: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132$$

por lo que se deduce:

Alternativa

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132$$

por lo que se deduce:

Rechazar si $H_0: u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se

Rechaza $H_1: u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadístico de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$S_p = 2.94$$

$$t_p = -5$$

5. Conclusión.

se acepta Hipótesis Nula (H_0)

puesto que $t > t_p$

$$2.132 > -5$$

Adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada no incrementa, si no, disminuye la resistencia a la compresión.

Tabla 68

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN) EXP-07	Concreto Experimental- 13 CFN al 1% de 5 Cm
% de Fibra natural	0	1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	174.62	160.98
Desviación estándar (σ)	2.61	2.81

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132$$

por lo que se deduce:

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se

Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadístico de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$S_p = 2.71 \quad t_p = -6.16$$

5. Conclusión.

se acepta Hipótesis Nula (H_0)

puesto que $t > t_p$ $2.132 > -6.16$

Adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada no incrementa, si no, disminuye la resistencia a la compresión.

4.1.5 Análisis para la resistencia a flexo-tracción $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 69

Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo- tracción - concreto Patrón de diseño.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm2)	F'c Promedio (Kg/cm2)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON. PATRON S.F.N.	48.43	49.38	-0.95	0.9
2	CON. PATRON S.F.N.	50.27		0.89	0.79
3	CON. PATRON S.F.N.	49.44		0.06	0

Numero de muestras (n)	=	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	=	148.14
Media (u)	=	49.38
$\sum (X-X_m)^2$	=	1.69
desviación estándar (σ)	=	0.92
Coefficiente de variación (V)	=	1.86 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	=	0.92	Excelente

verificación del coeficiente de variación

Coefficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coefficiente de variación (V)	=	1.86 %	Excelente

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos deducir, los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 70

Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo -tracción - con fibra de 2.5 Cm al 0.1 % del volumen de diseño.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm2)	F'c Promedio (Kg/cm2)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	55.80		-0.44	0.19
2	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	57.37	56.24	1.13	1.28
3	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	55.55		-0.69	0.48

Número de muestras (n)	=	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	=	168.72
Media (u)	=	56.24
$\sum (X-Xm)^2$	=	1.95
desviación estándar (σ)	=	0.99
Coefficiente de variación (V)	=	1.76 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de

ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	0.99	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.76 %	Excelente

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos deducir, los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 71

Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo-tracción - con fibra de 2.5 Cm al 0.5 % del volumen de diseño.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	60.69		0.46	0.21
2	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	58.90	60.23	-1.33	1.78
3	CON.EX.- C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	61.11		0.88	0.77

Numero de muestras (n)	$=$	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	$=$	180.70
Media (u)	$=$	60.23
$\sum (X-Xm)^2$	$=$	2.76
desviación estándar (σ)	$=$	1.17
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.94 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de

ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo (σ) $\sigma <$ 14.00

Desviación estándar calculada (σ) = **1.17** **Excelente**

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V) $V <$ 2. %

Coeficiente de variación (V) = **1.94 %** **Excelente**

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos deducir, los ensayos cumplen con los parámetros de grupo

Tabla 72

Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo- tracción - con fibra de 2.5 Cm al 1 % del volumen de diseño.

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm2)	F'c Promedio (Kg/cm2)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	59.47		0.12	0.01
2	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	60.21	59.35	0.86	0.73
3	CON.EX.- C.F.N. "1% - 2.5 cm"	58.38		-0.97	0.95

Numero de muestras (n) = 3.00

Sumatoria de valores ($\sum X$) = 178.06

Media (u) = 59.35

$\sum (X-Xm)^2$ = 1.69

desviación estándar (σ) = 0.92

Coeficiente de variación (V) = 1.55 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	0.92	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.55 %	Excelente

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos deducir, los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 73

Análisis estadístico para la Resistencia a la Compresión - con fibra de 5 Cm al 0.1 % del volumen de diseño.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	54.50		-0.51	0.26
2	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	55.86	55.01	0.85	0.72
3	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	54.68		-0.33	0.11

Numero de muestras (n)	$=$	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	$=$	165.04
Media (u)	$=$	55.01
$\sum (X-Xm)^2$	$=$	1.09
desviación estándar (σ)	$=$	0.74
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.35 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	$=$	0.74	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.35 %	Excelente

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos deducir, los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 74

Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo- tracción- con fibra de 5 Cm al 0.5 % del volumen de diseño.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm2)	F'c Promedio (Kg/cm2)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	55.13	56.35	-1.22	1.5
2	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	57.02		0.67	0.44
3	CON.EX.- C.F.N. "0.1% - 5 cm"	56.91		0.56	0.31

Numero de muestras (n)	$=$	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	$=$	169.06
Media (u)	$=$	56.35
$\sum (X-Xm)^2$	$=$	2.25
desviación estándar (σ)	$=$	1.06
Coeficiente de variación (V)	$=$	1.88 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00	
Desviación estándar calculada (σ)	=	1.06	Excelente

Verificación del coeficiente de variación

Coefficiente de variación de grupo (V)	$V <$	2. %	
Coefficiente de variación (V)	=	1.88 %	Excelente

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos deducir, los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

Tabla 75

Análisis estadístico para la Resistencia a la flexo- tracción - con fibra de 5 Cm al 1 % del volumen de diseño.

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ROTURA (Kg/cm2)	F'c Promedio (Kg/cm2)	(X-Xm)	(X-Xm) ²
1	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	56.91		-0.85	0.73
2	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	59.00	57.77	1.23	1.51
3	CON.EX.- C.F.N. "1% - 5 cm"	57.39		-0.38	0.14

Numero de muestras (n)	=	3.00
Sumatoria de valores ($\sum X$)	=	173.30
Media (u)	=	57.77
$\sum (X-Xm)^2$	=	2.38
desviación estándar (σ)	=	1.09
Coefficiente de variación (V)	=	1.89 %

Según la tabla 19 (coeficiente de variación y desviación estándar de tópicos de ingeniería) para el grupo de estudio la desviación estándar es la siguiente:

Desviación estándar de grupo(σ)	$\sigma <$	14.00
--	------------	-------

Desviación estándar calculada (σ) = 1.09 **Excelente**

Verificación del coeficiente de variación

Coeficiente de variación de grupo (V) $V <$ 2. %
 Coeficiente de variación (V) = 1.89 % **Excelente**

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos deducir, los ensayos cumplen con los parámetros de grupo.

4.1.6 Prueba de hipótesis para la resistencia a flexo-tracción $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días.

a. Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (SFN) con respecto al concreto experimental-01 CFN al 0.1% de 2.5 cm.

Tabla 76

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 2.5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN)	Concreto Experimental-01 CFN al 0.1% de 2.5 Cm
% de Fibra natural	0	0.1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	49.38	56.24
Desviación estándar (σ)	0.92	0.99

2. Hipótesis

Hipótesis Nula $H_0: u_2 \leq u_1$

Hipótesis Alternativa $H_1: u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

t= 2.132

Por lo que se deduce:

Rechazar si $H_0: u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se Rechaza $H_1: u_2 > u_1$ " se acepta "

4. estadístico de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$S_p = 0.96$

$t_p = 8.75$

5. conclusión.

se rechaza Hipótesis nula (H_0)

puesto que $t < t_p$

$2.132 < 8.75$

Según los resultados obtenidos, deducimos, adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada incrementa la resistencia a la flexo-tracción.

b. Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (SFN) con respecto al concreto experimental-02 CFN al 0.5% de 2.5 cm.

Tabla 77

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.5% de 2.5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN)	Concreto Experimental-02 CFN al 0.5% de 2.5 Cm
% de Fibra natural	0	0.5
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	49.38	60.23
Desviación estándar (σ)	0.92	1.17

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3 Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132$$

por lo que se deduce:

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se

Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadística de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$S_p = 1.05$$

$$t_p = 12.66$$

5. conclusión.

se rechaza Hipótesis nula (Ho)

puesto que $t < t_p$

$$2.132 < 12.66$$

Según los resultados obtenidos, deducimos, adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada incrementa la resistencia a la flexo-tracción.

c. Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (SFN) con respecto al concreto experimental-03 CFN al 1% de 2.5 cm.

Tabla 78

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 2.5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN)	Concreto Experimental-03 CFN al 1% de 2.5 Cm
% de Fibra natural	0	1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	49.38	59.35
Desviación estándar (σ)	0.92	0.92

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene

$$t = 2.132$$

por lo que se deduce:

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadística de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$S_p = 0.92$

$t_p = 13.27$

5. Conclusión.

se rechaza Hipótesis nula (H_0)

puesto que $t < t_p$

$2.132 < 13.27$

Según los resultados obtenidos, deducimos, adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada incrementa la resistencia a la flexo-tracción.

d. Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (SFN) con respecto al concreto experimental-04 CFN al 1% de 5 cm.

Tabla 79

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.1% de 5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN)	Concreto Experimental-04 CFN al 0.1% de 5 Cm
% de Fibra natural	0	0.1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	49.38	55.01
Desviación estándar (σ)	.92	0.74

2. Hipótesis

Hipótesis Nula $H_0: u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa $H_1: u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132 .$$

por lo que se deduce:

Rechazar si $H_0: u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se

Rechaza $H_1: u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadística de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad 8.31$$

$S_p = 0.83$ $t_p =$

5. Conclusión.

se rechaza Hipótesis nula (H_0)

puesto que $t < t_p$

$$2.132 < 8.31$$

Según los resultados obtenidos, deducimos, adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada incrementa la resistencia a la flexo-tracción.

a. Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (SFN) con respecto al concreto experimental-05 CFN al 0.5% de 5 cm.

Tabla 80

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 0.5% de 5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN)	Concreto Experimental-05 CFN al 0.5% de 5 Cm
% de Fibra natural	0	0.5
Numero de muestras (n)	3	3
Media (u)	49.38	56.35
Desviación estándar (σ)	0.92	1.06

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

$$t = 2.132$$

por lo que se deduce:

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadística de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$S_p = 0.99$

$t_p = 8.62$

5. conclusión.

se rechaza Hipótesis nula (Ho)

puesto que $t < t_p$

$$2.132 < 8.62$$

Según los resultados obtenidos, deducimos, adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada incrementa la resistencia a la flexo-tracción.

b. Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (SFN) con respecto al concreto experimental-06 CFN al 1% de 5 cm.

