

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES
FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIAS
F´C= 210, 280, 350 KG/CM² SUSTITUYENDO MATERIAL
CEMENTICIO POR CÁSCARA DE HUEVO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

LINEA DE INVESTIGACIÓN : CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES

AUTORES : David Daniel Castro Gallardo
Jhon Jhames Alfaro Pérez

ASESOR : Dra. Rocío del Pilar Durand Orellana

TRUJILLO – PERÚ

2019

Nº de Resolución: 0785-2018-FI-UPAO

**Tesis: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES
FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIAS F´C=
210, 280, 350 KG/CM² SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO
POR CÁSCARA DE HUEVO”**

Jurado evaluador

Presidente:

Ing. Alanoca Quenta Ángel Fredy
CIP: 39009

Secretario:

Ing. Paredes Estacio Jorge Luis
CIP: 90402

Vocal:

Ing. Burgos Sarmiento Tito Alfredo
CIP: 82596

Asesor:

Ing. Durand Orellana Rocío del Pilar
CIP: 60518

DEDICATORIA 1

Mi eterno agradecimiento a:

Dios, por ser la luz de mi vida,
por hacer de mí una persona de bien y por
darme fuerzas para salir adelante en lo
momentos más difíciles de mi vida.

A mi madre **Esther** por haberme
brindado su apoyo cuando más lo necesitaba,
y haberme aconsejado en los momentos
duros de mi vida.

A mi padre **David**, por el apoyo y
consejos permanentes durante toda
mi vida y formación profesional,
MIL GRACIAS.

A mis hermanos **Hanns y Estrella**,
por ser el motivo y la fuerza del
desarrollo de la presente tesis.

A mis familiares, amigos y a mis
compañeros de estudios de la **U.P.A.O.**, y a
los que creyeron en mí y a los que no también,
GRACIAS POR TODO.

David D. Castro Gallardo.

DEDICATORIA 2

Mi eterno agradecimiento a:

DIOS, gracias a ti, por el apoyo, por levantarme en los momentos más críticos; por enseñarme a creer en mí mismo. A ti sea mi infinito agradecimiento hoy y siempre.

A mis padres **Regina y José** por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida; por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi hermano **Miguel**, por que siempre he contado con el para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad ¡Gracias!

Jhon J. Alfaro Pérez

AGRADECIMIENTO

Nuestro especial agradecimiento a la Universidad de Privada Antenor Orrego y a los profesores de la carrera profesional de Ingeniería civil quienes con su apoyo permanente Científico y Tecnológico ha hecho posible la culminación de nuestra carrera profesional.

Nuestro Agradecimiento muy sinceros a la Ing. Rocío del Pilar Durand Orellana, asesor de la presente tesis; quien con su apoyo permanente y estímulo constante en la búsqueda del conocimiento y la información relevante ha hecho posible la culminación de la presente tesis en la que volcamos nuestras inquietudes y experiencias.

Los Tesistas

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo analizar y comparar la variación de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto patrón con respecto a un concreto experimental, sustituyendo material cementicio por fibra de cascara de huevo, con resistencias $f'c$ 210, 280, 350 kg/cm²; el cual determinara si se produce un incremento en la resistencia a la compresión y tracción.

La investigación se basó en especímenes de concreto, las cuales fueron elaboradas con Cemento Portland Tipo I de la marca Pacasmayo, los agregados fueron extraídos de la cantera El León Dormido, la cascara de huevo fue recolectada de granjas de gallinas y de negocios alimentarios, de la Ciudad de Trujillo – Región La Libertad. El diseño de mezclas para el concreto patrón y el concreto experimental sustituyendo y adicionando cascara de huevo, se realizó según el método de la norma ACI 211.

Las muestras estuvieron conformadas por especímenes circulares de 15x30 cm. Las cuales fueron ensayados en proporciones de sustitución de 15% y 20% y adición de 2% respecto al peso del cemento. A edades de 7, 14 y 28 días para ensayos de resistencia a la compresión, y edad de 28 días para resistencia a la tracción. Así mismo se ensayaron las propiedades físicas de las muestras como el Tiempo de Fraguado, Slump, Temperatura, Peso Unitario y Rendimiento. Luego fueron comparadas dichos concretos experimentales con un concreto patrón de diferentes resistencias $f'c$ 210, 280, 350 kg/cm².

Partiendo de los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones generales: El concreto experimental sustituyendo material cementicio por cascara de huevo, alcanza su resistencia de diseño a la edad de 7 días, lo cual indica que la sustitución actúa como un acelerador de resistencia a edades tempranas. El porcentaje de sustitución que obtuvo mejor resultado es de 15% y 2% de adición. De lo cual concluimos que la cascara de huevo es un remplazante efectivo del cemento.

ABSTRACT

The objective of this research project was to analyze and compare the variation of the physical and mechanical properties of a specific concrete with respect to an experimental concrete, replacing cementitious material with egg shell fiber, with $f'c$ resistance of 210, 280, 350 kg / cm²; which will determine if there is an increase in the resistance to compression and traction.

The investigation was based on concrete specimens, which were elaborated with Type I Cement of Pacasmayo brand, the aggregates were extracted from El León Dormido quarry, the egg shell was collected from chicken farms and food businesses, from the City of Trujillo - La Libertad Region. The design of mixtures for the concrete standard and the experimental concrete substituting and adding egg shell, was carried out according to the method of the ACI 211 standard.

The samples consisted of circular specimens of 15x30 cm. Which were tested in substitution proportions of 15% and 20% and addition of 2% with respect to the weight of the cement. At ages of 7, 14 and 28 days for tests of compressive strength, and age of 28 days for tensile strength. Likewise, the physical properties of the samples were tested, such as the Setting Time, Slump, Temperature, Unit Weight and Performance. Then, these experimental concretes were compared with a concrete pattern of different resistances $f'c$ 210, 280, 350 kg / cm².

Based on the results obtained, the following general conclusions were reached: The experimental concrete replacing cementitious material with egg shell, reached its design resistance at the age of 7 days, which indicates that the substitution acts as an accelerator of resistance to early ages. The substitution percentage that obtained the best result is 15% and 2% of addition. From which we conclude that the egg shell is an effective replacement for cement.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada “Antenor Orrego”, para el título Profesional de Ingeniero Civil, es grato poner a vuestra consideración, la presente tesis titulada:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIAS F´C= 210, 280, 350 KG/CM² SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO POR CÁSCARA DE HUEVO”, basado en el conocimiento de la realidad, es de vital importancia porque sirve de base para la planificación y toma de decisiones, que con visión de modernidad genera el desarrollo económico y social, la seguridad y el bienestar del sector construcción en armonía con el medio ambiente.

La seguridad y protección es responsabilidad de todos y por consiguiente la solución a su problemática, pasa por contar con un nuevo enfoque que incluya: un diagnóstico que identifique los procesos de deterioro, y señale las potencialidades que permitan solucionar problemas que asegure la satisfacción de las necesidades presentes y futuras, sobre la base de una responsabilidad compartida.

A la vez deseamos que sirva de aporte para quienes desean continuar con un estudio de esta magnitud.

Atentamente,

Trujillo, mayo del 2019

Castro Gallardo David D.

Alfaro Pérez Jhon J.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	2
1.1. Problema de investigación	3
1.2. Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivo específico	3
1.3. Justificación	3
1.4. Viabilidad de la Investigación	4
MARCO DE REFERENCIA	6
2.1. Antecedentes del estudio.....	6
2.2. Marco teórico	7
2.3. Marco conceptual.....	29
2.4. Sistema de hipótesis	30
2.4.1. Variables	30
2.4.2. Indicadores.....	30
METODOLOGIA EMPLEADA	33
3.1. Tipo y nivel de investigación	33
3.2. Población y muestra del diseño	33
3.3. Diseño de investigación	33
3.4. Procesamiento y análisis de datos.....	33
3.4.1. Cáscara de huevo	33
3.4.2. Agregado fino y grueso.....	40
3.4.3. Cemento.....	41
3.4.4. Ensayo de laboratorio de los agregados.....	41
3.4.4.1. Análisis granulométrico	41
3.4.4.2. Peso específico y absorción	45
3.4.4.3. Peso unitario del agregado	47
3.4.5. Desgaste de los agregados por la máquina de los ángeles	50
3.4.6. Ensayo de tiempo de fraguado	56
3.4.7. Determinación del asentamiento del concreto fresco (slump)	58
3.4.8. Temperatura.....	62
3.4.9. Densidad y rendimiento	63
3.4.10. Elaboración de cilindros de concreto	68
3.4.11. Ensayo de la resistencia a la compresión y resistencia a la tracción por compresión diametral	71
PRESENTACION DE RESULTADOS	79
4.1. Análisis e interpretación de los resultados	79
4.1.1. Ensayo de los agregados	79
4.1.2. Diseño de mezclas	85
4.1.3. Tiempos de fraguado.....	101

4.1.4. Abrasión de los agregados	103
4.1.5. Ensayos en estado fresco.....	104
4.1.6. Ensayos en estado endurecido.....	128
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	156
5.1. De los agregados.....	156
5.1.1. Piedra zarandeada	156
5.1.2. Arena.....	157
5.1.3. Agua.....	157
5.1.4. Cemento y cáscara de huevo	157
5.2. De los ensayos realizados	159
5.2.1. Ensayos de slump	159
5.2.2. Ensayos de temperatura.....	160
5.2.3. Ensayos de peso unitario y rendimiento	161
5.2.4. Ensayo de resistencia a la compresión.....	162
5.2.5. Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral.....	170
CONCLUSIONES.....	173
RECOMENDACIONES.....	176
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	178
ANEXOS	180

CUADRO DE TABLAS

TABLA N° 1: Factor de corrección	24
TABLA N° 2: Resistencia a la compresión promedio requerida(kg/cm ²).....	25
TABLA N° 3: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.....	26
TABLA N° 4: Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.....	27
TABLA N° 5: Volúmen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto	28
TABLA N° 6: Capacidad del recipiente	49
TABLA N° 7: Consistencia y asentamiento (Slump).....	59
TABLA N° 8: Consistencia y asentamientos (Tracción y Compresión).....	72
TABLA N° 9: Granulometría de arena gruesa	79
TABLA N° 10: Granulometría de piedra	80
TABLA N° 11: Arena (Contenido de Humedad)	81
TABLA N° 12: Piedra Zarandeada TMN 1"(Contenido de Humedad).....	81
TABLA N° 13: Arena (Material Pasante)	82
TABLA N° 14: Piedra Zarandeada TMN 1"(Material Pasante)	82
TABLA N° 15: Arena (Peso específico y Absorción).....	83
TABLA N° 16: Piedra Zarandeada TMN 1"(Peso específico y Absorción)	83
TABLA N° 17: Arena (Peso unitario del agregado).....	84
TABLA N° 18: Piedra Zarandeada TMN 1"(Peso unitario del agregado).....	84
TABLA N° 19: Relación agua/cemento tabla 9.3.....	85
TABLA N° 20: Volumen de agregado grueso tabla 9.4	85
TABLA N° 21: Requisitos de agua según el tamaño máximo del agregado tabla 9.5..	86
TABLA N° 22: Resistencia F _c r tabla 9.11	86
TABLA N° 23: Resumen de datos ensayos de los materiales	87
TABLA N° 24: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm ²	87
TABLA N° 25: Corrección por humedad mezcla patrón 210 kg/cm ²	88
TABLA N° 26: Diseño de mezcla patrón 280 kg/cm ²	88
TABLA N° 27: Corrección por humedad mezcla patrón 280 kg/cm ²	88
TABLA N° 28: Diseño de mezcla patrón 350 kg/cm ²	89
TABLA N° 29: Corrección por humedad mezcla patrón 350 kg/cm ²	89
TABLA N° 30: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	90
TABLA N° 31: Corrección por humedad mezcla patrón 210 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	90
TABLA N° 32: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	91
TABLA N° 33: Corrección por humedad mezcla patrón 210 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	91

TABLA N° 34: Diseño de mezcla 280 kg/cm ² sustituyendo 15% CH.....	91
TABLA N° 35: Corrección por humedad mezcla patrón 280 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	92
TABLA N° 36: Diseño de mezcla 280 kg/cm ² sustituyendo 20% CH.....	92
TABLA N° 37: Corrección por humedad mezcla patrón 280 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	92
TABLA N° 38: Diseño de mezcla 350 kg/cm ² sustituyendo 15% CH.....	93
TABLA N° 39: Corrección por humedad mezcla patrón 350 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	93
TABLA N° 40: Diseño de mezcla 350 kg/cm ² sustituyendo 20% CH.....	94
TABLA N° 41: Corrección por humedad mezcla patrón 350 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	94
TABLA N° 42: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm ² para ensayos.....	95
TABLA N° 43: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm ² sustituyendo 15% CH para ensayos	95
TABLA N° 44: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm ² sustituyendo 20% CH para ensayos	96
TABLA N° 45: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm ² adicionando 2% CH para ensayos.....	96
TABLA N° 46: Diseño de mezcla patrón 280 kg/cm ² para ensayos.....	97
TABLA N° 47: Diseño de mezcla patrón 280 kg/cm ² sustituyendo 15% CH para ensayos	97
TABLA N° 48: Diseño de mezcla patrón 280 kg/cm ² sustituyendo 20% CH para ensayos	98
TABLA N° 49: Diseño de mezcla patrón 280 kg/cm ² adicionando 2% CH para ensayos.....	98
TABLA N° 50: Diseño de mezcla patrón 350 kg/cm ² para ensayos.....	99
TABLA N° 51: Diseño de mezcla patrón 350 kg/cm ² sustituyendo 15% CH para ensayos	99
TABLA N° 52: Diseño de mezcla patrón 350 kg/cm ² sustituyendo 20% CH para ensayos	100
TABLA N° 53: Diseño de mezcla patrón 350 kg/cm ² adicionando 2% CH para ensayos	100
TABLA N° 54: Tiempo de fraguado para mezclas patrón.....	101
TABLA N° 55: Tiempo de fraguado para mezclas sustituyendo 15% CH.....	102
TABLA N° 56: Tiempo de fraguado para mezclas sustituyendo 20% CH.....	102
TABLA N° 57: Tiempo de fraguado para mezclas adicionando 2% CH.....	103
TABLA N° 58: Slump de concreto patrón 210 kg/cm ²	104
TABLA N° 59: Slump de concreto patrón 280 kg/cm ²	104
TABLA N° 60: Slump de concreto patrón 350 kg/cm ²	105
TABLA N° 61: Slump de concreto 210 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	105
TABLA N° 62: Slump de concreto 210 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	106
TABLA N° 63: Slump de concreto 210 kg/cm ² adicionando 2% CH	106
TABLA N° 64: Slump de concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	107