Tabla 81

Parámetros de interés concreto experimental -01 CFN 1% de 5 cm

Descripción	Concreto patrón (SFN)	Concreto Experimental-06 CFN al 1% de 5 Cm
% de Fibra natural	0	1
Numero de muestras (n)	3	3
Media (μ)	49.38	57.77
Desviación estándar (σ)	0.92	1.09

2. Hipótesis

Hipótesis Nula HO: $u_2 \leq u_1$

Hipótesis

Alternativa H1: $u_2 \geq u_1$

3. Nivel de significancia

Para el estudio se decidió realizar con un $\alpha=0.05$ para todos los casos, de esa manera realizando una interpolación se obtiene:

$$t = 2.132$$

Rechazar si HO: $u_2 \leq u_1$, si $t_p < t$

no se

Rechaza H1: $u_2 > u_1$ " se acepta "

4. Estadística de Prueba t-students con n_1+n_2-2 grados de libertad, es:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$S_p = 1.01$

$t_p = 10.17$

5. Conclusión.

se rechaza Hipótesis nula (Ho)

puesto que $t < t_p$

$$2.132 < 10.17$$

Según los resultados obtenidos, deducimos, adicionando fibras naturales al concreto en la proporción experimentada incrementa la resistencia a la flexo-tracción.

4.2 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

4.2.1 CONSISTENCIA

Tabla 82

Resultados de los ensayos de consistencia para diferentes tipos de concreto

Tipo de concreto	SLUMP (plg.)	
	L=5 Cm	L= 2.5 Cm
CSF	3	3
C°CF 0.1 %	2.9	2.7
C° CF 0.5 %	2.5	2.4
C° CF 1.0 %	2	2

En la tabla 43 observamos que a medida que aumenta la cantidad de fibra adicionada en la mezcla de concreto, el asentamiento del cono va disminuyendo, por lo cual se deduce una proporcionalidad inversa entre la cantidad de fibra adicionada y el asentamiento del cono; el concreto patrón tuvo un slump de 3.0 pulgadas.

El mayor asentamiento del concreto con fibra correspondió al C° CF 0.1 % de long. De 5 cm. con 2.9 pulgadas, y el menor fue 2 pulgadas del C°CF 1% long. De 2.5 cm.

4.2.2 ENSAYO DE CONTRACCIÓN PLASTICA

Según <https://weather.com> los datos promedios para el mes de noviembre 2017:

- **Temperatura del ambiente:** 15 ° C
- **Humedad Relativa:** 36 %
- **Temperatura del concreto:** 25 ° C
- **Velocidad del aire:** 16km/h.

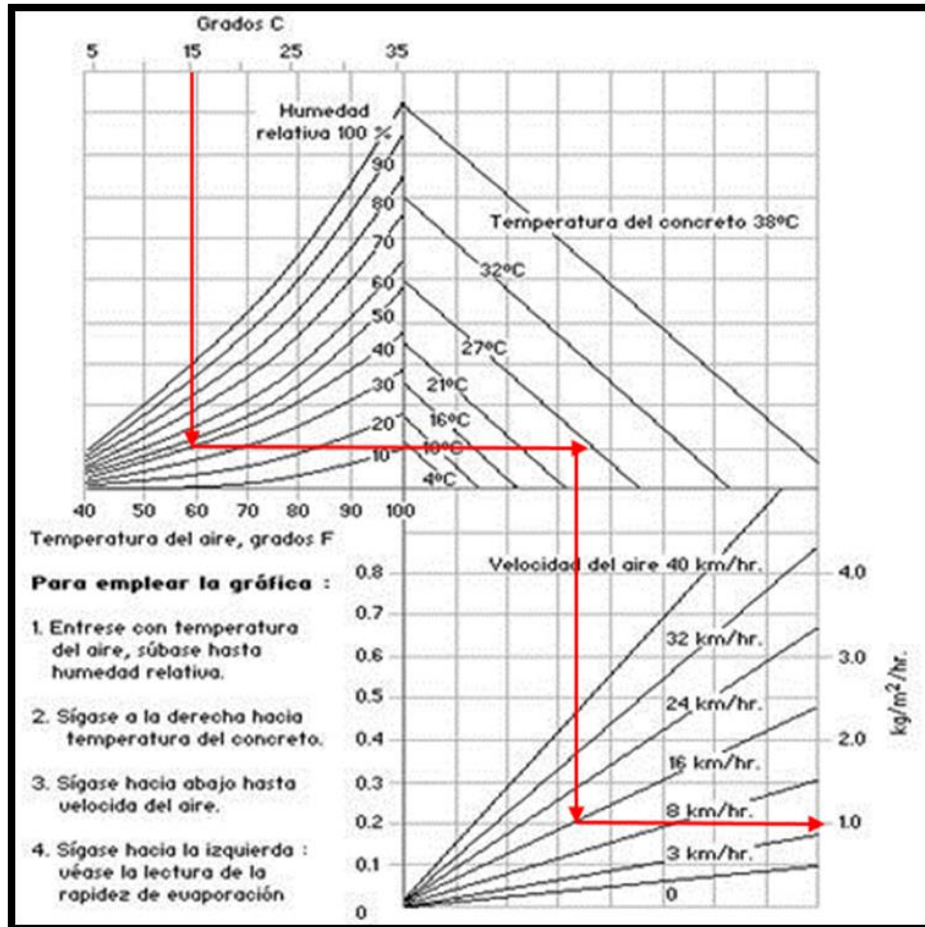


Figura 25. Efecto de las temperaturas del concreto y del aire, de la humedad relativa, de la velocidad del aire; sobre la rapidez de evaporación de la humedad de la superficie del concreto.

Con estas condiciones la tasa de evaporación es de: 1 kg/m²/h, lo que indica que es posible que se presenten agrietamientos si la tasa de evaporación excede 0.5 kg/m²/h, lo que se puede suponer que existirá fisuración por contracción plástica según ACI 308, practica estándar para el curado del concreto.

- Para emplear la gráfica se deberán seguir con los siguientes pasos
- Entrar al gráfico con la temperatura del aire, y subir hasta interceptar con la humedad relativa.
- Seguir a la derecha hasta interceptar con la temperatura del concreto.
- Bajar hacia abajo, hasta interceptar con la velocidad del viento.

- Mover horizontalmente hasta interceptar la tasa de evaporación.

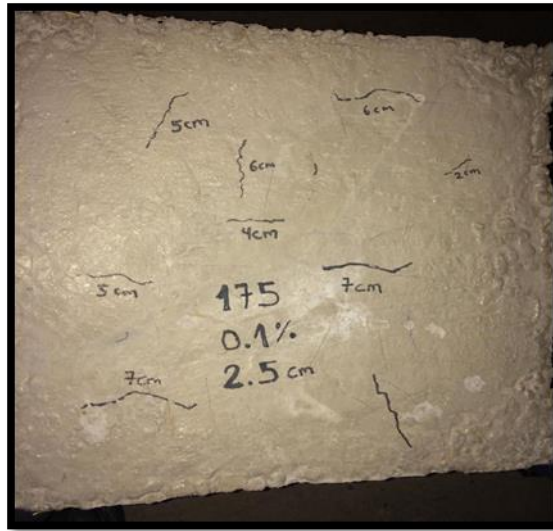
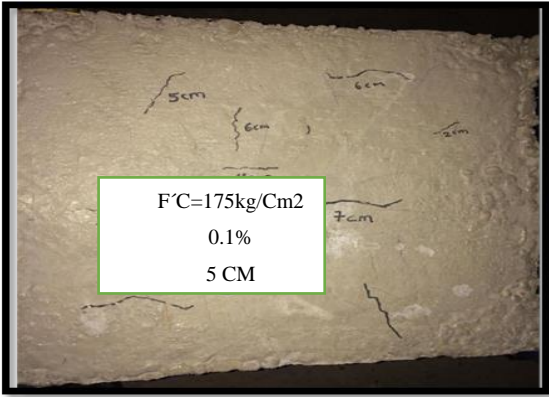


Figura 26. Fisuras por contracción plástica

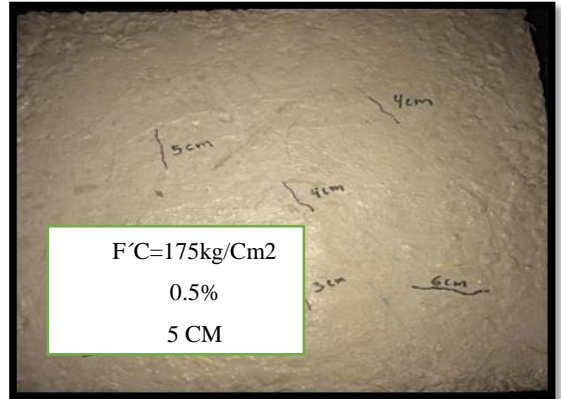
A continuación, se muestra las siguientes losas obtenidas del ensayo cualitativo con la tasa de evaporación y otros parámetros mencionados anteriormente, que producen fisuración por contracción.

Figura 27. Fisuración en losas de concreto con adición de fibras de Chilihua: 2.5 cm y 5 cm

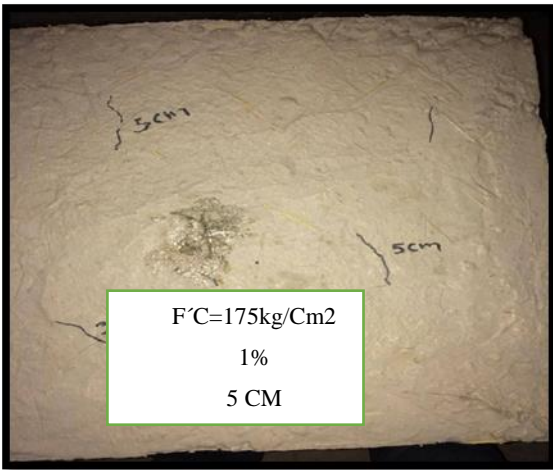




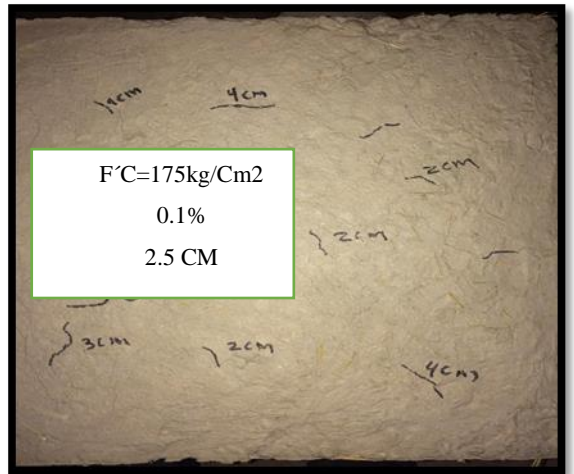
(a)



(b)



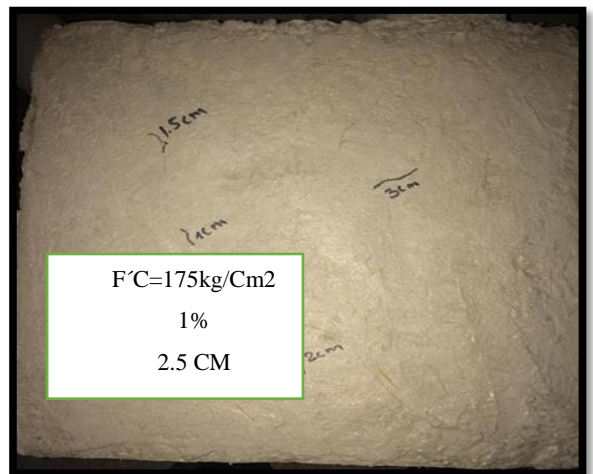
(c)



(d)



(e)



(f)

- **Análisis de los resultados**

Las imágenes *a)*, *b)*, *c)*, *d)*, *e)* y *f)* muestran resultados de losas que presentan agrietamientos por contracción plástica, se observa una influencia positiva de la presencia de fibra en el concreto. Se encontró que a medida que se adiciona fibra al concreto las longitudes y las cantidades de fisuras disminuyen.

En la imagen *a)* (C°CFN al 0.1% de L=5 cm) se contempla fisuras en menor cantidad, respecto a la losa

patrón, así mismo, percibimos fisuras entre 4 y 5 cm de longitud.

En la imagen *b)* (C°CFN al 0.5% de L=5 cm) se observa una menor cantidad de fisuras con respecto a la imagen *a)* y el patrón, las grietas varían entre 4 y 5 cm de longitud.

En la imagen *c)* (C°CFN al 1 % de L=5 cm) se observa una menor cantidad de fisuras respecto a la imagen *a)* y *b)*, las grietas varían entre 3 y 5 cm de longitud.

En la imagen *d)* (C°CFN al 0.1% de 2.5 cm) se contempla fisuras en menor cantidad, a la losa patrón, así mismo, percibimos fisuras entre 2 y 4 cm de longitud.

En la imagen *e)* (C°CFN al 0.5% de L=2.5 cm) se percibe fisuras en menor cantidad, respecto a la imagen *d)*, las fisuras varían entre 2 y 3 cm de longitud.

En la imagen *f)* (C°CFN al 1% de L=2.5 cm) la presencia de fisuras es casi imperceptible, las fisuras varían entre 1.5 y 3 cm de longitud.

En la imagen *f)* (C°CFN al 1% de L=5 cm) se observa, además, que la cantidad y longitud de grietas es menor respecto a la imagen *c)* (C°CFN al 1 % de L=2.5 cm), así mismo, el acabado de la losa (C°CFN al 1% de L=5 cm) es más rugoso y necesitara un recubrimiento extra para su acabado.

4.3 RESULTADOS DE LA INVESTIGACION DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

4.3.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

a. Concreto con fibras de 2.5 cm de longitud $f'c=175$ kg/cm².

Resultados.

Tabla 83

Resultados de los ensayos a los 28 días

Tipo de concreto	Resistencia a la compresión (kg./cm ²)	% de reducción de resistencia respecto a concreto control
C°SF	172.49	0
C° CF 0.1 %	167.04	3.16
C° CF 0.5 %	156.32	9.37
C° CF 1.0 %	151.80	12.0

Tabla 84

Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto dosificado vs. Edad

F'c vs edad	F'C (KG./CM ²) SF	F'C (KG. /CM ²) CF 0.1%	F'C (KG./CM ²) CF 0.5%	F'C (KG./CM ²) CF 1.0 %
7 días	122.32	120.28	116.33	114.05
14 días	144.47	139.27	138.30	129.27
28 días	172.49	167.04	156.32	151.80

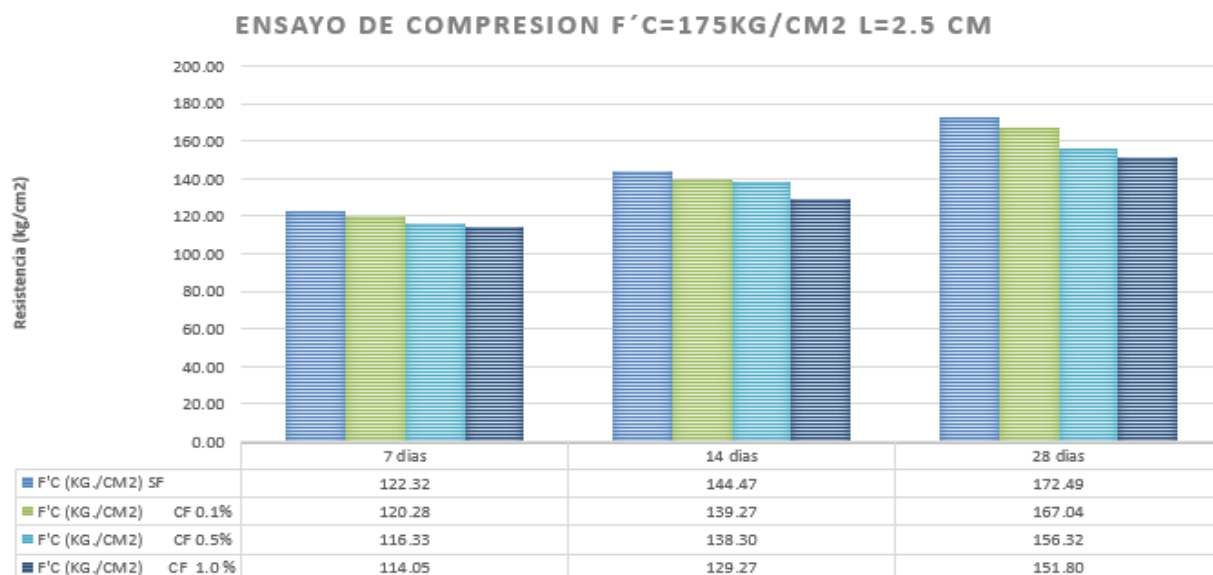


Figura 28. Variación de los resultados del ensayo a compresión 7, 14, 28 días por la influencia de la fibra de Chillihua L=2.5 cm.

b. Concreto con fibras de 5 cm de longitud f'c=175 kg/cm2.

Tabla 85

Resultados de los ensayos a los 28 días

Tipo de concreto	Resistencia a la compresión (kg./cm2)	% de reducción de resistencia respecto a concreto control
C°SF	172.49	0
C° CF 0.1 %	168.04	2.58
C° CF 0.5 %	159.97	7.26
C° CF 1.0 %	158.68	8.00

Tabla 86

Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto dosificado vs. Edad

F'c vs edad	F'C (KG./CM2) SF	F'C (KG./CM2) CF 0.1%	F'C (KG./CM2) CF 0.5%	F'C (KG./CM2) CF 1.0 %
7 días	122.32	120.08	118.78	112.64
14 días	144.47	138.59	136.95	133.46
28 días	172.49	168.04	159.97	158.68

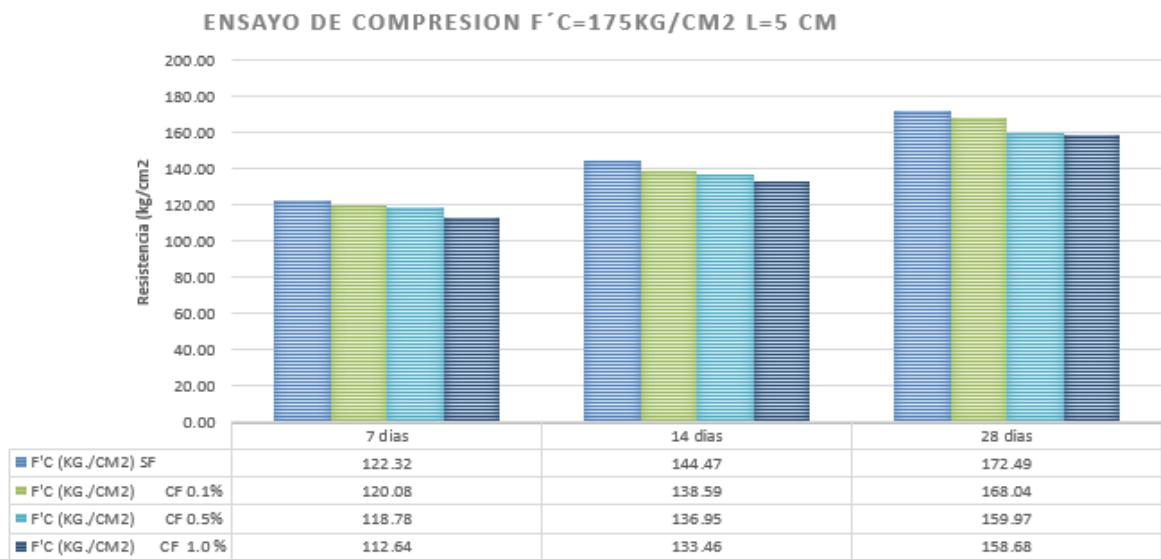


Figura 29. Variación de los resultados del ensayo a compresión 7, 14, 28 días por la influencia de la fibra de Chilihua L=5 cm

c. Concreto con fibras de 2.5 cm de longitud f´c=210 kg/cm2.