TABLA N° 65: Slump de concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	107
TABLA N° 66: Slump de concreto 280 kg/cm ² adicionando 2% CH	108
TABLA N° 67: Slump de concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	108
TABLA N° 68: Slump de concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	109
TABLA N° 69: Slump de concreto 350 kg/cm ² adicionando 2% CH	109
TABLA N° 70: Temperatura de concreto patrón 210 kg/cm ²	110
TABLA N° 71: Temperatura de concreto patrón 280 kg/cm ²	110
TABLA N° 72: Temperatura de concreto patrón 350 kg/cm ²	111
TABLA N° 73: Temperatura de concreto 210 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	111
TABLA N° 74: Temperatura de concreto 210 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	112
TABLA N° 75: Temperatura de concreto 210 kg/cm ² adicionando 2% CH	112
TABLA N° 76: Temperatura de concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	113
TABLA N° 77: Temperatura de concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	113
TABLA N° 78: Temperatura de concreto 280 kg/cm ² adicionando 2% CH	114
TABLA N° 79: Temperatura de concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	114
TABLA N° 80: Temperatura de concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	115
TABLA N° 81: Temperatura de concreto 350 kg/cm ² adicionando 2% CH	115
TABLA N° 82: Peso unitario en muestra de concreto patrón 210 kg/cm ²	116
TABLA N° 83: Peso unitario en muestra de concreto patrón 280 kg/cm ²	116
TABLA N° 84: Peso unitario en muestra de concreto patrón 350 kg/cm ²	117
TABLA N° 85: Peso unitario en muestra de concreto 210 kg/cm ² sustituyendo 15%CH .	117
.....	117
TABLA N° 86: Peso unitario en muestra de concreto 210 kg/cm ² sustituyendo 20%CH .	118
.....	118
TABLA N° 87: Peso unitario en muestra de concreto 210 kg/cm ² adicionando 2%CH	118
.....	118
TABLA N° 88: Peso unitario en muestra de concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 15%CH .	119
.....	119
TABLA N° 89: Peso unitario en muestra de concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 20%CH .	119
.....	119
TABLA N° 90: Peso unitario en muestra de concreto 280 kg/cm ² adicionando 2%CH	120
.....	120
TABLA N° 91: Peso unitario en muestra de concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 15%CH .	120
.....	120
TABLA N° 92: Peso unitario en muestra de concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 20%CH .	121
.....	121
TABLA N° 93: Peso unitario en muestra de concreto 350 kg/cm ² adicionando 2%CH	121
.....	121
TABLA N° 94: Rendimiento en muestra de concreto patrón 210 kg/cm ²	122
TABLA N° 95: Rendimiento en muestra de concreto patrón 280 kg/cm ²	122
TABLA N° 96: Rendimiento en muestra de concreto patrón 350 kg/cm ²	123

TABLA N° 97: Rendimiento en muestra de concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 15%CH ..	123
TABLA N° 98: Rendimiento en muestra de concreto 210 kg/cm ² sustituyendo 20%CH ..	124
TABLA N° 99: Rendimiento en muestra de concreto 210 kg/cm ² adicionando 2%CH.....	124
TABLA N° 100: Rendimiento en muestra de concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 15%CH	125
TABLA N° 101: Rendimiento en muestra de concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 20%CH	125
TABLA N° 102: Rendimiento en muestra de concreto 280 kg/cm ² adicionando 2%CH...	126
TABLA N° 103: Rendimiento en muestra de concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 15%CH	126
TABLA N° 104: Rendimiento en muestra de concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 20%CH	127
TABLA N° 105: Rendimiento en muestra de concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 2%CH ..	127
TABLA N° 106: Resistencia a la compresión a 7 días concreto patrón 210kg/cm ²	129
TABLA N° 107: Resistencia a la compresión a 14 días concreto patrón 210kg/cm ²	129
TABLA N° 108: Resistencia a la compresión a 28 días concreto patrón 210kg/cm ²	130
TABLA N° 109: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 210kg/cm ² sustituyendo 15%CH	130
TABLA N° 110: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 210kg/cm ² sustituyendo 15%CH	131
TABLA N° 111: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 210kg/cm ² sustituyendo 15%CH	131
TABLA N°112: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 210kg/cm ² sustituyendo 20%CH.....	132
TABLA N°113: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 210kg/cm ² sustituyendo 20%CH	132
TABLA N°114: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 210kg/cm ² sustituyendo 20%CH	133
TABLA N°115: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 210kg/cm ² adicionando 2%CH	133
TABLA N°116: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 210kg/cm ² adicionando 2%CH	134
TABLA N°117: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 210kg/cm ² adicionando 2%CH	134
TABLA N°118: Resistencia a la compresión a 7 días concreto patrón 280 kg/cm ²	135

TABLA N°119: Resistencia a la compresión a 14 días concreto patrón 280 kg/cm ²	135
TABLA N°120: Resistencia a la compresión a 28 días concreto patrón 280 kg/cm ²	136
TABLA N°121: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	136
TABLA N°122: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	137
TABLA N°123: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	137
TABLA N°124: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	138
TABLA N°125: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	138
TABLA N°126: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	139
TABLA N°127: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 280 kg/cm ² adicionando 2% CH	139
TABLA N°128: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 280 kg/cm ² adicionando 2% CH	140
TABLA N°129: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 280 kg/cm ² adicionando 2% CH	140
TABLA N°130: Resistencia a la compresión a 7 días concreto patrón 350 kg/cm ²	141
TABLA N°131: Resistencia a la compresión a 14 días concreto patrón 350 kg/cm ²	141
TABLA N°132: Resistencia a la compresión a 28 días concreto patrón 350 kg/cm ²	142
TABLA N° 133: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 15%CH	142
TABLA N° 134: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 15%CH	143
TABLA N° 135: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 15%CH	143
TABLA N° 136: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 20%CH	144
TABLA N° 137: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 20%CH	144
TABLA N° 138: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 20%CH	145
TABLA N° 139: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 350 kg/cm ² adicionando 2%CH	145
TABLA N° 140: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 350 kg/cm ² adicionando 2%CH	146

TABLA N° 141: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 350 kg/cm ² adicionando 2%CH	146
TABLA N° 142: Resumen de resistencia a la compresión patrón versus experimentales a sus diferentes edades.....	147
TABLA N° 143: Resistencia a la tracción a 28 días concreto patrón 210 kg/cm ²	148
TABLA N° 144: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 210 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	148
TABLA N° 145: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 210 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	149
TABLA N° 146: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 210 kg/cm ² adicionando 2% CH	149
TABLA N° 147: Resistencia a la tracción a 28 días concreto patrón 280 kg/cm ²	150
TABLA N° 148: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	150
TABLA N° 149: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 280 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	151
TABLA N° 150: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 280 kg/cm ² adicionando 2% CH	151
TABLA N° 151: Resistencia a la tracción a 28 días concreto patrón 350 kg/cm ²	152
TABLA N° 152: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 15% CH	152
TABLA N° 153: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 350 kg/cm ² sustituyendo 20% CH	153
TABLA N° 154: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 350 kg/cm ² adicionando 2% CH	153
TABLA N° 155: Resumen de resistencia a la tracción patrón versus experimentales a la edad de 28 días	154
TABLA N° 156: Cuadro de porcentajes de componentes químicos del cemento Pacasmayo tipo I	158
TABLA N° 157: Cuadro de porcentajes de componentes químicos de la cáscara de huevo calcinada.....	158
TABLA N° 158: Componentes básicos de la muestra cáscara de huevo ensayo de rayos X. Upao.....	185

CUADRO DE GRÁFICAS

GRÁFICA N° 1: Curva Granulometrica Arena Gruesa	79
GRÁFICA N° 2: Curva Granulometrica Piedra Zarandeada	80
GRÁFICA N° 3: Comparativo de slump en mezclas de concreto patrón vs experimentales	159
GRÁFICA N° 4: Comparativo de temperatua en mezclas de concreto patrón vs experimentales	160
GRÁFICA N° 5: Comparativo de peso unitario en mezclas de concreto patrón vs experimentales	161
GRÁFICA N° 6: Comparativo de rendimiento en mezclas de concreto patrón vs experimentales	161
GRÁFICA N° 7: Comparativo de resistencia a la compresión 210 kg/cm ² a los 7 días patrón vs experimental.....	162
GRÁFICA N° 8: Comparativo de resistencia a la compresión 280 kg/cm ² a los 7 días patrón vs experimental.....	163
GRÁFICA N° 9: Comparativo de resistencia a la compresión 350 kg/cm ² a los 7 días patrón vs experimental.....	163
GRÁFICA N° 10: Comparativo de resistencia a la compresión 210 kg/cm ² a los 14 días patrón vs experimental.....	164
GRÁFICA N° 11: Comparativo de resistencia a la compresión 280 kg/cm ² a los 14 días patrón vs experimental.....	165
GRÁFICA N° 12: Comparativo de resistencia a la compresión 350 kg/cm ² a los 14 días patrón vs experimental.....	165
GRÁFICA N° 13: Comparativo de resistencia a la compresión 210 kg/cm ² a los 28 días patrón vs experimental.....	166
GRÁFICA N° 14: Comparativo de resistencia a la compresión 280 kg/cm ² a los 28 días patrón vs experimental.....	167
GRÁFICA N° 15: Comparativo de resistencia a la compresión 350 kg/cm ² a los 28 días patrón vs experimental.....	167
GRÁFICA N° 16: Grafica general comparativo de resistencia a la compresión 210 kg/cm ² a los 7, 14 y 28 días patron vs experimental.....	168
GRÁFICA N° 17: Grafica general comparativo de resistencia a la compresión 280 kg/cm ² a los 7, 14 y 28 días patron vs experimental.....	169
GRÁFICA N° 18: Grafica general comparativo de resistencia a la compresión 350 kg/cm ² a los 7, 14 y 28 días patron vs experimental.....	169
GRÁFICA N° 19: Comparativo general de resistencia a la traccion por compresion diametral del concreto 210 kg/cm ² a los 28 días patron vs experimental.....	170
GRÁFICA N° 20: Comparativo general de resistencia a la traccion por compresion diametral del concreto 280 kg/cm ² a los 28 días patron vs experimental.....	170
GRÁFICA N° 21: Comparativo general de resistencia a la traccion por compresion diametral del concreto 350 kg/cm ² a los 28 días patron vs experimental.....	171

GRÁFICA N° 22: Grafica de componentes basicos de la muestra cáscara de huevo
ensayo de rayos X. Upao..... 184

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

a. Descripción de la realidad problemática

En los últimos 30 años se viene incrementando el crecimiento de la industria de la construcción, llevado de la mano con el estudio y análisis de aditivos o agregados que mejoren las características de un concreto. En el mercado peruano se puede encontrar un sin fin de aditivos (plastificantes, acelerantes, retardantes, incorporadores de aire, microfibras, macrofibras, etc.) Y además otros aditivos y/o materiales orgánicos naturales entre ellos (caucho, huano, cáscara de huevos, etc.) Sin embargo, se sabe poco de la incidencia en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cuando se usa un aditivo o material sustituyente sobre el concreto; siendo esto un factor muy importante en construcciones donde se requiera mejorar la calidad del concreto y a su vez tener una reducción económica.

Las actividades agroindustriales generan una gran cantidad de residuos, los cuales, aun no son explotados en forma racional. Generalmente son desechados en la naturaleza sin control o simplemente son quemados al aire libre, contribuyendo a la degradación ambiental. El resultante del procesamiento del huevo, la cáscara, es un tipo de residuo que presenta un gran potencial para la aplicación en la construcción, básicamente por constituirse de CARBONATO DE CALCIO.

Actualmente el uso de diferentes tecnologías del concreto en cuanto a producción, se encuentra las adiciones de escorias, cenizas, humos de sílice, y distintos tipos y tecnologías de aditivos que se suma a la variabilidad determinada respecto al agregado cementicio. Esto quiere decir que, con una mayor calidad del matriz cementante usada en la mezcla, por el uso de la baja relación agua/cemento, se genera una pasta con menor porosidad, menor permeabilidad, dependiendo del tipo de cemento y resistencia a obtener. Los concretos de hoy requieren en su composición la incorporación de aditivos y adiciones con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas y de durabilidad.

b. Formulación del problema

¿Cuál será la variación de las propiedades físicas-mecánicas del concreto con resistencias $f'c= 210, 280, 350 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo material cementicio por cáscara de huevo, en comparación con una mezcla patrón?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general:

Analizar y comparar la variación de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto con resistencias $f'c= 210, 280, 350 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo material cementicio por cáscara de huevo con respecto al concreto patrón.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Determinar las características de los agregados (Agregado grueso y Agregado Fino) para el diseño de mezcla.
- Obtener mediante un ensayo químico las propiedades de la cáscara de huevo.
- Elaborar el diseño de mezcla del concreto patrón con diferentes resistencias 210, 280, 350 kg/cm^2 con/sin sustitución de la cáscara de huevo.
- Determinar las propiedades físicas del concreto experimental como el asentamiento (slump), temperatura, peso unitario y tiempos de fraguado de la mezcla patrón con/sin sustitución, de acuerdo a las normas ASTM, ACI y NTP.
- Realizar los ensayos de resistencia a la compresión y tracción por compresión diametral a sus diferentes edades 7, 14 y 28 días, mediante los métodos establecidos en las normas ASTM, ACI y NTP.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El manejo y uso de aditivos sustituyentes se ha convertido en un punto muy importante en la elaboración del concreto en la región y el país. Así mismo esta investigación es importante debido a que presenta un análisis completo de la influencia de sustituir el material cementicio por un material orgánico como la cáscara de huevo en concretos de resistencia $f'c= 210, 280, 350 \text{ kg/cm}^2$, en la cual también se encontrara la dosis ideal

para estos tipos de concreto con el material y las condiciones climáticas de la ciudad de Trujillo, basándonos en los parámetros establecidos en las normas RNE, NTP, ASTM y ACI. Esta información que se pretende recopilar información promueve nuevas técnicas, uso adecuado en un concreto de resistencias promedios en la industria de la construcción de nuestra región y país.