• **Resultados.**

Tabla 87

Resultados de los ensayos a los 28 días

Tipo de concreto	Resistencia a la compresión (kg./cm2)	% de reducción de resistencia respecto a concreto control
C°SF	208.11	0
C° CF 0.1 %	202.45	2.72
C° CF 0.5 %	190.58	8.43
C° CF 1.0 %	188.38	9.48

Tabla 88

Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto dosificado vs. Edad

F'c vs edad	F'C (KG./CM2) SF	F'C (KG./CM2) CF 0.1%	F'C (KG./CM2) CF 0.5%	F'C (KG./CM2) CF 1.0 %
7 días	146.89	144.01	134.15	133.74
14 días	170.85	166.71	156.17	155.49
28 días	208.11	202.45	190.58	188.38

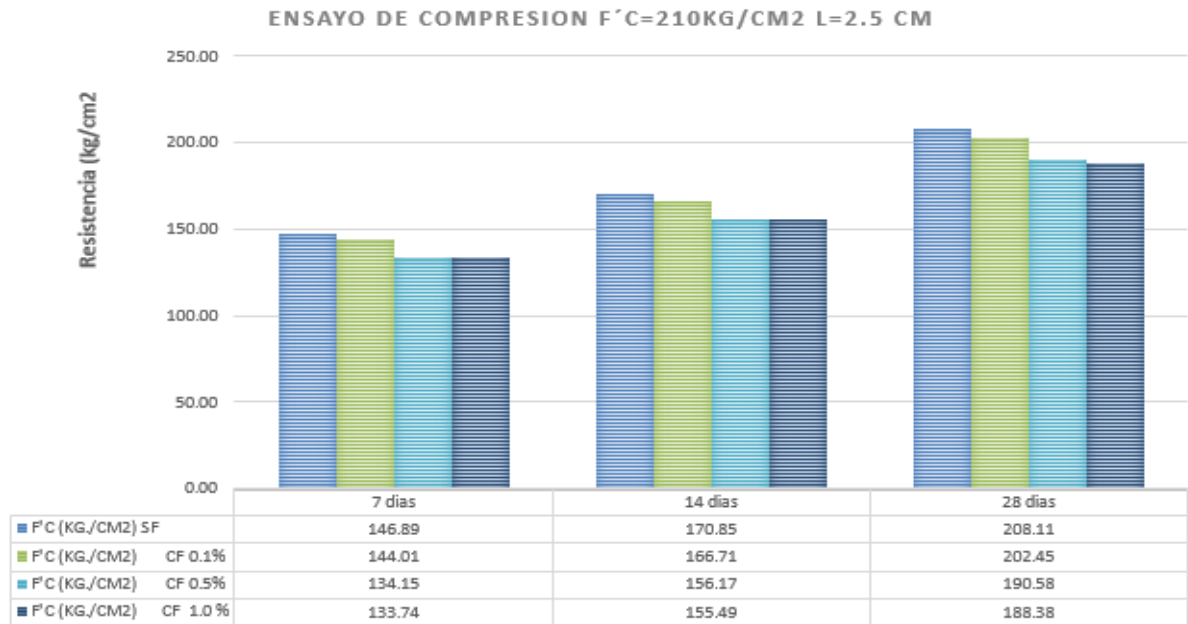


Figura 30. Variación de los resultados del ensayo a compresión 7, 14, 28 días por la influencia de la fibra de Chillahua L=2.5 cm

d. Concreto con fibras de 5 cm de longitud f'c=210 kg/cm2.

Tabla 89

Resultados de los ensayos a los 28 días

Tipo de concreto	Resistencia a la compresión (kg./cm2)	% de reducción de resistencia respecto a concreto control
C°SF	208.11	0
C° CF 0.1 %	203.80	2.07
C° CF 0.5 %	195.31	6.15
C° CF 1.0 %	188.74	9.31

Tabla 90

Desarrollo de la resistencia a compresión del concreto dosificado vs. Edad

F'c vs edad	F'c (KG. /CM2) SF	F'c (KG./CM2) CF 0.1%	F'c (KG./CM2) CF 0.5%	F'c (KG./CM2) CF 1.0 %
7 días	146.89	142.56	138.01	134.95
14 días	170.85	166.89	164.32	154.40
28 días	208.11	203.80	195.31	188.74

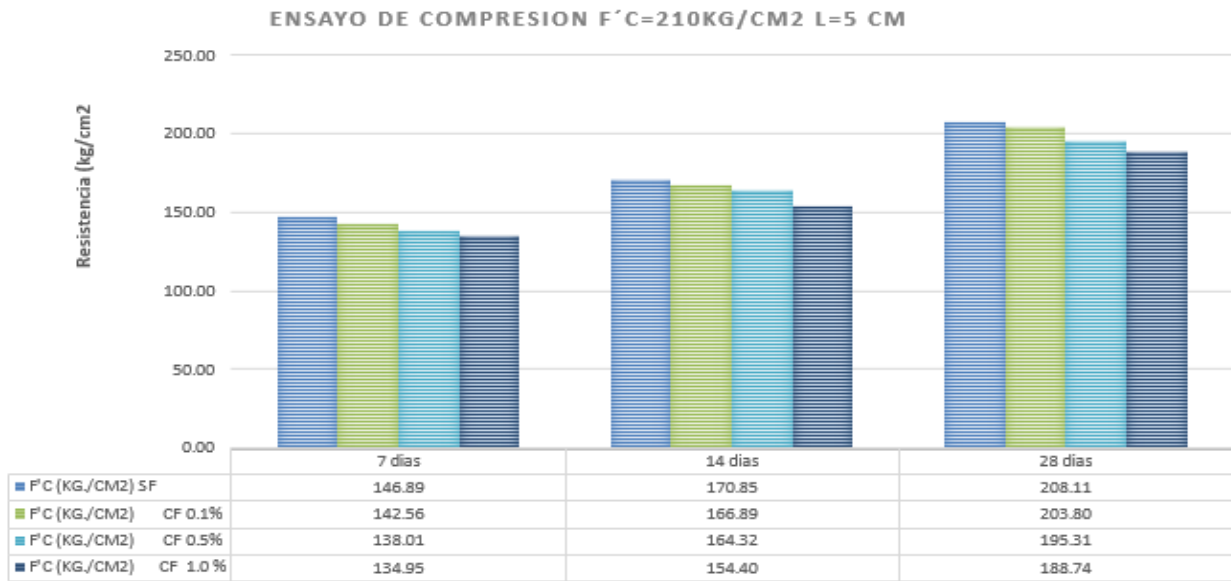


Figura 31. Variación de los resultados del ensayo a compresión 7, 14, 28 días por la influencia de la fibra de Chillihua L=5 cm

- **Análisis y discusión**

De acuerdo a los resultados obtenidos, los testigos ensayados no llegaron a su resistencia de diseño, la explicación que tenemos es que el concreto no desarrolla resistencia debido a que la velocidad de hidratación es lenta, se prolonga el tiempo de fraguado y en algunos casos hasta llega a detenerse.

La resistencia a compresión se comportó inversamente proporcional con respecto a la adición de fibra de Chillihua en el concreto, presentando significativas diferencias en los resultados.

Para el diseño $F'c=175$ kg/cm², la Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días alcanzo un $F'c= 172.49$ kg/cm², la variación más crítica se obtuvo al agregar la fibra de Chillihua de $V=1\%$ y $L=2.5$ cm, este concreto alcanzó a una resistencia de 151.80 kg/cm² con un porcentaje de reducción de resistencia de 12%.

Para el diseño $F'c=210$ kg/cm², la Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días alcanzo un $F'c= 208.11$ kg/cm², la variación más crítica se obtuvo al agregar la fibra de

Chillihua de $V=1\%$ y $L=2.5$ cm, este concreto alcanzó a una resistencia de 188.38 kg/cm² con un porcentaje de reducción de resistencia de 9.48% .

El valor más cercano al concreto de diseño $F'c=175$ kg/cm², se obtuvo al agregar fibra de Chillihua de $V=0.1\%$ y $L=5$ cm, este concreto alcanzó a una resistencia de 168.04 kg/cm² con un porcentaje de reducción de resistencia de 2.58% respecto al concreto patrón ($F'c=172.49$ kg/cm²).

Por lo tanto, la proporción adecuada para controlar las fisuras es $V=0.5\%$ y $L=2.5$ cm, en esta la reducción de la resistencia a la compresión baja en un porcentaje de 9.25% respecto al concreto de diseño.

Las losas de concreto simple están sometidas principalmente a esfuerzos de compresión, por lo que es necesario que el concreto llegue a su resistencia requerida, ante la reducción de la resistencia a la compresión se debe incorporar aditivos que ayude al concreto reforzado con fibra natural a incrementar su resistencia a la compresión y este no altere en sus propiedades físico químicas de la fibra natural.

Kosmastka, Kerkhoff, Panarese y Tanasi (2004) mencionan que el uso de micro sílice ayuda a incrementar el grado de impermeabilidad y resistencia del concreto. El uso de humo de sílice se usa en cantidades que varían del 5% al 10% de la masa del material cementante. En la tesis *“Propiedades mecánicas del concreto elaborado con aditivo micro sílice”* en La Universidad Nacional de Cajamarca (Peru), Huatay (2014), realizo estudios a concretos con adiciones de micro sílice ($5\%, 8\%, 10\%$ del peso del cemento) llegando a los siguientes resultados:

Tabla 91

Adición de micro sílice al concreto de 5%, 8% y 10%

MICROSILICE (%)	INCREMENTO DE RESISTENCIA (%)
5	46
8	33.19
10	31.76

Su dosificación óptima de micro sílice para mejorar la resistencia del concreto fue el 5% del peso del cemento.

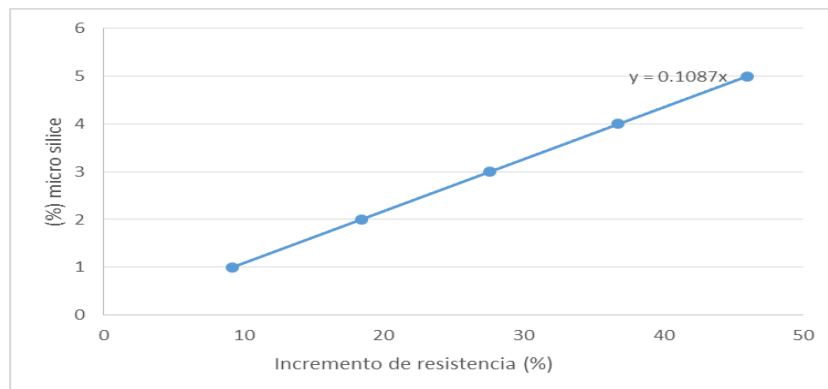
A partir de los resultados:

El porcentaje de resistencia a la compresión que debemos incrementar a nuestro concreto seleccionado anteriormente a su ($V=0.5\%$ $L=2.5\text{cm}$) es del 9.25%.

Tabla 92

Incremento de resistencia del concreto con micro sílice.

INCREMENTO DE RESISTENCIA (%)	MICROSILICE (%)
46	5
36.8	4
27.6	3
18.4	2
9.2	1



$$X=9.25\% \quad : \quad Y=1.00\%$$

Entonces para 1m^3 se necesita una proporción de 1.00% de micro sílice para aumentar la resistencia a la compresión en un porcentaje de 9.25%, de esta manera el concreto llegara a su resistencia de diseño.

En síntesis, se observó que en la medida que se adiciona fibra al concreto, reduce considerablemente la resistencia a la compresión; los resultados obtenidos tanto por Juárez y Rodríguez (2003), como por Osorio, Varón y Herrera (2006), utilizando fibras naturales, aunados con los de esta investigación, permiten concluir que la resistencia del concreto con fibras depende principalmente del tipo, longitud y el volumen de fibra y que a menores porcentajes de fibras naturales en el concreto, se tiende a obtener valores de resistencia a la compresión más cercanos a un concreto patrón. Lógicamente, existen otras variables que

influyen en la resistencia final del compuesto como el tipo de cemento utilizado, las características del agregado, agua, cemento y el tipo de curado entre otros.

4.3.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

a. Concreto con fibras de 2.5 cm de longitud $f'c=210$ kg/cm².

- **Resultados.**

Tabla 93

Resultados de los ensayos a los 28 días

Tipo de concreto	Resistencia a la tracción (kg./cm ²)	Variación con respecto al concreto patrón (%)
C°SF	49.38	0
C° CF 0.1 %	56.24	13.89
C° CF 0.5 %	60.23	21.98
C° CF 1.0 %	59.35	20.20

Tabla 94

Desarrollo de la resistencia a tracción del concreto dosificado vs. Edad

F'c vs edad	F'C (KG./CM ²) SF	F'C (KG./CM ²) CF 0.1%	F'C (KG./CM ²) CF 0.5%	F'C (KG./CM ²) CF 1.0 %
7 días	32.72	36.09	38.00	36.68
14 días	41.54	49.26	52.52	51.88
28 días	49.38	56.24	60.23	59.35

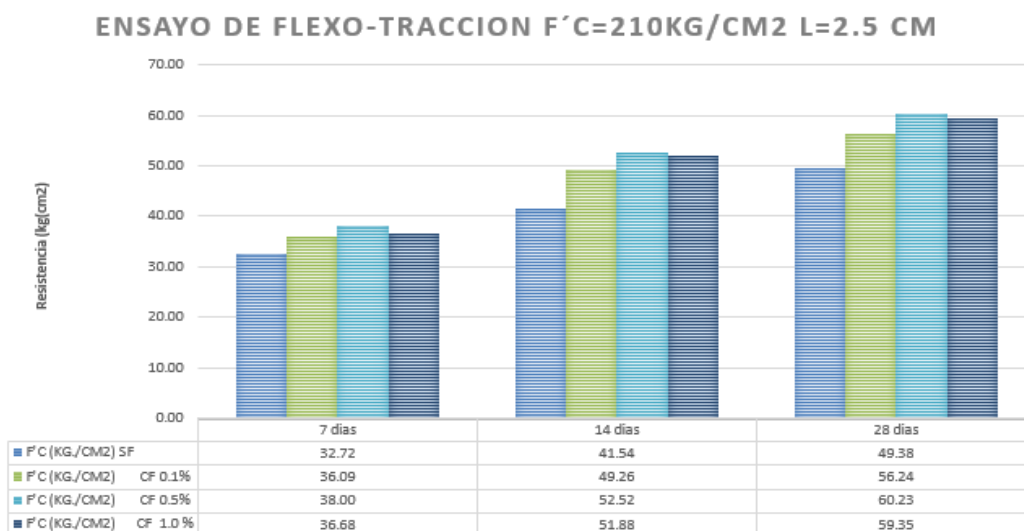


Figura 32. Variación de los resultados del ensayo a tracción 7 , 14 y 28 días por la influencia de la fibra de Chillihua L=2.5 cm

b. Concreto con fibras de 5 cm de longitud f'c=210 kg/cm2.

• **Resultados.**

Tabla 95

Resultados de los ensayos a los 28 días

Tipo de concreto	Resistencia a la tracción (kg./cm2)	Variación con respecto al concreto patrón (%)
C°SF	49.38	0
C° CF 0.1 %	55.01	11.41
C° CF 0.5 %	56.35	14.12
C° CF 1.0 %	57.77	16.98

Tabla 96

Desarrollo de la resistencia a tracción del concreto dosificado vs. Edad

F'c vs edad	F' C (KG./CM2) SF	F' C (KG./CM2) CF 0.1%	F' C (KG./CM2) CF 0.5%	F' C (KG./CM2) CF 1.0 %
7 días	32.72	32.95	36.48	36.62
14 días	41.54	44.62	52.12	52.79
28 días	49.38	55.01	56.35	57.77

ENSAYO DE FLEXO-TRACCION F'C=210KG/CM2 L=5 CM

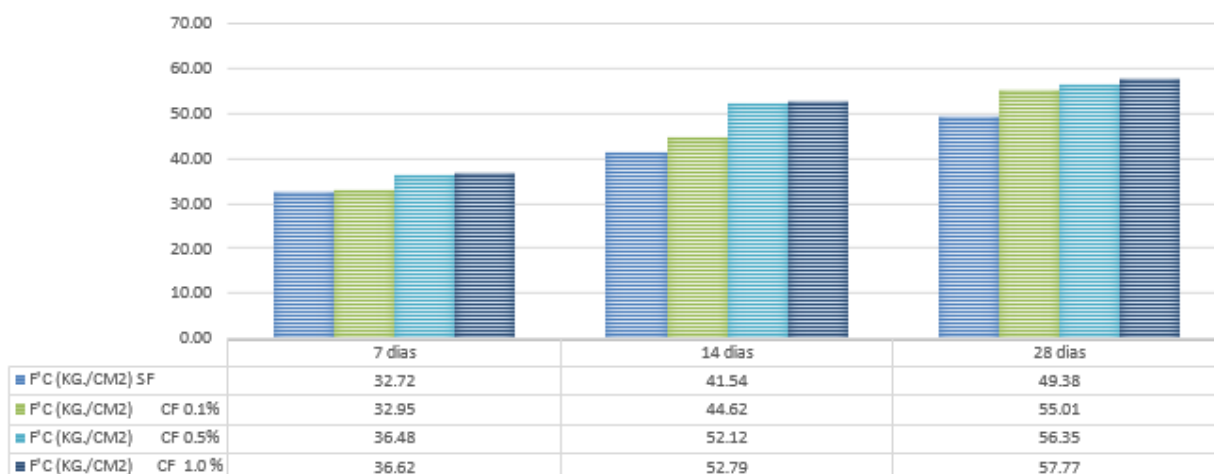


Figura 33. Variación de los resultados del ensayo a tracción 7, 14 y 28 días por la influencia de la fibra de Chillihua L=5 cm

• Análisis y discusión de resultados.

Según los resultados obtenidos podemos observar lo siguiente;

Los valores menores de resistencia a flexo-tracción a los 28 días se encontraron en los testigos de concreto patrón, alcanzando a una resistencia de 49.38 kg/cm².

Los valores mayores de resistencia a flexo-tracción a los 28 días se encontraron en los testigos V=0.5% L=2.5 cm alcanzando una resistencia de 60.23 kg/cm² y 49.38 kg/cm² el concreto patrón, con un porcentaje de incremento de 21.98% con respecto al concreto patrón.

Según los resultados de los ensayos a flexo-tracción, se observó que en la medida que se adiciona fibra al concreto, aumenta considerablemente la resistencia a flexo-tracción. Al incrementar fibra más de V=1% la resistencia a la flexo-Tracción reducirá.

Concluyendo que las fibras naturales ayudan en la resistencia a flexo-tracción, que les permite ser consideradas como posible refuerzo del concreto, Estos aspectos presentados coinciden con los obtenidos por Quintero y Gonzales (2006)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La fibra de Chillihua utilizada en losas de concreto simple influye positivamente en el control de fisuras por contracción plástica, además tiene significativas propiedades físico-mecánicas ya que en la medida que se adiciona fibra al concreto, aumenta considerablemente la resistencia a flexo –tracción a los 28 días. Los porcentajes de incremento de la resistencia al flexo tracción fueron del 13.89%, 21.98% y 20.20% para las dosificaciones de 0.1%, 0.5% y 1% de fibra natural en una longitud de 2.5 cm y 11.41%, 14.12% y 16.98% para las dosificaciones de 0.1%, 0.5% y 1% de fibra natural en una longitud de 5 cm. En cuanto a los resultados a la compresión reduce la resistencia en un promedio de 10% respecto al concreto patrón. La resistencia del concreto con fibras depende principalmente del tipo, longitud y el volumen de fibra. Deduciendo que, a menores porcentajes de fibras naturales de Chillihua (*Festuca Dolichophylla*) en el concreto tiende a obtener valores de resistencia a la compresión más cercanos a un concreto patrón.
- La proporción y longitud optima que se propone de fibra natural a emplearse en el concreto simple es de volumen ($V= 0.5\%$) y longitud ($L=2.5\text{cm}$) ya que disminuye el porcentaje de fisuras por contracción plástica, la resistencia a la flexo-tracción aumenta en un porcentaje de 21.98% respecto al concreto patrón, la resistencia a la compresión disminuye en un promedio de 8.9%,
- Haciendo la comparación de costos unitarios por metro cubico (m^3) de concreto con el uso de fibra natural $V=0.5\%$ $L=2.5\text{ cm}$ para controlar las fisuras aumenta en 8,93% con respecto al costo del concreto patrón; al adicionar humo de micro sílice a la proporción óptima, esta incrementa la resistencia a la compresión, controla las fisuras e incrementa el costo en 26.19% respecto al concreto patrón. El costo de un concreto usando fibras de polipropileno para el control de fisuras y humo de micro sílice para

incrementar la resistencia a la compresión, esta incrementa el costo en 34.64% a comparación del concreto patrón.

- El costo del concreto adicionado con humo de micro sílice y fibra natural $V=0.5\%$ $L=2.5$ es una alternativa viable, puesto que en comparación al valor del concreto adicionado con fibras de polipropileno y humo de micro sílice reduce en un 8.45% de su costo, garantizándonos un control de fisuras e incremento de resistencia a compresión de diseño.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda, al ejecutar el diseño de mezcla se debe tener en cuenta la calidad y los ensayos de los materiales, debiéndose verificar la correcta relación agua-cemento ya que es un factor muy importante a tener en cuenta para obtener la resistencia requerida.
- Se recomienda realizar los ensayos al concreto fresco y ensayos al concreto endurecido de una forma adecuada siguiendo las normas establecidas.
- Para realizar proceso adecuado de mezclado del concreto con fibras naturales, se recomienda la siguiente secuencia: vaciar en la mezcladora agua efectiva, cemento, agregado grueso y fino, finalmente las fibras naturales, para así obtener una mejor distribución de la fibra en la mezcla.
- Se recomienda usar fibra de Chillihua, ya que, a comparación de las fibras de vidrio, polipropileno, etc., es más económico y mejora sus propiedades mecánicas del concreto, encontramos como materia prima en nuestra región.
- De acuerdo a los resultados obtenidos observamos una reducción de la resistencia a la compresión en concretos reforzados con fibras naturales de Chillihua, por lo que se recomienda usar aditivos que ayuden al concreto a incrementar su resistencia a la compresión requerida y este no altere en sus propiedades físico químicas de la fibra natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (1992), *Tecnología Del Concreto (Teoría Y Problemas)*, Editorial San Marcos, Peru.
- Alvarez, P. (2009) *Estado General Del Conocimiento*.
- Damiani, C. (2011). *Concretos en climas frios*.
- Juárez & Rodríguez. (2003) *Uso de fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en conrteo*, Mexico, Universidad Autonoma Nuevo Leon.
- Gutiérrez de López, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción* (Segunda ed.). Manizales, Colombia: Universidad Nacional.
- Gómez, M., (2009), *Limtes De Consistencia De Los Agregados Para Mezclas De Concreto*.
- Maccaferri America Latina. (2009), *Las Soluciones Para La Ingeniería Estructural Pavimentos Reforzados Con Fibra De Acero*.
- Maccaferri America Latina(2009),*Fibras Wirand Y Fibromac. Manual Interno De Entretanamiento Promocional*. Edición 01.
- Márquez, J. (2002). *Distribución altitudinal de gramíneas de páramo como respuesta a las rutas metabólicas y los mecanismos de resistencia a las bajas temperaturas*. Mérida.
- Libia, (2003), *El concreto y otros materiales para la construcción*.
- Rivera, G. (2015), *Concreto Simple*.