1.4. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- La presente investigación se limita, alcanza y/o comprende, el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencias $f'c = 210, 280, 350$ kg/cm².
- Se limita a desarrollar el estudio con el uso de material orgánico cáscara de huevo como sustituyente del material cementicio de la mezcla.
- La presente investigación usara el cemento Pacasmayo “Tipo I” para desarrollar la mezcla de concreto, para diseños de mezcla.
- Se considera el uso de los agregados de la cantera “La Quebrada del León”, ubicada en la quebrada del mismo nombre, El Milagro-Huanchaco-Trujillo.
- La presente tesis se limita a tomar las condiciones climáticas y de temperatura de la ciudad de Trujillo.

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Galicia, M. & Velázquez, M. (2016), en su investigación *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionando con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$* , de la Universidad Andina del Cusco, tuvo como objetivo analizar la adición de ceniza de rastrojo de maíz al concreto (Material orgánico), el cual determino si este produce un incremento en la resistencia a la compresión y flexión. Se realizaron especímenes de concreto de la resistencia 210 kg/cm² a las edades de 7, 14 y 28 días las cuales fueron evaluados tanto a compresión como a flexión, adicionando 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de rastrojo de maíz respecto al peso del cemento. De la cual se llegaron a las conclusiones de que se aumentó 10% la resistencia a la compresión y flexión del concreto, recomendando hacer análisis con otros materiales orgánicos vigentes en la alimentación diaria.

Ríos, M. (2017), en su investigación *Evaluación de la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de cáscara de huevo*, de la Universidad San Pedro de Huaraz tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de cáscara de huevo. En la cual se adiciono un porcentaje de cáscara de huevo pulverizada sustituyendo al cemento en porcentaje de 5% y 10% en el diseño. Los resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto, indican que la probeta de concreto con adición de cáscara de huevo presento mayor resistencia a la compresión a comparación del concreto convencional y como también al obtener los resultados del ensayo se obtuvo con concreto de alta resistencia a edad de 7 días de curado, es decir la cáscara de huevo pulverizada es un aditivo acelerantes natural. Así mismo recomienda el análisis de varias resistencias de

concreto aumentante la cantidad de porcentaje de cáscara de huevo con las condiciones climáticas y de temperatura de la región a investigar y tener mejores resultados.

Vela , L. & Yovera , R. (2016) en su investigación *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco* de la Universidad Señor de Sipan de Lambayeque tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas de concreto 210 y 280 kg/cm² en estado fresco y endurecido, para la adición de la fibra de estopa de coco en el concreto se tuvo en cuenta 4 tipos de diseños de mezcla los cuales están en relación al volumen del concreto (0.5 y 1.5) y longitud de fibra (2 y 5 cm). De la cual se realizó una evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adición con fibra de estopa de coco en su estado fresco y endurecido. Al finalizar los estudios se observó que al adicionar fibra de estopa de coco en el concreto convencional aumenta su resistencia a la compresión, a la tracción por compresión diametral y a la flexión. De la cual recomienda usar fibras naturales para la adición de concreto ya que como se observa en los resultados incrementa las propiedades físicas y mecánicas de la misma.

2.2. MARCO TEORICO

Para la presente investigación se ha basado en describir aspectos del concreto como base de la investigación, destacando sus propiedades físicas y mecánicas, tipos y componentes. Así mismo en el desarrollo complementamos conceptos relacionados a la cáscara de huevo.

2.2.1. Propiedades físicas y mecánicas del concreto:

A) Propiedades principales del concreto fresco¹

¹ Billy Jack T. (15 de octubre de 2014). El concreto.

a. Trabajabilidad (Slump)

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian.

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa.

Por lo general un concreto es trabajable en la mayoría de circunstancias, cuando durante su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de al menos 1/4” sobre el agregado grueso.

El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace muchos años el “Slump” o asentamiento con el cono de Abrams, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, sin embargo, debe tenerse clara la idea que es más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad, pues es fácilmente demostrable que se pueden obtener concretos con igual slump, pero trabajabilidad notablemente diferentes para las mismas condiciones de trabajo. Se guiará de acuerdo a la norma ASTM C 143.

b. Temperatura²

La determinación de la temperatura del concreto fresco permite verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados. Se aplica para medir la temperatura de mezclas de hormigón (concreto) fresco y puede ser usado para verificar la conformidad con un requerimiento

² Pasquel, E. (1998-1999)

especificado para la temperatura del hormigón (concreto) fresco en obra. Para la temperatura del concreto en estado fresco se siguen estos parámetros según la norma. Según la NTP 339.114 CONCRETO.

Pasquel, E. (1998-1999) establece: La norma ASTM C-1064 indica la manera de medir la temperatura del concreto, para lo cual se debe contar con un termómetro de 0.5 °C de precisión de temperatura, no siendo necesario usar una muestra compuesto siendo suficiente humedecer previamente el recipiente contendor antes de colocar el concreto e introducir el termómetro por un tiempo mínimo de 2 minutos, hasta que se estabilice la lectura y un máximo de 5 minutos. Desde la obtención de la muestra. El termómetro debe introducirse de manera que esté cubierto con por lo menos 3” de concreto en todas las direcciones a su alrededor.

c. Peso unitario y densidad³

La densidad (peso unitario) del concreto en términos físicos es la relación que existe de una cantidad de peso que ocupa en una determinada cantidad de volumen, se puede decir que es un control muy útil para verificar la uniformidad del concreto y comprobar el rendimiento al comparar el peso unitario del diseño con el real de la obra. Pasquel E. (1998-1999) define que: Al depender el peso unitario del diseño teórico de la exactitud con que se hayan determinado las características físicas de los ingredientes, usualmente existe alguna diferencia entre éste y el real, que se cuantifica como el cociente del teórico entre el práctico.

Por eso el valor dentro del rango del rendimiento debe estar entre 0.98 a 1.02 para que sea el rendimiento aceptable y no sería necesario hacer correcciones a las proporciones hasta obtener un valor estable con una regla de 3 para recalcular las proporciones para obtener 1 m³.

Pasquel, E. (1998-1999) dice: El valor de Rendimiento (Yiel) menor de 1 indica que el diseño real rinde menos de lo previsto, por lo que está

³ Pasquel, E. (1998-1999)

entrando más cemento por m³ del calculado. Un valor superior a 1 indica que el diseño rinde más de 1m³ con la cantidad de cemento considerada. Sin embargo, los valores del rendimiento fuera del rango indicado, significan que los datos obtenidos por las características físicas de los componentes tienen errores y por consiguiente se tienen que recalcular con mejor precisión el diseño.

ASTM C 138 (Densidad (Peso Unitario), Rendimiento y Contenido de Aire del concreto), establece: Este ensayo cubre la determinación de la densidad del concreto fresco y permite determinar, por medio de fórmulas, el rendimiento, contenido de cemento y el contenido de aire en el concreto. El rendimiento se define como el volumen de concreto producido a partir de una mezcla con cantidades conocidas.

d. Tiempo de fraguado

Según Cement and concret Terminology ACI 116R-00 define al fraguado como: la condición alcanzada por una pasta cementicia, mortero u concreto que ha perdido plasticidad hasta un nivel arbitrario, generalmente medido en términos de la resistencia a la penetración; fraguado inicial se refiere a la primera rigidización; fraguado final se refiere a una rigidez significativa; también deformación remanente luego de retirada la tensión.

El tiempo de fraguado es un periodo en el cual mediante reacciones químicas del cemento y el agua conducen a un proceso, que, mediante diferentes velocidades de reacción, generan calor y dan origen a nuevos compuestos, estos en la pasta de cemento generan que se endurezca y aglutine al agregado de la mezcla de concreto, y se ponga fuerte y denso, adquiriendo de este modo una cierta resistencia, este tiempo es de suma importancia debido a que nos permite colocar y acabar el concreto.

Típicamente, el fraguado inicial ocurre entre dos y cuatro horas después del mezclado, y nos define el límite de manejo, o sea el tiempo por el

cual el concreto fresco ya no puede ser mezclado adecuadamente, colocado y compactado, el fraguado final ocurre entre cuatro y ocho horas después del mezclado, y está definido por el desarrollo de la resistencia; que se genera con gran velocidad. El fraguado inicial y el fraguado final se determinan por el ensayo de resistencia a la penetración “Vicat” (ASTM C 191 – 04).

B) Propiedades principales del concreto endurecido⁴

a. Resistencia a la compresión y tracción

La resistencia a la compresión se puede definir como el esfuerzo máximo que presenta un material a la compresión sin romperse. Este ensayo permite la determinación de la resistencia a la compresión ($f'c$) de los especímenes cilíndricos de concretos moldeados en laboratorio o en campo u obtenidos por medio de la extracción de núcleos. Se limita a concretos con peso unitario mayor que 800 kg/m^3 .

Se debe tener cuidado en la interpretación del significado de los resultados de la resistencia a la compresión obtenida por medio de este ensayo, puesto que la resistencia no es una propiedad fundamental o intrínseca del concreto. Los valores obtenidos pueden depender del tamaño y la forma del espécimen, el Tipo de mezcla, los procedimientos de mezclado, los métodos de muestreo, moldeo y fabricación y de la edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado. El ensayo se aplica a especímenes elaborados y curados de acuerdo con las normas ASTM C 31, ASTM C 192, ASTM C 617, ASTM C 1231, C 42, ASTM C 873 y ASTM C 496. Los resultados de este método de ensayo se usan como una base para el control de calidad de la proporción, mezclado y la colocación del concreto, determinación del cumplimiento de especificaciones, control para la evaluación de la eficacia de aditivos y usos similares.

⁴ Billy Jack T. (15 de octubre de 2014). El concreto.

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto, pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 kg/cm², habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencia sobre 700 kg/cm².

Tecnologías con empleo de los llamados polímeros, constituidos por aglomerantes sintéticos que se añaden a la mezcla, permiten obtener resistencias en compresión que bordean los 1,500 kg/cm², y todo parece indicar que el desarrollo de estas técnicas permitirá en el futuro superar incluso estos niveles de resistencia.

El ensayo de tracción tiene por objetivo definir la resistencia elástica, resistencia última y plasticidad del material cuando se le somete a fuerzas

un axiales. Se requiere una máquina, prensa hidráulica por lo general, capaz de:

- Alcanzar la fuerza suficiente para producir la fractura de la probeta.
- Controlar la velocidad de aumento de fuerzas.
- Registrar las fuerzas, F , que se aplican y los alargamientos, ΔL , que se observan en la probeta.
- Se guiará de acuerdo a las normas técnicas peruanas NTP 339.034 y NTP 339.084.

2.2.2. Definiciones generales:

Concreto:

El concreto es un producto artificial compuesto por agregados, fino y grueso, agua, y ocasionalmente por aditivos para darle una característica específica a la mezcla, de tal manera que el concreto adquiera una adecuada resistencia a la compresión en su estado endurecido. En la actualidad el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país. La principal limitación a las múltiples aplicaciones que se pueden dar al concreto es el desconocimiento de alguno de los aspectos ya indicados; así como de la mayor o menor importancia de los mismos de acuerdo al empleo que se pretende dar al material. Ello obliga al estudio y actualización permanentes para obtener del concreto las máximas posibilidades que como material puede ofrecer al ingeniero.⁵

- Cemento + agua = pasta.
- Agregado fino + agregado grueso = hormigón.

Las etapas principales de producción de un buen concreto son:

- Dosificación.

⁵ Billy Jack T. (15 de octubre de 2014). El concreto.

- Mezclado.
- Transporte.
- Colocación.
- Consolidación.
- Curado.

Las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes requisitos

básicos:

- La mezcla recién preparada deberá tener la trabajabilidad, consistencia y cohesividad que permitan su adecuada colocación en los encofrados. Esta mezcla deberá estar libre de segregación y tener una exudación mínima.
- La mezcla endurecida deberá tener las propiedades especificadas en función del empleo que se va a dar a la estructura.
- El costo de la unidad cúbica de concreto endurecido deberá ser el mínimo compatible con la calidad deseada.

Ventajas Del Concreto

- Maleabilidad.
- Continuidad de los elementos estructurales.
- Alta resistencia al fuego y al clima.
- La mayor parte de los materiales constituyentes están disponibles a bajos costos.
- Resistencia a la compresión similar a la piedra natural.
- Costo relativamente bajo.
- Alta resistencia frente a la tensión, ductilidad y dureza del acero.

Desventajas Del Concreto

El control de calidad no es tan bueno como para otros materiales de construcciones porque con frecuencia el concreto premezclado sufre fisuración debido a la exudación de la mezcla, sufre segregación de la mezcla ocasionando con ello se pierda trabajabilidad y a la vez su resistencia se vea afectada.

Otra es que el concreto es un material de relativa fragilidad; su resistencia a la tensión es pequeña comparada con su resistencia a la compresión. No obstante, esta desventaja puede contrarrestarse reforzando el concreto premezclado con fibras estructurales de polipropileno.

Cemento:

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo agua como en el aire, existen cementos tipo:

Cemento Portland:

Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

Cemento Portland (Pacasmayo) Tipo I:

El cemento Tipo I es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de clínker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado.⁶

Propiedades:

- Mayores resistencias iniciales.
- Menores tiempos de fraguado.

Aplicaciones:

- Obras de concreto y concreto armado en general.

⁶ José C. (25 de julio de 2014). Concepto, historia y producción del cemento.

- Concreto en clima frío y cálido.
- Productos prefabricados.
- Estructuras que requieran rápido desencofrado.
- Pavimentos y cimentaciones.

Composición química del cemento

Imagen N° 1: Composición química del cemento

**CEMENTOS PORTLAND
REQUISITOS
QUIMICOS**

REQUISITOS QUIMICOS	TIPO I	TIPO II	TIPO V	TIPO MS	TIPO IP	TIPO ICO
NORMA ASTM	ASTM C150	ASTM C150	ASTM C150	ASTM C1157	ASTM C995	NTP 334.090
NORMATECNICA PERUANA	NTP 334.009	NTP 334.009	NTP 334.009	NTP 334.082	NTP 334.090	
Óxido de magnesio(MgO), máx, %	6,0	6,0	6,0	----	6,0	6,0
Trióxido de azufre(SO3), máx, %	3,5	3,0	2,3	----	4,0	4,0
Perdida por ignición, máx, %	3,0	3,0	3,0	----	5,0	8,0
Residuo insoluble, máx, %	0,75	0,75	0,75	----	-----	-----
Aluminato tricalcico(C3A), máx, %	-----	8	5	----	-----	-----
Alcalis Equivalentes (Na2O + 0.658 K2O), máx, %	0.6*	0,6*	0,6*	----	-----	-----

Fuente: cemento y su comportamiento químico y físico en Pacasmayo

Agregados:

Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 70-85% del peso total del concreto; razón por la cual las propiedades de los agregados resultan tan importantes para la calidad final de la mezcla.