Saraz A., Varón F. & Herrera J. (2007). *Comportamiento Mecánico Del Concreto Reforzado Con Fibras De Bagazo De Caña De Azúcar.*

Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú, Peru.*

Quintero G. & Gonzales (2006). *Uso De Fibra de Estopa De Coco Para Mejorar Las Propiedades Mecánicas Del Concreto.*

S.H. Kosmatka, B. Kerkhoff, W.C. Panarese Y J. Tanesi (2004), *Diseño y control de mezclas de concreto_PCA (I).*

Huatay. (2014), *Propiedades mecánicas del concreto elaborado con aditivo micro sílice,* Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

BASF Construction Chemicals Latin America (2006)

Colegio de ingenieros del peru (CIP), *Concreto Reforzado Con Fibras De Acero.*(2012)

Norma Tecnica Del Peru (NTP)

Norma American Society of Testing Materials (ASTM)

Norma American Concrete Institute (ACI)

Camara Peruana de Comercio (CAPECO).

ANEXOS

Anexo A. Ensayos físico químicos fibras de Chillihua (Festuca Dolichophylla)



UNIDAD DE PRODUCCION DE BIENES Y
PRESTACION DE SERVICIOS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS
LABINVSERV

INFORME DE ENSAYO FISICO QUIMICO

N° DE REPORTE: 19354-18

NOMBRE DEL CLIENTE	: YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ – B J
DIRECCIÓN	: YASMANNY YEFFERSON COASACA HUAYAPA
ASUNTO	: AREQUIPA
PRODUCTO	: ANÁLISIS FISICO QUIMICO
CANTIDAD DE MUESTRAS	: CHILLIHUA
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN	: 01
CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES	: AREQUIPA, 2018-04-05
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	: BOLSA DE PLASTICO
REFERENCIA	: AREQUIPA, 2018-04-19
PROCEDENCIA	: MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
OBRA	: JULIACA
CODIGO DE REGISTRO DE MUESTRA	: 25076

- LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
- ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO SERVICILAB

PAGINA 1 DE 2

INFORME DE ENSAYO

Nº DE REPORTE: 19354-18

DETERMINACIÓN DE :					
Densidad	g/cc	0.4836			
Absorción de agua	%	88,56			
Durabilidate com cal	%	3,51			
Durabilidate sin cal	%	6,88			
Celulosa	%	33,36			
OBSERVACIONES:					

METODO DE ENSAYO

DETERMINACIÓN	METODO DE ENSAYO APLICADO NORMA /REFERENCIA / NOMBRE
Densidad	Método Gravimétrico y Desplazamiento de Volumen
Absorción de agua	Método Gravimétrico.
Durabilidate com cal	Método de Laboratorio con Ca(OH) ₂ pH 12,5
Durabilidate sin cal	Método de Laboratorio con Ca(OH) ₂ pH 12,5
Celulosa	Método Pereira et al (1984).

PAGINA 2 DE 2

Emitido en Arequipa (Perú), el 19 de Abril del 2018



D^r. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348




L^c. Fredy Valdivia Peña
Químico Responsable
RCQP - 842

Av. Independencia s/n Ciudad Universitaria Laboratorio 108 -Primer Piso
Teléfono: 220360 E-mail: fenf_labinvserv@unsa.edu.pe

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : PROYECTO DE TESIS " Control de fisuras con fibras de chillihua (*Festuca dolichophylla*), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas "

CANTERA : UNOCOLLA TECN. RESPONS PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : M-01 (HORMIGON) ING. RESPONS. ALFREDO ALARCON A.

SOLICITANTE : BJ YASMANNY YEFFERSSON COASACA HUAYAPA
YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ

CONTENIDO DE HUMEDAD

AGREGADO GRUESO

N° DE MUESTRA	A-31	A-32	A-30
Peso de Tara	48.26	50.33	55.28
Peso de Tara + M. Humeda	249.39	239.58	211.55
Peso de Tara + M. Seca	247.24	237.1	210.02
Peso de Agua	2.15	2.48	1.53
Peso Muestra Seca	198.98	186.77	154.74
Contenido de humedad W%	1.08	1.33	0.99
Promedio cont. Humedad W%	1.13		

AGREGADO FINO

N° DE MUESTRA	'002	A-01	T-045
Peso de Tara	57.23	47.7	54.1
Peso de Tara + M. Humeda	235.2	212.3	240.32
Peso de Tara + M. Seca	233.4	210.15	237.49
Peso de Agua	1.8	2.15	2.83
Peso Muestra Seca	176.17	162.45	183.39
Contenido de humedad W%	1.02	1.32	1.54
Promedio cont. Humedad W%	1.30		

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Asesoría y Construcción

ING. ALFREDO ALARCON A. SANCATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
RUC 20110 07724

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : PROYECTO DE TESIS " Control de fisuras con fibras de chillihua (*Festuca dolichophylla*), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas "

CANTERA : UNOCOLLA TECN. RESPON PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : M-01 (HORMIGON) ING. RESPON. ALFREDO ALARCON A.

SOLICITANTE : BJ YASMANNY YEFFERSSON COASACA HUAYAPA
YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS MTC E 205 / MTC E 206

AGREGADO GRUESO

PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	
Peso de muestra sss (W _{sss}) (gr.)	500	500	500	
Peso de Fiola + arena + agua (W _{ma}) (gr.)	1623.5	1619.8	1563.17	
Peso de fiola + agua (gr.)	1478.4	1491.9	1506.15	
Peso de muestra seca (W _o) (gr.)	493.65	491.41	490.6	
Peso del agua (gr.)	6.35	8.59	9.4	
Volumen del frasco (V) (cm ³)	188.3	189.5	187.1	PROMEDIO
P.E. de masa (gr./cm ³)	2.622	2.593	2.622	2.612
P.E. sss (gr./cm ³)	2.655	2.639	2.672	2.655
Absorción %	1.286	1.748	1.916	1.650

AGREGADO FINO

PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	
Peso seco (gr.)	2412.5	2457.2	2398.6	
Peso s. saturado seco (gr.)	2478.8	2511.7	2445.4	
Peso sumergido (gr.)	1561	1562.7	1561.5	
Volumen (cm ³)	877	875.8	877.5	PROMEDIO
P.E. de masa (gr./cm ³)	2.751	2.806	2.733	2.763
P.E. sss (gr./cm ³)	2.826	2.868	2.787	2.827
Absorción %	2.748	2.218	1.951	2.306

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Obras de Construcción y Consultoría

ING. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
R.O.C. 118124

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : PROYECTO DE TESIS " Control de fisuras con fibras de chillihua (*Festuca dolichophylla*), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas "

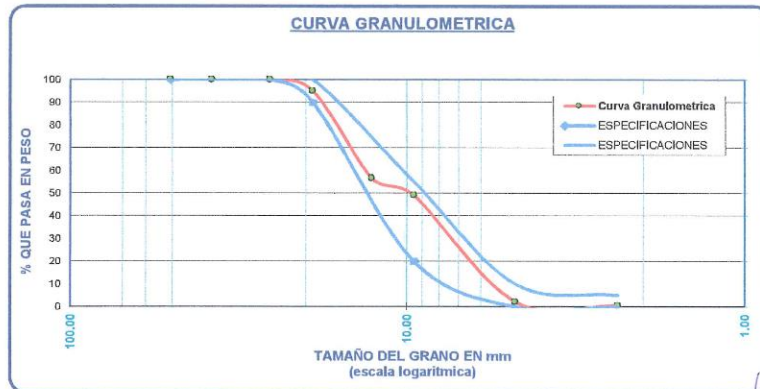
CANTERA : UNOCOLLA **TECN. RESPONS. :** PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : M-01 (HORMIGON) **ING. RESPONS. :** ALFREDO ALARCON A.

SOLICITANTE : BJ YASMANNY YEFFERSSON COASACA HUAYAPA
YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO MIC E 204

TAMICES	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION NTP 499.37	TAMAÑO MAXIMO: 1"
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		TAMAÑO MAXIMO 3/4"
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		NOMINAL: 3/4"
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		P.M 4931.98
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	CARACT. GRANULOMETRICAS:
3/4"	19.050	251.34	5.10	5.10	94.90	90 100	
1/2"	12.700	1890.34	38.33	43.42	56.58		D10= 5.552
3/8"	9.525	1326.30	26.89	70.32	49.00	20 55	D30= 7.589
No4	4.750	1359.00	27.55	97.87	2.13	0 10	D60= 8.297
No8	2.380	80.00	1.62	99.49	0.51	0 5	Cu= 1.494
No10	2.000						Cc= 1.250
No16	1.190						MODULO DE FINEZA : 2.73
No20	0.840						OBSERVACIONES: EL MATERIAL CUMPLE CONS LAS ESPECIFICACIONES
No30	0.590						
No40	0.420						
No50	0.300						
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.074						
BASE	25.00	0.51	100.00	0.00			
TOTAL	4931.98	100.00					



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Construcción y Construcción

ING. ALFREDO ALARCON AHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.T. 91731

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : PROYECTO DE TESIS " Control de fisuras con fibras de chillihua (*Festuca dolichophylla*), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas "

CANTERA : UNOCOLLA **TECN. RESPONS. :** PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : M-01 (HORMIGON) **ING. RESPONS. :** ALFREDO ALARCON A.