Cada elemento tiene su rol dentro de la masa de concreto y su proporción en la mezcla es clave para lograr las propiedades entre las cuales destacan: la trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

La calidad de los agregados depende, de manera muy importante, de los procedimientos de extracción y de los tratamientos a que hayan sido sometidos. En la práctica no hay agregado que se pueda usar con éxito tal como se extrae del yacimiento, sin tratamiento alguno.

Agregado Fino

Son aquellos cuyo material pasa en un 100% el tamiz 3/8, es decir se encuentran dispersos entre el tamiz N° 4 y tamiz N°200, según el tamaño de sus partículas pueden ser:

- Arenas gruesas: Con tamaños de partícula entre el tamiz n°4 y n°10 y el módulo de finura > 3.0
- Arenas medias: Con tamaños de partícula entre el tamiz n°10 y n°40 y el módulo de finura =2.5
- Arenas finas: Con tamaños de partícula entre el tamiz n°40 y n°200 y el módulo de finura < 2.0

Según su procedencia pueden ser:

- Arenas de río: redondas, uniformes y limpias.
- Arena de mina: generalmente heterogéneas y sucias.
- Arena de playa: con alto contenido de cloruros.
- Contenido de agregado fino normalmente del 35% al 45% por masa o volumen total del agregado.

Agregado Grueso

Son aquellos en que la mayor parte del material es retenido por el tamiz n°4, generalmente se obtienen a través de la explotación en canteras, estos son cortados para darle la forma y el tamaño requeridos en obra, deben presentar ciertas propiedades que lo hagan apto para ser utilizados en procesos de construcción, tales como:

- Ser homogéneos y compactos.
- Carecer de grietas nódulos y restos orgánicos.

- Ser resistentes a las cargas que se han de soportar, al desgaste y a los procesos abrasivos.
- No deben ser absorbentes ni permeables.
- Ser resistentes al fuego.
- Tener adherencia a los morteros.
- Estar dentro de los parámetros referidos al control de calidad.

Resistencia a la compresión:

La resistencia a la compresión se emplea fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada, f'c. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura en una máquina de ensayos de compresión. Se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de sección que resiste a la carga.

Cáscara de huevo:

El término cáscara de huevo es empleado para designar a la parte dura externa de un huevo, así como otros huevos con partes exteriores no duras: como pueden ser las huevas de los pescados. Es una parte comestible que solo se ingiere tras un tratamiento químico, por ejemplo, las cáscaras de los huevos encurtidos suelen poder comerse debido a su acción medio ácido que las ablandado. Además, se ha descubierto en varias investigaciones que la cáscara de huevo se puede usar como aditivo y/o sustituyente natural en el concreto, ya que está compuesta por CARBONATO DE CALCIO, que se encuentra presente en el 94% de su composición química, así mismo se recomienda una dosis de 10% del peso del cemento como uso de aditivo, sin embargo, esto puede variar según las condiciones.

Ensayos y normas:

- Ensayo para determinar el tiempo de fraguado (ASTM C-191).
- Ensayo de desgaste de los agregados (ASTM C-131).
- Ensayo en el concreto en estado fresco.

- Ensayo para la medición del asentamiento (ASTM C-143).
- Ensayo para determinar el peso unitario y densidad (ASTM C-138).
- Ensayo para determinar la temperatura (ASTM C-1064).
- Ensayo de resistencia a compresión y tracción.
- Normas:
 - ASTM C39 - Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto.
 - ASTM C496 - Método de prueba estándar para Determinación de la resistencia a la tracción por compresión diametral de especímenes cilíndricos de concreto.

Relación agua/cemento:

La relación agua / cemento es el valor característico más importante de la tecnología del concreto. De ella dependen la resistencia y la durabilidad, así como los coeficientes de retracción y de fluencia. También determina la estructura interna de la pasta de cemento endurecida.

Es el cociente del peso del agua y cemento empleados en la mezcla (no del volumen). Es llamada “Ley de Abrams” y se relaciona con el valor de resistencia del concreto a la compresión. Es la más conocida y de mayor aplicación, fue planteada en los años XX por ABRAMS quien también creó el ensayo del “cono de asentamiento del concreto” (relaciona la cantidad agua para la consistencia y fluidez).⁷

- Relación agua/cemento (a/c).
- Relación arena/ agregado total (A/ A + P).

2.2.3. Consideraciones básicas para el diseño de mezcla:

A) Economía

El costo del concreto es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento. Sin embargo, excepto para algunos concretos

⁷ Robin S. (11 de marzo de 2007). Materiales y ensayos del concreto- 1era edición.

especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido. Por lo tanto, los costos de los materiales son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar mezclas diferentes. Debido a que el cemento es más costoso que los agregados, es claro que minimizar el contenido del cemento en el concreto es el factor más importante para reducir el costo del concreto. En general, esto puede ser echo del siguiente modo.⁸

- Utilizando el menor slump que permita una adecuada colocación.
- Utilizando el mayor tamaño máximo del agregado (respetando las limitaciones indicadas en el capítulo anterior).
- Utilizando una relación óptima del agregado grueso al agregado fino y cuando sea necesario utilizando un aditivo conveniente.

Es necesario además señalar que, en adición al costo, hay otros beneficios relacionados con un bajo contenido de cemento. En general, las contracciones serán reducidas y habrá menor calor de hidratación. Por otra parte, un muy bajo contenido de cemento, disminuirá la resistencia temprana del concreto y la uniformidad del concreto será una consideración crítica.

B) Trabajabilidad

Claramente un concreto apropiadamente diseñado debe permitir ser colocado y compactado apropiadamente con el equipamiento disponible. El acabado que permite el concreto debe ser el requerido y la segregación y sangrado deben ser minimizados. Como regla general el concreto debe ser suministrado con la trabajabilidad mínima que permita una adecuada colocación. La cantidad de agua requerida por trabajabilidad dependerá principalmente de las características de los agregados en lugar de las características del cemento.

⁸ Robin S. (11 de marzo de 2007). Materiales y ensayos del concreto- 1era edición.

Cuando la trabajabilidad debe ser mejorada, el rediseño de la mezcla debe consistir en incrementar la cantidad de mortero en lugar de incrementar simplemente el agua y los finos (cemento). Debido a esto es esencial una cooperación entre el diseñador y el constructor para asegurar una buena mezcla de concreto. En algunos casos una menos mezcla económica podría ser la mejor solución. Y se deben prestar oídos al frecuente pedido, en obra, de “más agua”.⁹

C) Resistencia y durabilidad

En general las especificaciones del concreto requerirán una resistencia mínima a compresión. Estas especificaciones también podrían imponer limitaciones en la máxima relación agua/cemento (a/c) y el contenido mínimo de cemento. Es importante asegurar que estos requisitos no sean mutuamente incompatibles.

Como veremos en otros capítulos, no necesariamente la resistencia a compresión a 28 días será la más importante, debido a esto la resistencia a otras edades podría controlar el diseño.

Las especificaciones también podrían requerir que el concreto cumpla ciertos requisitos de durabilidad, tales como resistencia al congelamiento y deshielo ó ataque químico. Estas consideraciones podrían establecer limitaciones adicionales en la relación agua cemento (a/c), el contenido de cemento y en adición podría requerir el uso de aditivos.

Entonces, el proceso de diseño de mezcla, envuelve cumplir con todos los requisitos antes vistos. Asimismo, debido a que no todos los requerimientos pueden ser optimizados simultáneamente, es necesario compensar unos con otros; (por ejemplo, puede ser mejor emplear una dosificación que para determinada cantidad de cemento no tiene la mayor resistencia a compresión pero que tiene una mayor trabajabilidad).

Finalmente debe ser recordado que incluso la mezcla perfecta no producirá un

⁹ Robin S. (11 de marzo de 2007). Materiales y ensayos del concreto- 1era edición.

concreto apropiado si no se lleva a cabo procedimientos apropiados de colocación, acabado y curado.¹⁰

D) Diseño de mezcla y proporciones

a. Información requerida para el diseño de mezclas

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso).
- Perfil y textura de los agregados.
- Tipo y marca del cemento.
- Peso específico del cemento.
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

b. Pasos para el proporcionamiento¹¹

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

- a) Estudio detallado de las especificaciones normativas.
- b) Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}).
- c) Elección del Asentamiento (Slump).
- d) Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
- e) Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
- f) Selección de la relación agua/cemento (a/c).
- g) Cálculo del contenido de cemento.
- h) Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
- i) Ajustes por humedad y absorción.
- j) Cálculo de proporciones en peso

¹⁰ Josue Pucllas Q. (27 de octubre de 2013). Diseños de mezclas para el concreto. 1era ed.

¹¹ Josue Pucllas Q. (27 de octubre de 2013). Diseños de mezclas para el concreto. 1era ed.

➤ **Especificaciones normativas**

Antes de diseñar una mezcla de concreto debemos tener en mente, primero, el revisar las normas donde podremos encontrar todos los límites con el cual trabajaremos para que la mezcla pueda cumplir con los requisitos de las normas peruanas.

➤ **Proporcionamiento en base a experiencia de campo y/o mezclas de prueba**

a) **Cálculo de la desviación estándar¹²**

❖ **Método 1:**

Si se posee un registro de resultados de ensayos de obras anteriores, deberá calcularse la desviación estándar. El registro deberá:

- Representar materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a aquellas que se esperan en la obra que se va a iniciar.
- Representar a concretos preparados para alcanzar una resistencia de diseño $f'c$ que esté dentro del rango de $\pm 70 \text{ Kg/cm}^2$ de la especificada para el trabajo a iniciar.
- Consistir de por lo menos 30 ensayos consecutivos o de dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos 30 ensayos.

❖ **Método 2:**

Si sólo se posee un registro de 15 a 29 ensayos consecutivos, se calculará la desviación estándar «s» correspondiente a dichos ensayos y se multiplicará por el

¹² Josue Pucllas Q. (27 de octubre de 2013). Diseños de mezclas para el concreto. 1era ed.

factor de corrección indicado en la Tabla 4.3.1.2 para obtener el nuevo valor de «s». El registro de ensayos a que se hace referencia en este método deberá cumplir con los requisitos a) y b) del método 1 y representar un registro de ensayos consecutivos que comprenda un período de no menos de 45 días calendarios.¹³

Tabla N° 1: Factor de corrección

MUESTRAS	FACTOR DE CORRECCIÓN
Menos de 15	Usar Tabla 2
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30	1,00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones NTP E.060

➤ **Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})¹⁴**

La resistencia en compresión promedio requerida (f'_{cr}), empleada como base en la selección de las proporciones del concreto, se calculará de acuerdo a los siguientes criterios:

Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 ó en el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las fórmulas siguientes, usando la desviación estándar «s» calculada de acuerdo a lo indicado en las tablas 1.

¹³ Reglamento Nacional de Edificación (23 de mayo de 2015). Artículo 4 capítulo III, requisitos de la construcción. (Norma E0.60)

¹⁴ Reglamento Nacional de Edificación (23 de mayo de 2015). Artículo 4 capítulo III, requisitos de la construcción. (Norma E0.60)

1. $f'_{cr} = f'_{c} + 1,34s$
2. $f'_{cr} = f'_{c} + 2,33s - 35$

Donde:

s = Desviación estándar en Kg/cm²

Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la Tabla 2 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

**Tabla N° 2: Resistencia a la compresión promedio requerida
(kg/cm²)**

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

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones NTP E.060

➤ **Selección de tamaño máximo del agregado**

Para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas se realiza el ensayo el respectivo de granulometría a los agregados de una determinada cantera según la norma técnica peruana 400.012.

➤ **Estimación del agua de mezclado y contenido de aire**

La tabla 7, preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado y de ahí se parte para obtener resultados empíricos y al final ser comparados con los reales.

Tabla N° 3: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados

ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)	Agua en $lit\ m^3$ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados.								
	10mm (3/8")	12.5mm (1/2")	20mm (3/4")	25mm (1")	40mm (1½")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")	
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO									
30 a 50 (1" a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125	
80 a 100 (3" a 4")	225	215	205	195	175	170	160	140	
150 a 180 (6" a 7")	240	230	210	205	185	180	170	---	
Cantidad aproximada de aire atrapado (%).	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO									
30 a 50 (1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120	
80 a 100 (3" a 4")	200	190	180	175	160	155	150	135	
150 a 180 (6" a 7")	215	205	190	185	170	165	160	---	
Contenido total de aire incorporado (%), en función del grado de exposición.	Exposición suave	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5*	1.0*
	Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5*	3.0*
	Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5*	4.0*

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones NTP E.060

➤ **Elección de la relación agua/cemento (a/c)¹⁵**

Para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el valor con el cual el concreto logre un estado plástico para una mejor resistencia, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

¹⁵ Josue Pucllas Q. (27 de octubre de 2013). Diseños de mezclas para el concreto. 1era ed.

**Tabla N° 4: Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del
concreto**

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

*Fuente: Josué Puellas Q. (27 de octubre de 2013). Diseños de Mezclas para el
concreto. 1era ed.*

➤ **Cálculo del contenido de cemento**

Una vez que la cantidad de agua y la relación agua/cemento han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación agua/cemento. Sin embargo, es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima. Tales requerimientos podrían ser especificados para asegurar un acabado satisfactorio, determinada calidad de la superficie vertical de los elementos o trabajabilidad.

c. Estimación del contenido del agregado grueso y agregado fino

Método del comité 211 del ACI¹⁶

Se determina el contenido del agregado grueso mediante la tabla 8.1, elaborada por el comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. La tabla 7.1 permite obtener un coeficiente b/b₀ resultante de la

¹⁶ Hebert Vizconde P. (30 de junio de 2013). Diseños de mezclas para el concreto Método ACI 211.

división del peso del agregado grueso entre el peso unitario seco y compactado del agregado grueso expresado en Kg/m³.

Tabla N° 5: Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*)por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Hebert Vizconde P. (30 de junio de 2013). Diseños de Mezclas para el concreto Método ACI 211.

d. Ajuste por humedad y absorción¹⁷

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación agua/cemento, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a la compresión.

e. Cálculo de proporciones en peso

Se dosifica en peso para un volumen de 1 m³.

CEMENTO: AGREGADO FINO: AGREGADO GRUESO / AGUA

¹⁷ Hebert Vizconde P. (30 de junio de 2013). Diseños de mezclas para el concreto Método ACI 211.

Método de curado:

A) Curado con agua

El método elegido debe proporcionar una cubierta de agua continua y completa libre de cantidades perjudiciales de materias deletéreas o de otras que ataquen, manche, o descoloren el concreto. Se debe evitar el impacto térmico debido al empleo de agua fría (**Castillo, tecnología del concreto, 2009**).

- **Inmersión:** Se emplea cuando se trata de losas como pisos de puentes, pavimentos, techos planos, es decir cualquier lugar donde sea posible crear un charco de agua mediante un bordo o dique de tierra u otro material en el borde de una losa. Debe evitarse los daños provocados por la liberación prematura; el agua de curado no debe de ser de 11°C más fría que el concreto, ya que el posible desarrollo de esfuerzos de temperatura en la superficie puede causar agrietamiento (**Castillo, tecnología del concreto, 2009**).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Los aditivos sustituyentes se han convertido en un punto muy importante en la elaboración del concreto en la región y el país. Así mismo esta investigación es importante debido a que presenta un análisis completo de la influencia de sustituir Y adicionar el material cementicio por un material orgánico como la cáscara de huevo en concretos de resistencia $f'c= 210, 280, 350 \text{ kg/cm}^2$, en la cual también se encontrara la dosis ideal para estos tipos de concreto con el material orgánico y las condiciones climáticas de la ciudad de Trujillo, basándonos en los parámetros establecidos en las normas RNE, NTP, ASTM y ACI. Esta información que se pretende recopilar promueve nuevas técnicas, uso adecuado y sobre todo el porcentaje o rango correcto del material a usar en la mezcla de un concreto de resistencias promedios en la industria de la construcción. Cabe resaltar que con esta investigación se busca aprovechar las características químicas similares al del cemento, ayudando así al uso de esta fibra que cotidianamente se desecha.

2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS

Si se sustituye el material cementicio por material orgánico cáscara de huevo en una dosis de 20%, entonces aumentará la resistencia a la compresión y tracción del concreto patrón en un 10%.

2.4.1. Variables

- **Independiente:** Concreto con Cáscara de huevo.
- **Dependiente:** Las propiedades físicas-mecánicas del concreto.

2.4.2. Indicadores

Variables	Dimensión	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento de Investigación
Material orgánico Cáscara de huevo		-Influencia en las propiedades físicas-mecánicas.	Porcentaje %	Normas, ensayos.

Variables	Dimensión	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento de Investigación
Las propiedades físicas y mecánicas del concreto		-Slump. -Temperatura. -Peso unitario y densidad. -Abrasión de los agregados.	Pulgadas °C Kg/m ³ Porcentaje %	Cono de Abrams. Termómetro. Recipiente, Balanza. Máquina de los ángeles.

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIAS
F´C= 210, 280, 350 KG/CM2 SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO POR CÁSCARA DE HUEVO”**

		-Tiempos de fraguado. -Resistencia a la compresión y tracción por compresión diametral.	Minutos. MPA, Kg/cm2	Aguja de Vicat. Prensa de compresión y tracción.
--	--	---	--------------------------------	---

CAPITULO III

METODOLOGIA EMPLEADA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo: Aplicada.

3.1.2. Nivel: Experimental.

3.2. POBLACION Y MUESTRA DEL DISEÑO

Para la presente investigación se tomará como población y muestra el concreto de resistencias $f'c= 210, 280, 350 \text{ kg/cm}^2$.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para la presente investigación se tomaron como referencia las normas técnicas reconocidos nacional e internacionalmente como el ACI para el diseño de mezclas y ASTM, NTP para los procedimientos de ensayos físicos y mecánicos.

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.4.1. CÁSCARA DE HUEVO

La cáscara de huevo utilizado en el presente proyecto ha sido recolectada en la ciudad de Trujillo en el tiempo de 1 mes, en negocios como: panadería y chifas, llegando a recolectar 1.2 kilos por día, o un total de 35 kilos finalmente recolectado.

Imagen N° 2: Recolección de cáscara de huevo



Fuente: propia

Luego de la recolección se procedió al lavado de la cáscara de huevo, para luego secarlo al aire libre por el tiempo de 12 horas, para luego acumularlo en un saco.

Imagen N° 3: Lavado de cáscara de huevo



Fuente: propia

Imagen N° 4: Secado de cáscara de huevo



Fuente: propia

Posteriormente se llevó la cáscara recolectada a los laboratorios de METALURGICA de la UNT, para la pulverización, la cual se realizó pasando la malla N°200, quedando un promedio de 30 kg.

Imagen N° 5: Máquina de pulverización



Fuente: propia

Imagen N° 6: Pesado de cáscara de huevo pulverizada



Fuente: propia

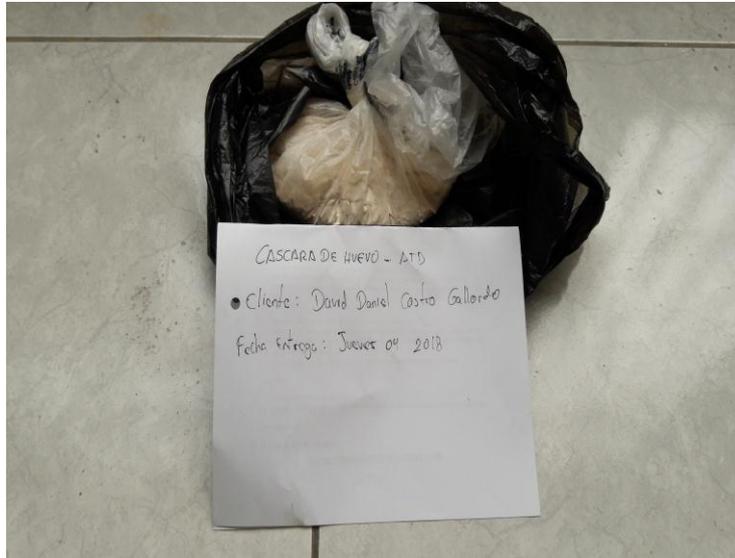
Imagen N° 7: Cáscara de huevo pulverizada



Fuente: propia

Luego de la pulverización de la cáscara se llevó 100 gr. Al laboratorio de polímeros de la UNT para realizar el análisis de DTA, TGA, dando los siguientes resultados:

Imagen N° 8: Muestra de cáscara pulverizada



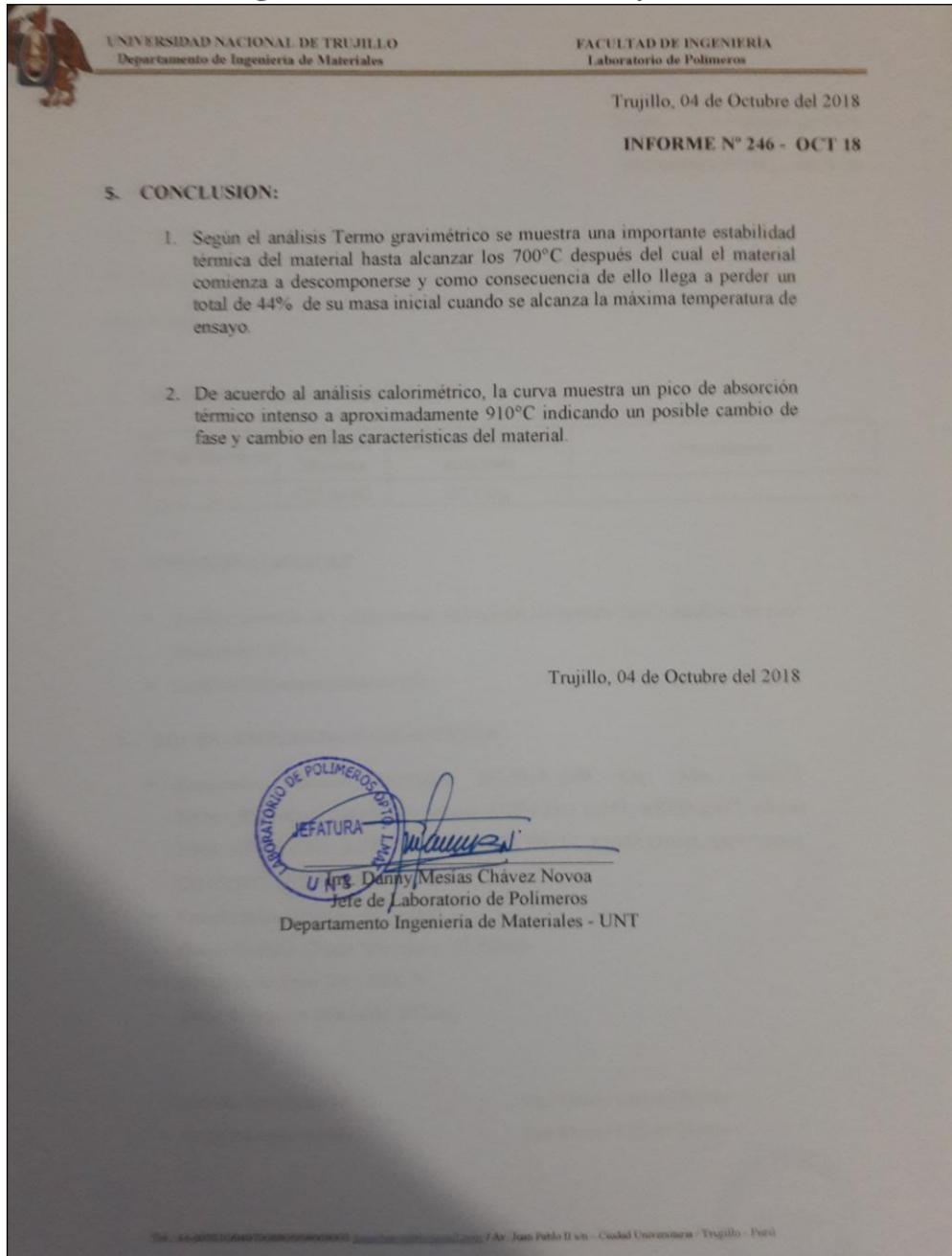
Fuente: propia

Imagen N° 9: Máquina de DTA (Polímeros UNT)



Fuente: propia

Imagen N° 10: Resultado de ensayo DTA



Fuente: propia

Con el fin de calcinar la cáscara de huevo, el ensayo de DTA nos dio los siguientes resultados:

- Calcinar a una temperatura de 910°.
- Calcinar en un tiempo de 2 horas.

Luego de los resultados se llevó la muestra de 30 kg. Al laboratorio de metalúrgica para calcinar la muestra en el horno a 910°.

Imagen N° 11: Horno de materiales (Metalúrgica UNT)



Fuente: propia

Imagen N° 12 Cáscara de huevo pulverizada y calcinada



Fuente: propia

3.4.2. AGREGADO FINO Y GRUESO

El agregado fino y grueso utilizados en el presente proyecto, fueron extraídos de la cantera ubicada en la quebrada de león – Trujillo, de donde se extrae piedra de 1” y arena gruesa. La cantera está ubicada en el centro poblado El Milagro – distrito de Huanchaco – Trujillo – La libertad.

Imagen N° 13 Ubicación de cantera El León Dormido (CIRCULO ROJO)



Fuente: Google Maps

Imagen N° 14 Agregado grueso y agregado fino



Fuente: propia

3.4.3. CEMENTO

Para el presente proyecto se ha usado cemento portland tipo I Pacasmayo, comprado en la ciudad de Trujillo.

Imagen N° 15 Cemento portland tipo I pacasmayo



Fuente: propia

3.4.4. ENSAYO DE LABORATORIO DE LOS AGREGADOS

3.4.4.1. Análisis granulométrico

DESCRIPCIÓN

El ensayo de Análisis Granulométrico es una representación estadística de un grupo de partículas de diferentes tamaños, formas y composiciones químicas. Este grupo de partículas al encontrarse en un mismo lugar, en este caso en la cantera EL LEÓN DORMIDO necesitan homogenizarse y para homogenizarse recurrimos al muestreo. Según el tamaño de partículas se puede ver el tipo de análisis granulométrico, en nuestro caso tenemos partículas intermedias entre milímetros y micrones donde se puede realizar ensayo granulométrico por el tipo de malla y tamices.

El ensayo granulométrico por tipo malla y tamices, consistió en tener tamices con diferentes aberturas de malla, se utilizó también un fondo que es un

recipiente sin malla que nos ayudó a contener lo último de la muestra (agregado fino, agregado grueso y global).

Se usa una muestra de agregado en seco que es separada en diferentes aberturas de tamices.

PROCEDIMIENTO

- El procedimiento del análisis granulométrico es sencillo se empezó secando la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. En nuestro caso elegimos nuestra muestra del grupo de partículas de la cantera EL LEÓN DORMIDO cual fue transportada desde El Milagro hacia el laboratorio cuidando tanto el agregado grueso con el agregado fino que no tenga contacto con alguna clase de humedad, poniéndose 24 horas en el horno. Luego se seleccionaron tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones según la Norma Técnica Peruana 400.012.
- Antes de empezar a agitar los tamices junto con la muestra es necesario pesar toda muestra a ensayar para luego representarlo mediante cuadros estadísticos. Los tamices tienen la capacidad de colar debido a que tienen diferentes dimensiones de aberturas de malla lo que hará que, al agitar la muestra, el agregado quede atrapado en cada tamiz.
- Continuando con el ensayo, se encajan los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo colocando la muestra en el tamiz superior. Por último, paso se pasa a agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un tiempo dado aproximadamente de 2 minutos, limitando la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas puedan alcanzar la abertura del tamiz.
- En este ensayo se realizó el agitado manualmente lo que es recomendable agitar en forma de círculo y luego recto para que de esta manera toda la muestra logre distribuirse uniformemente por los tamices.