SOLICITANTE : BJ YASMANNY YEFFERSSON COASACA HUAYAPA
YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO MTC E 204

TAMICES	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION NTP 404.37	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		P.M 1000.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= 0.109 D30= 0.344 D60= 0.261 Cu= 2.404 Cc= 4.176
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	
No4	4.750	55.34	5.62	5.62	94.38	95 100	
No8	2.380	109.23	11.09	16.71	83.29	80 100	
No10	2.000						
No16	1.190	214.45	21.78	38.50	61.50	50 85	
No20	0.840						MODULO DE FINEZA : 3.43
No30	0.590	200.34	20.35	58.84	41.16	25 60	
No40	0.420	16.00	1.63	60.47	39.53		
No50	0.300	148.20	15.05	75.52	24.48	10 30	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	120.23	12.21	87.73	12.27	2 10	OBSERVACIONES: EL MATERIAL CUMPLE CONS LAS ESPECIFICACIONES
No200	0.074	96.80	9.83	97.56	2.44		
BASE		24.00	2.44	100.00	0.00		
TOTAL		984.59	100.00				



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Cimentación, Construcción y Consultoría

ING. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
RUC: 204011722

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : PROYECTO DE TESIS " Control de fisuras con fibras de chillihua (Festuca dolichophylla), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas "

CANTERA : UNOCOLLA **TECN. RESPON PERSONAL LABORATORIO**

MUESTRA : M-01 (HORMIGON) **ING. RESPON ALFREDO ALARCON A.**

SOLICITANTE : BJ YASMANNY YEFFERSSON COASACA HUAYAPA
YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ

PESO ESPECIFICO UNITARIO

NTP 400.021 , NTP 400.022

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	6398.000	6398.000	6398.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	9719.000	9711.000	9716.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	3321.000	3313.000	3318.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ ,	2079.000	2079.000	2079.000
PESO UNITARIO KG/CM ³ ,	1.597	1.594	1.596
PESO UNITARIO SECO KG/M ³ ,	1595.64		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	6398.000	6398.000	6398.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	9969.000	9951.000	9950.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	3571.000	3553.000	3552.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ ,	2079.000	2079.000	2079.000
PESO UNITARIO KG/CM ³ ,	1.718	1.709	1.709
PESO UNITARIO SECO KG/M ³ ,	1711.72		

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	6398.000	6398.000	6398.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	9590.000	9577.000	9606.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	3192.000	3179.000	3208.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ ,	2079.000	2079.000	2079.000
PESO UNITARIO KG/CM ³ ,	1.535	1.529	1.543
PESO UNITARIO SECO KG/M ³ ,	1535.83		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	6398.000	6398.000	6398.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	10206.000	10211.000	10233.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	3808.000	3813.000	3835.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ ,	2079.000	2079.000	2079.000
PESO UNITARIO KG/CM ³ ,	1.832	1.834	1.845
PESO UNITARIO SECO KG/M ³ ,	1836.78		



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Prevención, Gestión, Consultoría y Construcción
 ING. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 (N.º 62.441.172)

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : PROYECTO DE TESIS " Control de fisuras con fibras de chillihua (Festuca dolichophylla), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas "

CANTERA UNOCOLLA TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA M-01 (HORMIGON) ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

SOLICITANTE BJ YASMANNY YEFFERSSON COASACA HUAYAPA
YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ

DESGASTE DE ABRASION ASTM C131 (Gradación "B")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL	MASA FINAL	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRAMOS)		
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	0.0	.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	0.0	.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	2,496.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	2,508.3	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,004.3	3,458.40	1,545.90	30.89%

OBSERVACIONES:

DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS EG-2013, PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS, EL VALOR DE ABRASION LOS ANGELES NO DEBE SUPERAR EL 40%, POR TANTO CON ESTE RESULTADO SE CUMPLE LOS REQUERIMIENTOS TECNICOS.

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Asesoría y Construcción
INC. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
PUNO - PERU

Anexo D. Evaluación económica del concreto con fibra natural de Chillihua

Presupuesto

Proyecto PROYECTO DE TESIS : CONTROL DE FISURAS CON FIBRAS DE CHILLIHUA (FESTUCA DOLICOPHYLLA) , EN LOSAS DE CONCRETO SIMPLE Y SU INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES MECANICAS

Sub Presupuesto **01 - EVALUACION ECONOMICA DEL CONCRETO**

Cliente BJ YASMANNY YEFFERSSON COASACA HUAYAPA & YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ

Ubicación JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

Costo a :

Mayo - 2018

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01	<u>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</u>						238.52
01.01	CONCRETO SIMPLE FC=175 KG/CM2	M3	1.00	238.52	238.52		
02	<u>CONCRETO SIMPLE DE F'C=175 KG/CM2 CON V =0.5%, FIBRA NATURAL DE 2.5 CM DE LONG.</u>						259.83
02.01	<u>CONCRETO SIMPLE DE F'C=175 KG/CM2 CON CONTROL DE FISURAS</u>					259.83	
02.01.01	CONCRETO SIMPLE FC=175 KG/CM2 CON 0.5% DE	M3	1.00	241.75	241.75		
02.01.02	TRATAMIENTO DE FIBRA NATURAL DE CHILLIHUA	KG	2.42	7.47	18.08		
03	<u>CONCRETO SIMPLE DE F'C=175 KG/CM2 CON ADITIVO PARA EL CONTROL DE FISURAS</u>						321.15
03.01	<u>CONCRETO SIMPLE DE F'C=175 KG/CM2 CON CONTROL DE FISURAS</u>					321.15	
03.01.01	CONCRETO SIMPLE FC=175 KG/CM2 CON ADITIVO	M3	1.00	321.15	321.15		
04	<u>CONCRETO SIMPLE DE F'C=175 KG/CM2 CON 0.5% DE 2.5 CM. DE LONG. DE FIBRA NATURAL CON ADITIVO MICRO SILICE</u>						301.00
04.01	<u>CONCRETO SIMPLE DE F'C=175 KG/CM2 CON 0.5% DE 2.5 CM. DE LONG. DE FIBRA NATURAL CON ADI</u>					301.00	
04.01.01	CONCRETO SIMPLE FC=175 KG/CM2 CON 0.5% DE	M3	1.00	282.92	282.92		
04.01.02	TRATAMIENTO DE FIBRA NATURAL DE CHILLIHUA	KG	2.42	7.47	18.08		
COSTO DIRECTO							1,120.50

Son : CERO CON 00/100 SOLES

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto PROYECTO DE TESIS : CONTROL DE FISURAS CON FIBRAS DE CHILLIHUA (FESTUCA DOLICHOPHYLLA) , EN LOSAS DE CONCRETO SIMPLE Y SU INFLUENCIA EN SUS PROPIEDADES MECANICAS

Sub Presupuesto 01 - EVALUACION ECONOMICA DEL CONCRETO

Cliente BJ Y ASMANNY Y EFFERSSON COASACA HUAYAPA & YA DELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ

Ubicación JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

Costo a : Mayo - 2018

Partida	01.01	CONCRETO SIMPLE FC=175 KG/CM2					Rend:	10.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
Mano de Obra								
47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.8000	19.27	15.42		
47 00009	PEON	HH	2.000	1.6000	14.12	22.59		
							38.01	
Materiales								
01 04534	GASOLINA DE 84 OCTANOS	GLN		0.3700	12.00	4.44		
05 00358	AGREGADO FINO	M3		0.3140	28.50	8.95		
05 00357	AGREGADO GRUESO	M3		0.5050	18.30	9.24		
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		7.6800	21.50	165.12		
39 00040	AGUA	M3		0.0117	2.00	0.02		
							187.77	
Equipo								
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	38.01	1.14		
49 02323	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 11P3, 22HP	HM	0.500	0.4000	15.00	6.00		
49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.000	0.8000	7.00	5.60		
							12.74	
Costo Unitario por M3 :							238.52	

Partida	02.01.01	CONCRETO SIMPLE FC=175 KG/CM2 CON 0.5% DE 2.5 CM LONG. DE FIBRA NATU					Rend:	9.4000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
Mano de Obra								
47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.8511	19.27	16.40		
47 00009	PEON	HH	2.000	1.7021	14.12	24.03		
							40.43	
Materiales								
01 04534	GASOLINA DE 84 OCTANOS	GLN		0.3700	12.00	4.44		
05 00358	AGREGADO FINO	M3		0.3140	28.50	8.95		
05 00357	AGREGADO GRUESO	M3		0.5050	18.30	9.24		
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		7.6800	21.50	165.12		
39 00040	AGUA	M3		0.0117	2.00	0.02		
							187.77	
Equipo								
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	40.43	1.21		
49 02323	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 11P3, 22HP	HM	0.500	0.4255	15.00	6.38		
49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.000	0.8511	7.00	5.96		
							13.55	
Costo Unitario por M3 :							241.75	

Partida	02.01.02	TRATAMIENTO DE FIBRA NATURAL DE CHILLIHUA					Rend:	6.0000 KG/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
Mano de Obra								
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	1.3333	5.57	7.43		
							7.43	
Equipo								
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.5000	7.43	0.04		
							0.04	
Costo Unitario por KG :							7.47	

Partida	03.01.01	CONCRETO SIMPLE FC=175 KG/CM2 CON ADITIVO PARA EL CONTROL DE FISURA	Rend:	9.2000	M3/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.8696	19.27	16.76
47 00009	PEON	HH	2.000	1.7391	14.12	24.56
						41.32
Materiales						
01 04534	GASOLINA DE 84 OCTANOS	GLN		0.3700	12.00	4.44
05 00358	AGREGADO FINO	M3		0.3140	28.50	8.95
05 00357	AGREGADO GRUESO	M3		0.5050	18.30	9.24
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		7.6800	21.50	165.12
30 07064	ADITIVO FIBRAS DE POLIPROPILENO	KG		2.4200	16.30	39.45
30 07066	ADITIVO HUMO DE MICRO SILICE	KG		3.2300	12.00	38.76
39 00040	AGUA	M3		0.0117	2.00	0.02
						265.98
Equipo						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	41.32	1.24
49 02323	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 11P3, 22HP	HM	0.500	0.4348	15.00	6.52
49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.000	0.8696	7.00	6.09
						13.85
Costo Unitario por M3 :						321.15

Partida	04.01.01	CONCRETO SIMPLE FC=175 KG/CM2 CON 0.5% DE 5 CM LONG. DE FIBRA NATUR/	Rend:	9.0000	M3/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.8889	19.27	17.13
47 00009	PEON	HH	2.000	1.7778	14.12	25.10
						42.23
Materiales						
01 04534	GASOLINA DE 84 OCTANOS	GLN		0.3700	12.00	4.44
05 00358	AGREGADO FINO	M3		0.3140	28.50	8.95
05 00357	AGREGADO GRUESO	M3		0.5050	18.30	9.24
21 00003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		7.6800	21.50	165.12
30 07066	ADITIVO HUMO DE MICRO SILICE	KG		3.2300	12.00	38.76
39 00040	AGUA	M3		0.0117	2.00	0.02
						226.53
Equipo						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	42.23	1.27
49 02323	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 11P3, 22HP	HM	0.500	0.4444	15.00	6.67
49 00122	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.000	0.8889	7.00	6.22
						14.16
Costo Unitario por M3 :						282.92