- Al cumplirse el tiempo de agitado de tamices procedemos a colocar la serie de tamices en un lugar firme para luego ir sacando tamiz por tamiz. Al sacar el primer tamiz es el que tiene la abertura más grande debido a que es el que estuvo en la primera fila, procedemos a apuntar el número de malla y pesar la muestra obtenida tarando el recipiente, es recomendable sacudir hasta las últimas partículas del tamiz debido a que pueden quedar pegadas en los bordes del tamiz, se utiliza un cepillo para retirar todas estas partículas, esto es frecuente en las ultimas mallas debido a que tienen la abertura más pequeña especialmente cuando realizamos el agitado del agregado fino tenemos que tener cuidado en la malla N°200.
- Este ensayo de Análisis Granulométrico nos ayudó a obtener los módulos de fineza tanto para el agregado grueso como el agregado fino. En el agregado grueso se obtuvo piedra de 1” y en el agregado fino se obtuvo un módulo de finura de acuerdo a los resultados ver en la tabla N° 9 y 10 respectivamente.

MATERIALES

- Balanza
- Tamices 1” – ¾” – ½” – 3/8”- ¼” - N°4 (muestra de la piedra de ½”).
- Tamices N°4 - N°8 - N°16 - N°30 - N°50 - N°100 - N° 200 (muestra de la arena gruesa)
- Recipientes
- Agua
- Horno
- Brocha pequeña

Imagen N° 16 Ensayo granulométrico al agregado grueso



Fuente: propia

Imagen N° 17 Ensayo granulométrico al agregado fino



Fuente: propia

3.4.4.2. Peso específico y absorción

DESCRIPCIÓN

Peso Específico: Es la relación a temperatura estable entre una fuerza de gravedad (peso) sujeta a una unidad de volumen en un cuerpo establecido. La unidad del peso específico es N/m^3 (Newton / m^3).

Peso Específico Aparente: Es el peso reducido por consecuencia del empuje hidrostático debido a que todo cuerpo puesto en un líquido presentará un llamado peso aparente. Para que sea un peso aparente el cuerpo tiene que tener más densidad que el líquido.

Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seco: Es lo mismo que el peso específico de masa, solo que varía en que la masa incluye el agua en los poros permeables.

Absorción: Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en este, y se expresa como porcentaje del peso.

PROCEDIMIENTO

AGREGADO GRUESO

El primer paso a realizar es el cuarteo del material se extiende todo el material en el suelo y luego se procede a dividir en cuatro el material con una palana, seleccionando solo dos partes del cuarteo, cantidad necesaria para el ensayo.

Procedemos a tamizar el agregado grueso al tamiz N° 4 eliminando todo el material que pase por ese tamiz.

Se debe lavar la muestra seca eliminando el polvo e impurezas colocándolo en el horno por 24 horas, pasado este tiempo dejamos enfriar la muestra por 2 horas.

Sumergir la muestra en agua por 24 ± 4 horas a temperatura ambiente.

Después de haber esperado las 24 horas secamos la muestra con una franela superficialmente las partículas. Al secar la muestra tuvimos que desplazar toda la muestra en la franela y con otro secador empezar a quitarle el brillo a las

pedras para así obtener la muestra saturada superficialmente seca(A). Luego colocar la muestra en la canastilla metálica procediendo a pesar dicho agregado en la balanza hidrostática.

Al sacar la canastilla se tuvo precauciones debido a que en ella se encontraban partículas de anteriores ensayos, por eso es importante revisar antes de colocar el agregado grueso en la canastilla. También, se deberá quedar completamente sumergida tanto la canastilla como la muestra.

Colocar la muestra saturada con superficie seca en la canastilla d alambre de la balanza hidrostática para determinar su peso sumergido en agua a temperatura de $23 \pm 2^\circ \text{C}$ (B). Por último, dejar enfriar a temperatura ambiente durante 1 hora y pesar la muestra ubicando de manera adecuada las pesas en la balanza hidrostática.

AGREGADO FINO

Primero se procedió a cuartear el agregado fino, el cuarteo consta en dividir el material en cuatro partes y quedarnos solo con un 1 kg de muestra, se procedió a secarla en el horno para luego dejarla enfriar a una temperatura ambiente.

Saturar la muestra mayor a los 500 gramos, colocando 500 gramos de muestra saturada superficialmente seca (Método del cono).El método del cono consistió en llenar un pequeño cono de metal de arena llenarlo del material hasta el final del cono para así luego compactarlo mediante 25 golpes, luego de terminar los 25 golpes procedimos a levantar el cono metálico, si se derrumba es porque la muestra ya está seca sin embargo si el cono metálico al sacarlo no se derrumba quiere decir que aún está húmedo. El objetivo del método del Cono es que la muestra logre estar seca completamente.

MATERIALES

AGREGADO GRUESO PIEDRA DE 1/2 “

- Canastilla
- Balanza Hidrostática
- Franela
- Recipientes
- Brocha

AGREGADO FINO

- Horno
- Pipeta
- Fiola
- Secadora
- Recipiente
- Estufa
- Embudo

3.4.4.3. Peso unitario del agregado

DESCRIPCIÓN

- El peso unitario está representado por la masa de un cuerpo por unidad de volumen, este peso varía de acuerdo a la cantidad de agua que exista en el suelo, hay tres tipos que son saturado, seco y húmedo. En este ensayo se requiere determinar el peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos tanto para el agregado fino como el agregado grueso. Este método se utiliza para conocer el valor del peso unitario por métodos de diseño de mezclas de concreto.

PROCEDIMIENTO

- Primero, se procede a elegir el recipiente adecuado según nuestro tamaño máximo del agregado. En la tabla N^a 8 se logra apreciar las diferentes capacidades del recipiente.
- El recipiente se calibra determinando exactamente el peso del agua, es necesario llenar de agua completamente en el recipiente de diseño para luego ser pesado. Tomar en cuenta el peso de agua más recipiente, peso del recipiente, peso de agua en kilogramos. El factor de calibración del recipiente se determina dividiendo 1000 kg/m^3 entre el peso del agua.
- El procedimiento de este ensayo es primero llenar la tercera parte del recipiente con una pala nivelando la superficie.
- 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.
- 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, por último, se tuvo que pesar el recipiente con el agregado compactado.
- Para calcular el peso unitario suelto simplemente se tiene que colocar el agregado en el recipiente hasta el borde y con una barra compactadora se logró mantener uniforme la superficie, se procedió a pesar el recipiente más el agregado y eso llamaríamos lo que el peso unitario suelto.

Tabla N°6: Capacidad del recipiente

CAPACIDAD DEL RECIPIENTE (PIE ³)	TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO(PULG)
1/10	1/2
1/3	1
1/2	3/4
1	4

Fuente: NTP 400.017

- Llenar la tercera parte del recipiente con la muestra seca y bien muestreada (Método del cuarteo). Luego, se apisona con la varilla compactadora de 5/8”, de 60 cm de longitud mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las 2/3 partes y compactar nuevamente con 25 golpes, llenar la última capa y golpear nuevamente.
- Lo que queda sobrando eliminarlo con la ayuda de la varilla compactadora de forma longitudinal.

MATERIALES

- Recipiente de 1/10 pie³.
- Varilla de acero.
- Muestra del agregado fino y grueso.
- Pala de acero.

3.4.5. DESGASTE DE LOS AGREGADOS POR LA MAQUINA DE LOS ANGELES (ASTM C131)

INTRODUCCIÓN

Para la mayoría de los agregados gruesos una de las propiedades físicas de gran importancia es la resistencia a la abrasión o desgaste de los agregados y con este obtenemos una referencia para el diseño de mezclas. Esta es importante porque con ella conoceremos la durabilidad y la resistencia que tendrá el concreto para la fabricación de losas, estructuras simples o estructuras que requieran que la resistencia del concreto sea la adecuada para ellas. En el siguiente ensayo obtendremos el porcentaje de desgaste que el agregado sufrirá en condiciones de roce continuo de las partículas y las esferas de acero, todo esto utilizando la máquina de los ángeles. Esto nos indica si el agregado grueso a utilizar es el adecuado para el diseño de mezcla y la fabricación de concreto.

IMPORTANCIA

El ensayo de la máquina de los ángeles ha sido ampliamente usado como un indicador de la calidad relativa o competencia de %arias fuentes de agregados que tiene composición mineral similar.

MATERIALES Y EQUIPOS

- Balanza.
- Horno.
- Tamices.
- Máquina de los ángeles.
- Carga abrasiva (esferas).

PROCEDIMIENTO

Lo primero es escoger los tamices de 3/8”, 1”, 3/4” y 1/2”.

Luego se empieza a elegir el tipo de suelo por medio del proceso de tamizado basándonos en la tabla que se encuentra en la norma, Tipo A.

Después clasificamos el suelo que se había adquirido en cada tamiz, luego pesamos el material retenido en cada tamiz.

Una vez obtenido los datos procedemos a introducir el material en conjunto con las esferas de acero a la máquina de los ángeles y se hace girar el cilindro a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm, por aproximadamente 30 min.

Una vez cumplida el número de vueltas según la norma, se descarga el material del cilindro y se procede a la separación preliminar de la muestra empleando el tamiz n°12 y pesaje posterior de la misma.

FORMULA:

$$\%DESGASTES = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

Donde P1 = Masa de la muestra seca antes del ensayo

P2 = masa de la muestra seca después del ensayo (n°12)

Imagen N°42: Muestras de agregado grueso de 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”



Fuente: Propia

Imagen N°43: Secado de muestras en horno a 105°C



Fuente: Propia

Imagen N°44: Máquina de los Ángeles



Fuente: Propia

Imagen N°45: Esferas para utilizar en máquina de los ángeles



Fuente: Propia

Imagen N°46: Colocación de muestra y esferas en máquina de los ángeles



Fuente: Propia

Imagen N°47: Retiro de muestra después del ensayo de abrasión



Fuente: Propia

Imagen N°48: Material que pasa la malla n°12 y lo retenido se pesa



Fuente: Propia

Imagen N°49: Pesaje final de la muestra después del ensayo



Fuente: Propia

3.4.6. ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO (ASTM C191)

DESCRIPCION

El cemento es un material de construcción que al tener contacto con el agua obtiene una consistencia normal logrando una resistencia especificada iniciando diferentes reacciones químicas en el material, a todo este procedimiento se le llama fraguado, existen dos tipos de fraguados el inicial que es el tiempo que pasa el cemento al contacto con el agua hasta que pierde fluidez , y no es plástico; sin embargo tenemos también el fraguado final que es desde que finaliza el fraguado inicial hasta que empieza a tener una mayor resistencia lo que llamamos el proceso de endurecimiento.

PROCEDIMIENTO

- Antes de empezar este ensayo primero es tener exacto la determinación de la cantidad de agua, pero en este caso nosotros ya tenemos nuestras relaciones agua cemento que son la de 0.4, 0.48 y 0.56 debido a que son estas relaciones con las que hemos trabajado.
- Luego pesar los 500 gramos en la balanza de cemento con una precisión ± 1 y una cantidad de agua.
- En primer lugar, se debe formar una pasta de cemento hidráulico según las relaciones agua cemento (0.40, 0.48 y 0.56) que contenga una consistencia normal basada en la norma ASTM C -191 y tomar el dato de la hora exacta.
- Siguiendo se coloca el Molde de Caucho encima de una placa de vidrio eliminando de esta manera los desperdicios con una espátula haciendo un movimiento cerrado procedemos a colocar el molde junto con la placa en el aparato de Vicat situando el cono de Vicat sobre la pasta abriendo la barra guía utilizando el mecanismo liberador, se determina el descenso del cono de Vicat en la pasta del yeso limpiando el cono de Vicat rápidamente después de cada penetración.

- Después se realiza penetraciones sucesivas en intervalos no menores a una vigésima del tiempo esperado de fraguado inicial separadas mínimo 2 cm de cada marca de penetración.
- Se alcanza el principio de fraguado cuando el cono desciende entre 16 y 20 mm en la pasta.

MATERIALES

- Balanza con precisión de $\pm 1g$.
- Amasadora.
- Agua.
- Aparato de Vicat, sondas y contenedor.
- Agujas de Le’ Chatelier.
- Molde de caucho duro.
- Placa de vidrio.

Imagen N° 18: Materiales tiempo de fraguado



Fuente: Propia

Imagen N° 19: Ensayo tiempo de fraguado



Fuente: Propia

3.4.7. DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C143) NTP 339.035

DESCRIPCIÓN

Este ensayo sirve para hallar el asentamiento del concreto lo que nos ayuda a conocer cuál es su consistencia debido a que el concreto tiene diferentes consistencias ya sea seca, plástica y fluida.

La consistencia del concreto varía según las cantidades de agua de amasado, la forma de los áridos y su análisis granulométrico.

PROCEDIMIENTO

- Primero se tiene que colocar todos los materiales en el lugar de ensayo, se colocó una base de plástico para no dañar de material el piso.

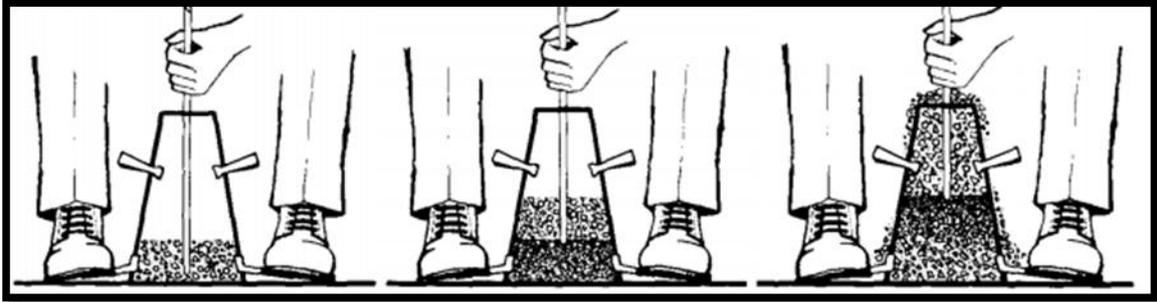
- Se tuvo la mezcla de concreto lista, el cono de Abrams tiene que estar sujetado por ambos lados presionando con los pies para que de esta manera evitemos la salida del concreto por donde no debe.
- Se procedió a rellenar la tercera parte del cono de Abrams de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla o pisón penetrando la varilla en el espesor de la capa, pero sin golpear la base del monde. Luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior. Esta medición se complementa con la observación de la forma de derrumbamiento del cono de hormigón mediante golpes laterales con la varilla – pisón.
- Para tener una mayor precisión de la medida del derrumbamiento se coloca el cono de Abrams girado en el otro sentido contrario al ensayo elaborado, colocando la barra compactadora de 5/8 “al nivel del cono para que de esta manera podamos medir el asentamiento de concreto tal como aparece en la Figura N°7.
- Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla:

Tabla N°7: Consistencia y asentamientos

Consistencia	Asentamiento
Seca	0’’ (0mm) a 2’’ (50mm)
Plástica	3’’ (75mm) a 4’’ (100mm)
Fluida	≥ 5’’ (125mm)

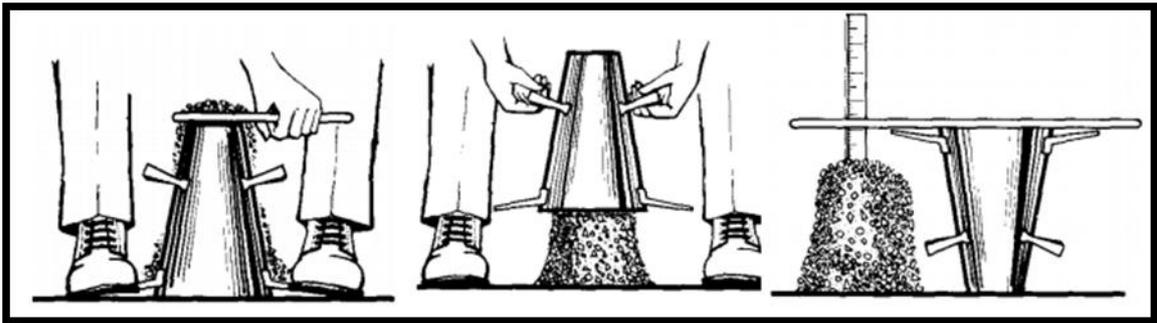
Fuente: NTP 339.0.35

Imagen N°20: Ensayo del cono de Abrams primera parte



Fuente: NTP 339.0.35

Imagen N°21: Ensayo del cono de Abrams segunda parte



Fuente: NTP 339.0.35

MATERIALES

- Molde / Cono de Abrams.
- Diámetro de la base inferior: 20 cm.
- Diámetro de la base superior: 10 cm.
- Varilla Compacto.
- Pala de Acero.

Imagen N°22: Colocación de mezcla en cono de Abrams



Fuente: Propia

Imagen N°23: Apisonado de mezcla por capas en cono de Abrams



Fuente: Propia

Imagen N°24: Medición del asentamiento



Fuente: Propia

3.4.8. TEMPERATURA (NTP 339.114 Y ASTM C1064)

MATERIALES

- Balanza
- Termómetro digital
- Concreto mezcla
- Agua Potable
- Trompo mezclador de concreto
- Carretilla

PROCEDIMIENTO

- Se realiza el mezclado de los materiales con las cantidades indicadas en el diseño de mezcla previamente calculado.

- El Mezclado se realiza siguiendo los tiempos de 5 min de mezclado, una paraba por 1min y posteriormente por 5 min de mezclado más con la finalidad de que el mezclado sea homogéneo.
- La mezcla se vierte en una superficie libre de impurezas, por ejemplo, una carretilla.
- Se coloca el termómetro digital sobre la muestra y se espera el tiempo de 2 a 3 min hasta verificar que no haya cambios en la medida de temperatura que muestra el termómetro.

Imagen N°25: Medición de la temperatura de la mezcla



Fuente: Propia

3.4.9. DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y RENDIMIENTO (NTP 339.046 Y ASTM C138)

MATERIALES Y EQUIPOS

- Balanza.
- Recipiente (Olla de Washington).
- Concreto MUESTRA.
- Agua potable.

- Trompo mezclador.
- Carretilla.
- Regla metálica.
- Martillo de hule.
- Varilla punta de bala.

PROCEDIMIENTO

- El Mezclado de concreto se realiza según las especificaciones técnicas del fabricante, 5 litros de agua por bolsa de 40 kg, en tanda se utilizó 1.5 bolsas de cemento agregando 7.5 litros de agua mezclado en trompo.
- El Mezclado se realiza siguiendo los tiempos de 4 min de mezclado, una paraba por 1min y posteriormente por 4 min de mezclado más con la finalidad de que el mezclado sea homogéneo.
- La mezcla se vierte en una superficie libre de impurezas, por ejemplo, una carretilla.
- Se pesa el recipiente (olla de Washington) y se calcula su volumen de acuerdo a sus dimensiones.
- Luego de realizar el mezclado se procede a llenar el recipiente (olla de Washington) previamente humedecida en tres capas con ayuda de la pala de mano, durante el llenado la mezcla se coloca de manera tal que garantizara la correcta distribución y se redujera al mínimo la separación del material dentro del molde. Al concreto se lo compacta mediante apisonado y estos se llenan en tres capas apisonando de manera uniforme por capa dando 25 golpes con la varilla punta de bala.

- Se golpea con el martillo de hule con el fin de que no queden vacíos en el concreto, después se enraza con la regla metálica, tratando de que la mezcla quede lo más plana posible.
- Se pesa el recipiente (Olla de Washington), con la muestra de concreto.
- Se calcula el peso unitario y el rendimiento con la siguiente formula de acuerdo a los datos obtenidos.

$$\text{PUCF (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso Total (kg)} - \text{Peso recipiente (kg)}}{\text{Volumen del recipiente m}^3}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso total de la tanda (kg)}}{\text{Peso unitario promedio (kg/m}^3\text{)}}$$

Imagen N°26: Llenado de recipiente de peso unitario con concreto fresco



Fuente: Propia

Imagen N°27: Chuseada con varilla lisa de acero 25 golpes



Fuente: Propia

Imagen N°28: Golpe con martillo de hule en 4 vértices de recipiente



Fuente: Propia

Imagen N°29: Acabado final con varilla plana



Fuente: Propia

Imagen N°30: Pesaje final del recipiente con mezcla y toma de datos



Fuente: Propia

3.4.10. ELABORACIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO (ASTM C192)

DESCRIPCIÓN

La elaboración de los cilindros de concreto está bajo la norma NTP 339.033 y norma ASTM C192 donde están especificadas las características de las probetas las cuales serán utilizadas en el ensayo de resistencia a la compresión. Los especímenes deben ser cilindros de acero vaciados y fraguados en forma vertical, donde la longitud debe ser el doble de cantidad que el diámetro del espécimen y el diámetro debe ser tres veces menos al tamaño máximo nominal del agregado grueso en este caso tenemos un tamaño máximo nominal de 1”, lo que significa que si cumple con el parámetro dado.

Las probetas de concreto son un muestreo que se utiliza para realizar ensayos mecánicos del hormigón endurecido. Se realizan en moldes metálicos cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura rígidos.

Es la manera práctica de evaluar la resistencia y uniformidad del concreto en las edificaciones o en diferentes tipos de obra.

Para obtener una resistencia representativa, la norma NTP determina los procedimientos a seguir en cada etapa de la preparación de las probetas; y el reglamento nacional de construcciones señala el tamaño y número de la muestra de ensayo.

PROCEDIMIENTO

- Lo primero que tuvimos que hacer fue lavar los cilindros con agua del laboratorio y colocarles aceite con una esponja por donde los bordes de los cilindros de concreto especialmente más por las bases de concreto y la base, tener cuidado con el aceite al colocarlo en la base del cilindro debido a que no puede combinarse con el concreto.
- Antes de colocar el concreto, ubicar de manera correcta la probeta en un lugar plano para no tener inconvenientes a la hora de compactar. Teniendo la mezcla

lista procedimos a llenar a un 1/3 del cilindro compactando con 25 golpes desde el borde hacia adentro para que el concreto logre estar uniformemente por todo el cilindro, la manera correcta es en forma espiral dando golpes desde los bordes del cilindro hacia adentro sin tocar el cilindro. Luego llenar el concreto a 2/3 nuevamente con 25 golpes y al finalizar de la misma manera logrando tener en la cara final una uniformidad de material, es decir que este lisa al borde del molde cilíndrico para eso podemos usar una regla o un badilejo que nos ayudara a darle uniformidad a esta cara, tipo un tarrajeo. Esto es recomendable debido a que cuando el concreto endurezca podamos desencofrar de manera adecuada y al colocarlo en la máquina de ensayo pueda encajar correctamente en los apoyos.

- Por último, se esperan 24 horas para que el concreto pueda endurecer y se procede al curado de cilindros que significa colocarlos en agua hasta el día de rotura. Se debe tener en cuenta que el agua debe estar limpia con una temperatura inicial entre 20C ° y 26 C°.

MATERIALES

- Molde Cilíndrico
- Varilla Compacta
- Aceite
- Badilejo
- Pala pequeña

Imagen N°31: Moldes cilíndricos de 15x30 cm.



Fuente: Propia

Imagen N°32: Apisonado de mezcla con varilla



Fuente: Propia

Imagen N°33: Acabado final de moldes cilíndricos



Fuente: Propia

3.4.11. ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034, ASTM C39), Y RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (NTP 339.084, ASTM C496)

ENSAYO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

DESCRIPCIÓN

En el ensayo de Resistencia a la compresión se quiere obtener la máxima carga que logra soportar el cilindro de concreto de manera axial o aplastamiento. La forma de expresar esta carga es del kg/cm². Los ensayos de resistencia se dieron a diferentes edades 7, 14, 28 días por medio de la máquina de compresión ubicada en las instalaciones de la Universidad Privada Antenor Orrego.

Es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión. Se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de sección que resiste a la carga.

Los resultados de prueba de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto.

El concreto es un producto de construcción que presenta muchos cambios porque se contraen y expanden con respecto a humedad y temperatura debido a que el proceso de endurecimiento es un periodo muy corto, pasar de un estado plástico a estado sólido puede generar diferentes fisuras y es ahí donde es necesario realizar el curado de las probetas.

PROCEDIMIENTO

- El periodo del curado se cuenta desde el primer día que el cilindro ha sido vaciado, esperamos 24 horas para poder desencofrar todos los especímenes. Se logró hacer 16 especímenes por día lo que quiere decir que desencoframos las 16 probetas colocándoles ni bien fueron desencofradas al proceso del curado que consistió en ubicarlas sumergidas en el agua cubriendo toda la sección de probetas. Se depositó para el curado de acuerdo a la edad de ensayo según dice la norma del NTP 339.033.
- Los especímenes deben romperse en su tiempo determinado respetando las tolerancias permisibles según la tabla establecido en la norma NTP 339.034.

Tabla N°8: Consistencia y asentamientos

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24h	± 0.5 h ò 2.1%
3d	± 2h ò 2.8%
7d	± 6h ò 3.6%
28d	± 20 h ò 3%
90d	± 48 h ò 2.2%

Fuente: NTP 339.034

- Después se procede a colocar la probeta de concreto en la máquina de compresión ubicando el bloque de carga inferior sobre la plataforma circular. La velocidad de carga se debe aplicar continuamente y sin detenimiento.
- La máquina de ensayo ELE es de tipo tornillo, la velocidad de la cabeza móvil debe tener un desplazamiento de 1.3 mm/min (0.05 pulg/min) cuando la maquina está trabajando sin tener alguna transmisión. Para este tipo de maquina se debe aplicar una velocidad que este entre este rango de 0.14 a 0.34 MPa/s (20 a 50 lb/Pulg2-seg.) y esta debe mantener por la segunda mitad de la duración del ensayo para la fase de carga prevista.

MATERIALES

- Máquina de Ensayo Modelo ELE tipo tornillo.

Imagen N°34: Máquina compresora ELE tipo tornillo



Fuente: Propia

Imagen N°35: Preparación de espécimen



Fuente: Propia

Imagen N°36: Colocación de espécimen en máquina compresora



Fuente: Propia

Imagen N°37: Medición de resistencia del espécimen a prueba



Fuente: Propia

Imagen N°38: Rotura del espécimen a prueba



Fuente: Propia

ENSAYO PARA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

PROCEDIMIENTO

- Le ensayo de tracción por compresión diametral o tracción indirecta, consiste en aplicar la fuerza de compresión a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta que este falle por la longitud de su diámetro, esta carga induce esfuerzos de tensión en el plano donde se aplica y esfuerzos a la compresión en el área donde la carga es aplicada. Por lo tanto, la falla de tracción ocurre antes que la falla de compresión debido a que las áreas de aplicación de la carga se encuentran en un estado de compresión triaxial a lo largo de todo el espécimen de concreto, permitiendo de esta manera resistir al espécimen de concreto mucho mayor esfuerzo a la compresión que el obtenido por un esfuerzo a la compresión uniaxial dando paso al fallo por tracción a lo largo del espécimen de concreto.
- Debemos tener en cuenta que el concreto posee muy baja resistencia a la tensión y por lo tanto esta propiedad no se tiene en cuenta en el diseño de estructuras normales. Sin embargo, la tensión tiene importancia en el agrietamiento del concreto debido a la restricción de la contracción inducida por el secado o por disminución de la temperatura.
- Los concretos preparados con agregados livianos, se encogen considerablemente más que los normales y por lo tanto la resistencia a la tensión puede ser tenida en cuenta en el diseño de la estructura correspondiente.
- La resistencia a la tensión es difícil de medir por medio de ensayos directos, debido a las dificultades para montar las muestras y las incertidumbres que existen sobre los esfuerzos secundarios inducidos por los implementos que sujetan las muestras.
- Si bien es cierto que el concreto es un material que trabaja muy bien a esfuerzos de compresión, la tracción es una forma de comportamiento de este material de gran interés para el diseño de variedad de estructuras en la ingeniería civil a partir de mediados del siglo XX y en nuestros días es un valor muy importante como indicador de calidad del concreto dentro de las obras de ingeniería.
- Este método se encuentra normalizado.