Partida	04.01.02	TRATAMIENTO DE FIBRA NATURAL DE CHILLIHUA	Rend:	6.0000	KG/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	1.3333	5.57	7.43
						7.43
Equipo						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.5000	7.43	0.04
						0.04
Costo Unitario por KG :						7.47

Anexo E. Datos obtenidos del ensayo de resistencia a compresión simple

GEOTECNIA PUNO EIRL			
MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA			
OBRA	:	PROYECTO DE TESIS " Control de fisuras con fibras de chillihua (Festuca dolichophylla), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas "	
CANTERA	:	UNOCOLLA	TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA	:	TESTIGOS DE CONCRETO	ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.
SOLICITANTE	:	BJ YASMANNY YEFFERSSON COASACA HUAYAPA & YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ	

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	CON. PATRON S.F.N.	210	10/05/18	17/05/18	7	179.55	26408.93	147.08	70.04%
2	CON. PATRON S.F.N.	210	10/05/18	17/05/18	7	178.6	26250.45	146.98	69.99%
3	CON. PATRON S.F.N.	210	10/05/18	17/05/18	7	178.37	26197.92	146.87	69.94%
4	CON.EX.-01 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	179.08	25794.50	144.04	68.59%
5	CON.EX.-01 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	179.55	26152.53	145.66	69.36%
6	CON.EX.-01 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	177.9	25691.78	144.42	68.77%
7	CON.EX.-02 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	178.13	25313.52	142.11	67.67%
8	CON.EX.-02 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	177.66	24899.76	140.15	66.74%
9	CON.EX.-02 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	178.13	23611.49	132.55	63.12%
10	CON.EX.-03 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	177.9	24171.27	135.87	64.70%
11	CON.EX.-03 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	180.27	24035.22	133.33	63.49%
12	CON.EX.-03 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	178.37	24126.50	135.26	64.41%
13	CON.EX.-04 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	177.42	25782.72	145.32	69.20%
14	CON.EX.-04 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	177.9	25753.93	144.77	68.94%
15	CON.EX.-04 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	179.79	25525.65	141.97	67.61%
16	CON.EX.-05 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	178.6	24759.60	138.63	66.02%
17	CON.EX.-05 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	177.9	25177.38	141.53	67.39%
18	CON.EX.-05 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	177.42	24528.60	138.25	65.83%
19	CON.EX.-06 C.F.N. "1% - 5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	178.37	24411.54	136.86	65.17%
20	CON.EX.-06 C.F.N. "1% - 5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	180.51	24361.34	134.96	64.27%
21	CON.EX.-06 C.F.N. "1% - 5 cm"	210	10/05/18	17/05/18	7	178.13	25311.07	142.09	67.86%

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Inspección y Construcción

 ING. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 R.O.C. N° 17722

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : PROYECTO DE TESIS " Control de fisuras con fibras de chillihua (*Festuca dolichophylla*), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas "

CANTERA : UNOCOLLA TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

SOLICITANTE : BJ YASMANNY YEFFERSSON COASACA HUAYAPA &
YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
43	CON. PATRON S.F.N.	210	10/05/18	7/06/18	28	179.55	38666.09	215.35	102.55%
44	CON. PATRON S.F.N.	210	10/05/18	7/06/18	28	178.6	37566.72	210.34	100.16%
45	CON. PATRON S.F.N.	210	10/05/18	7/06/18	28	178.37	37086.69	207.92	99.01%
46	CON.EX.-01 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	179.08	36226.09	202.29	96.33%
47	CON.EX.-01 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	179.55	36513.29	203.36	96.84%
48	CON.EX.-01 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	177.9	36119.04	203.03	96.68%
49	CON.EX.-02 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	178.13	34484.19	193.59	92.18%
50	CON.EX.-02 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	177.66	34757.40	195.64	93.16%
51	CON.EX.-02 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	178.13	33805.51	189.78	90.37%
52	CON.EX.-03 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	177.9	34585.54	194.41	92.58%
53	CON.EX.-03 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	180.27	34622.66	192.06	91.46%
54	CON.EX.-03 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	178.37	33428.54	187.40	89.24%
55	CON.EX.-04 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	177.42	36442.07	205.40	97.81%
56	CON.EX.-04 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	177.9	37271.83	209.51	99.77%
57	CON.EX.-04 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	179.79	36634.01	203.76	97.03%
58	CON.EX.-05 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	178.6	35605.70	199.36	94.93%
59	CON.EX.-05 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	177.9	34742.09	195.29	93.00%
60	CON.EX.-05 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	177.42	34848.84	196.42	93.53%
61	CON.EX.-06 C.F.N. "1% - 5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	178.37	33685.17	188.85	89.93%
62	CON.EX.-06 C.F.N. "1% - 5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	180.51	34314.95	190.10	90.52%
63	CON.EX.-06 C.F.N. "1% - 5 cm"	210	10/05/18	7/06/18	28	178.13	34623.13	194.37	92.56%

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ING. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.R. N° 21732

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

OBRA : PROYECTO DE TESIS " Control de fisuras con fibras de chillihua (*Festuca dolichophylla*), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas "

CANTERA : UNOCOLLA TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

SOLICITANTE : BJ YASMANN YEFFERSSON COASACA HUAYAPA &
YADELYTS GRECIA CHAVEZ CRUZ

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
22	CON. PATRON EXP.-07 S.F.N.	175	11/05/18	25/05/18	14	179.55	26777.19	149.14	85.22%
23	CON. PATRON EXP.-07 S.F.N.	175	11/05/18	25/05/18	14	178.8	26369.84	147.65	84.37%
24	CON. PATRON EXP.-07 S.F.N.	175	11/05/18	25/05/18	14	178.37	25617.95	143.62	82.07%
25	CON.EX.-08 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	179.08	25770.06	143.90	82.23%
26	CON.EX.-08 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	179.55	25661.73	142.92	81.67%
27	CON.EX.-08 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	177.9	24604.01	138.30	79.03%
28	CON.EX.-09 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	178.13	24923.80	139.92	79.95%
29	CON.EX.-09 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	177.66	24823.07	139.72	79.84%
30	CON.EX.-09 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	178.13	24570.71	137.94	78.82%
31	CON.EX.-10 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	177.9	24956.41	140.28	80.16%
32	CON.EX.-10 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	180.27	23584.58	130.83	74.76%
33	CON.EX.-10 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	178.37	23258.37	130.39	74.51%
34	CON.EX.-11 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	177.42	26030.82	146.72	83.84%
35	CON.EX.-11 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	177.9	25313.19	142.29	81.31%
36	CON.EX.-11 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	179.79	24765.26	137.75	78.71%
37	CON.EX.-12 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	178.5	25047.76	140.25	80.14%
38	CON.EX.-12 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	177.9	24737.24	139.05	79.46%
39	CON.EX.-12 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	177.42	24198.96	136.39	77.94%
40	CON.EX.-13 C.F.N. "1% - 5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	178.37	24044.72	134.80	77.03%
41	CON.EX.-13 C.F.N. "1% - 5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	180.51	24219.48	134.17	76.67%
42	CON.EX.-13 C.F.N. "1% - 5 cm"	175	11/05/18	25/05/18	14	178.13	23741.17	133.28	76.16%

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Soluciones, Consultoría y Construcción

ING. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 61732

Anexo F. Datos obtenidos del ensayo tracción por flexión por medio de módulo de rotura

GEOTECNIA PUNO EIRL	
MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA	
OBRA :	PROYECTO DE TESIS " Control de fisuras con fibras de chillihua (<i>Festuca dolichophylla</i>), en losas de concreto simple y su influencia en sus propiedades mecánicas "
CANTERA :	UNOCOLLA TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO
MUESTRA :	TESTIGOS DE CONCRETO ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.
SOLICITANTE :	BJ YASMANN YEFFERSSON COASACA HUAYAPA & YADELITS GRECIA CHAVEZ CRUZ

ENSAYO TRACCION POR FLEXION POR MEDIO DE MODULO DE ROTURA (ASTM C78 - NTP 339.078)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	BASE PROMEDIO (CM) b	ALTURA PROMEDIO (CM) h	ANCHO (CM) l	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA							
1	CON.PATRON S.F.N.	210	12/05/18	19/05/18	7	15.2	15.3	60	1932.18	32.58	15.61%
2	CON.PATRON S.F.N.	210	12/05/18	19/05/18	7	15.1	15.1	60.4	1766.48	30.99	14.76%
3	CON.PATRON S.F.N.	210	12/05/18	19/05/18	7	14.9	14.9	60.3	1897.40	34.59	16.47%
4	CON.EX-01 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.0	15.2	60.1	1908.44	33.10	15.76%
5	CON.EX-01 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.1	15.2	60.3	2247.70	38.85	18.50%
6	CON.EX-01 C.F.N. "0.1% - 2.5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.0	15	60.1	2040.16	36.33	17.30%
7	CON.EX-02 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.1	15	59.7	1975.50	34.71	16.53%
8	CON.EX-02 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.0	14.9	60.3	2180.34	39.48	18.80%
9	CON.EX-02 C.F.N. "0.5% - 2.5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	14.9	15.2	60.2	2275.65	39.80	18.95%
10	CON.EX-03 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	14.9	15	59.8	1954.32	34.86	16.60%
11	CON.EX-03 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.1	15.2	60.9	2117.28	36.96	17.60%
12	CON.EX-03 C.F.N. "1% - 2.5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.1	15.2	60	2222.30	38.22	18.20%
13	CON.EX-04 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.0	15	60.2	1863.58	33.24	15.83%
14	CON.EX-04 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.1	15.1	60.3	1799.90	31.52	15.01%
15	CON.EX-04 C.F.N. "0.1% - 5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.0	14.9	60.4	1879.70	34.09	16.23%
16	CON.EX-05 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.1	14.9	60	1900.78	34.02	16.20%
17	CON.EX-05 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.2	15.1	61.1	2141.73	37.76	17.98%
18	CON.EX-05 C.F.N. "0.5% - 5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	14.9	15.2	60.4	2147.23	37.67	17.94%
19	CON.EX-06 C.F.N. "1% - 5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.0	15.2	60.6	2108.87	36.88	17.66%
20	CON.EX-06 C.F.N. "1% - 5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.1	15.1	60.4	1951.20	34.23	16.30%
21	CON.EX-06 C.F.N. "1% - 5 cm"	210	12/05/18	19/05/18	7	15.1	15	60.2	2186.65	38.75	18.45%


GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniero de Pavimentos, Geotecnia Consultoria y Construcción
ING. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 81752

Anexo G. Panel Fotográfico