- Norma peruana NTP 339.084 (método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica).
- Norma internacional ASTM C496-96 Standard Test Method for splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

$$\text{Compresión diametral y Flexión lateral} = \frac{2(P)}{\pi(D)(L)}$$

Donde:

- P es la carga
- D diámetro del espécimen
- L longitud del espécimen

Imagen N°39: Rotura del espécimen a prueba de tracción



Fuente: Propia

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:

4.1.1. ENSAYOS DE LOS AGREGADOS:

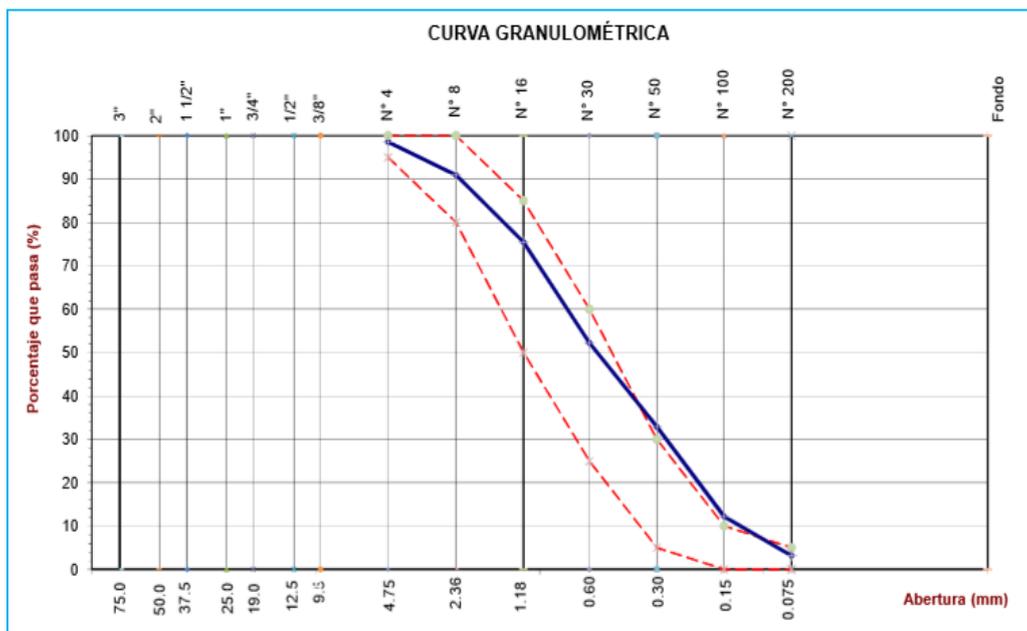
4.1.1.1. Ensayo de granulometría: (NORMAS ASTM C136 / NPT 400.012)

Tabla N°9: Granulometría de Arena Gruesa

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Rango		Datos de la muestra	
						Mínimo	Máximo	Identificación	
3"	75.000	-	-	-	-	-	-	Identificación	: ARENA GRUESA
2"	50.000	-	-	-	-	-	-	Descripción	: ARENA
1 1/2"	37.500	-	-	-	-	-	-	Procedencia	: CANTERA EL LEON DORMIDO
1"	25.000	-	-	-	-	-	-	Fecha Recepcion	: 1/08/2018
3/4"	19.000	-	-	-	-	-	-	Masa inicial (gr)	: 1200
1/2"	12.500	-	-	-	-	-	-	Masa final (gr)	: 1196
3/8"	9.500	-	-	-	-	-	-	Diferencia (Max 0.3%)	: 0.17%
N°4	4.750	17.00	1.40	1.40	98.60	95.00	100.00	Características Físicas	
N°8	2.360	92.00	7.70	9.10	90.90	80.00	100.00		
N°16	1.180	185.00	15.40	24.50	75.50	50.00	8.00	Tamaño Max. Nominal	: -
N°30	0.600	278.00	23.20	47.70	52.30	25.00	60.00	Material < Malla 200	: 4.40%
N°50	0.300	232.00	19.40	67.10	32.90	5.00	30.00	Contenido de Humedad	: 0.80%
N°100	0.150	248.00	20.70	87.80	12.20	-	10.00	Modulo de Finura	: 2.38
N°200	0.075	108.00	9.00	96.80	3.20	-	5.00		
Fondo	-	38.00	3.20	100.00	-	-	-		
		1,198.00	100.00						

Fuente: Propia

Gráfica N°1: Curva Granulométrica Arena Gruesa



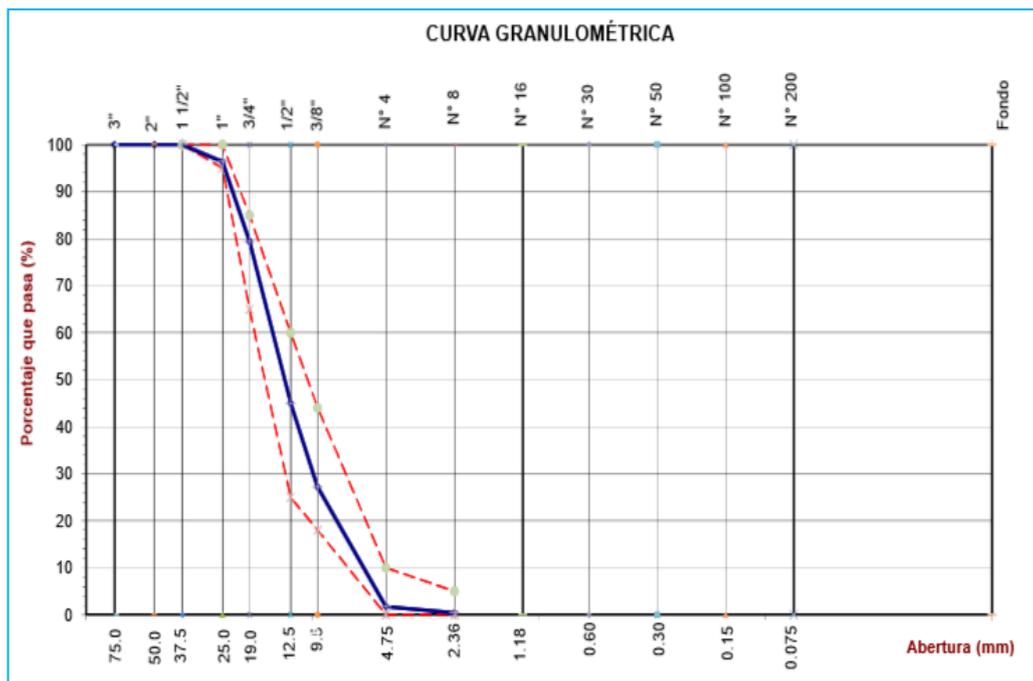
Fuente: Propia

Tabla N°10: Granulometría de Piedra

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Rango		Datos de la muestra	
						Minimo	Maximo	Identificacion	
3"	75.000	-	-	-	100.00	-	-	Identificacion	: PIEDRA HUSO 57
2"	50.000	-	-	-	100.00	-	-	Descripcion	: PIEDRA ZARANDEADA
1 1/2"	37.500	-	-	-	100.00	100.00	100.00	Procedencia	: CANTERA EL LEON DORMIDO
1"	25.000	367.00	3.60	3.60	96.40	95.00	100.00	Fecha Recepcion	: 1/08/2018
3/4"	19.000	1,721.00	17.00	20.60	79.40	-	-	Masa inicial (gr)	: 10150
1/2"	12.500	3,491.00	34.40	55.00	45.00	25.00	60.00	Masa final (gr)	: 10143
3/8"	9.500	1,810.00	17.80	72.80	27.20	-	-	Diferencia (Max 0.3%)	: 0.07%
N°4	4.750	2,577.00	25.40	98.30	1.70	-	10.00		
N°8	2.360	137.00	1.40	99.60	0.40	-	5.00	Características Físicas	
N°16	1.180	-	-	-	-	-	-		
N°30	0.600	-	-	-	-	-	-	Tamaño Max. Nominal	: 1"
N°50	0.300	-	-	-	-	-	-	Material < Malla 200	: 0.30%
N°100	0.150	-	-	-	-	-	-	Contenido de Humedad	: 0.80%
N°200	0.075	-	-	-	-	-	-	Modulo de Finura	: 6.9
Fondo	-	40.00	0.40	100.00	-	-	-		
		10,143.00	100.00						

Fuente: Propia

Gráfica N°2: Curva Granulométrica Piedra Zarandeada



Fuente: Propia

**4.1.1.2. CONTENIDO DE HUMEDAD: (NORMAS ASTM C-566 / NPT
339.185)**

Tabla N°11: Arena

FECHA: 01/08/2018

DESCRIPCION	VALOR
Peso de recipiente (gr)	117.0
Peso del recipiente + material húmedo (gr)	1,117.0
Peso del recipiente + material seco (gr)	1,109.0
Peso del material húmedo (gr)	1,000.0
Peso del material seco (gr)	992.0
Peso de agua contenida (gr)	8.0
Contenido de humedad (%)	0.8

Fuente: Propia

Tabla N°12: Piedra Zarandeada TMN 1"

FECHA: 01/08/2018

DESCRIPCION	VALOR
Peso de recipiente (gr)	3,112.0
Peso del recipiente + material húmedo (gr)	5,312.0
Peso del recipiente + material seco (gr)	5,273.0
Peso del material húmedo (gr)	5,000.0
Peso del material seco (gr)	4,961.0
Peso de agua contenida (gr)	39.0
Contenido de humedad (%)	0.8

Fuente: Propia

**4.1.1.3. MATERIAL PASANTE MALLA N° 200: (NORMAS ASTM C-117 /
NPT 400.018)**

Tabla N°13: Arena

FECHA: 02/08/2018

DESCRIPCION	VALOR
Peso de recipiente (gr)	117.0
Peso del recipiente + material seco (gr)	1,109.0
Peso del recipiente + material seco lavado (gr)	1,067.0
Peso del material seco (gr)	992.0
Peso del material seco lavado (gr)	950.0
Peso de material pasante malla 200 (gr)	42.0
Material pasante malla 200 (%)	4.4

Fuente: Propia

Tabla N°14: Piedra Zarandeada TMN 1"

FECHA: 02/08/2018

DESCRIPCION	VALOR
Peso de recipiente (gr)	312.0
Peso del recipiente + material seco (gr)	5,273.0
Peso del recipiente + material seco lavado (gr)	5,257.0
Peso del material seco (gr)	4,961.0
Peso del material seco lavado (gr)	4,945.0
Peso de material pasante malla 200 (gr)	16.0
Material pasante malla 200 (%)	0.3

Fuente: Propia

4.1.1.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORSIÓN: (NORMAS ASTM C-127 / ASTM C128)

Tabla N°15: Arena

FECHA: 03/08/2018

DESCRIPCION	1	2	PROMEDIO
Peso de la muestra secada en horno (gr)	502.0	499.0	-
Peso del picnómetro llenado con agua (gr)*	1,416.0	1,414.0	-
Peso del picnómetro llenado con muestra y agua (gr)*	1,734.0	1,728.0	-
Peso de la muestra SSS (gr)	5,509.0	505.0	-
Peso específico base seca (gr/cm3)	2.63	2.61	2.62
Peso específico base SSS (gr/cm3)	2.66	2.64	2.65
Absorción (%)	1.4	1.2	1.3

(*) Llenado hasta la marca de calibración. *Fuente: Propia*

Tabla N°16: Piedra Zarandeada TMN 1"

FECHA: 03/08/2018

DESCRIPCION	1	2	PROMEDIO
Peso de la muestra secada en horno al aire (gr)	4,961.0	4,953.0	-
Peso de la muestra SSS al aire (gr)	5,010.0	5,006.0	-
Peso aparente de la muestra saturada en agua (gr)	3,164.0	3,160.0	-
Peso específico base seca (gr/cm3)	2.69	2.68	2.69
Peso específico base SSS (gr/cm3)	2.71	2.71	2.71
Absorción (%)	1.0	1.1	1.1

Fuente: Propia

(1) Norma aplicable a agregado grueso.

(2) Norma aplicable a agregado fino.

4.1.1.5. PESO UNITARIO DEL AGREGADO: (NORMAS ASTM C-29 / NTP 400.017)

Tabla N°17: Arena

FECHA: 01/08/2018

DESCRIPCION	1	2	3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta (kg)	14.805	14.761	14.805	-
Peso del recipiente + muestra apisonada (kg)	16.442	16.548	16.363	-
Peso del recipiente (kg)	3.442	3.442	3.442	-
Peso de la muestra en estado suelto (kg)	11.363	11.319	11.363	-
Peso de la muestra en estado apisonado (kg)	13.000	13.106	12.921	-
Volumen del recipiente (m3)	0.007	0.007	0.007	-
Peso unitario suelto (kg/cm3)	1,623	1,617	1,623	1,621
Peso unitario compactado (kg/cm3)	1,857	1,872	1,846	1,858

Fuente: Propia

Tabla N°18: Piedra Zarandeada TMN 1"

FECHA: 01/08/2018

DESCRIPCION	1	2	3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta (kg)	14.238	14.331	14.225	-
Peso del recipiente + muestra apisonada (kg)	15.466	15.454	15.354	-
Peso del recipiente (kg)	3.442	3.442	3.442	-
Peso de la muestra en estado suelto (kg)	10.796	10.889	10.783	-
Peso de la muestra en estado apisonado (kg)	12.024	12.012	11.912	-
Volumen del recipiente (m3)	0.007	0.007	0.007	-
Peso unitario suelto (kg/cm3)	1,542	1,556	1,540	1,546
Peso unitario compactado (kg/cm3)	1,718	1,716	1,702	1,712

Fuente: Propia

4.1.2. DISEÑO DE MEZCLAS: (NORMA ACI-211)

4.1.2.1. Tablas:

Tabla N°19: Relación agua/cemento tabla 9.3

TABLA 9.3		
DEPENDENCIA ENRE LA RELACION AGUA-MATERIAL CEMENTANTE Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO		
Resistencia a Compresión a los 28 días, kg/cm2 (Mpa)	Relación Agua - Material Cementante en Masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450 (45)	0.38	0.31
400 (40)	0.43	0.34
350 (35)	0.48	0.40
300 (30)	0.55	0.46
250 (25)	0.62	0.53
200 (20)	0.70	0.61
150 (15)	0.80	0.72

Fuente: Norma ACI-211

Tabla N°20: Volumen de agregado grueso tabla 9.4

TABLA 9.4				
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEEN UNITARIO DE CONCRETO				
Tamaño máximo nominal del agregado mm (plg)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferente módulos de finura de agregado fino			
	2.4	2.6	2.8	3.0
9.5 (3/8)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2)	0.59	0.57	0.55	0.53
19.0 (3/4)	0.66	0.64	0.62	0.60
25.0 (1)	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2)	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2)	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3)	0.82	0.80	0.78	0.76
150 (6)	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Norma ACI-211

Tabla N°21: Requisitos de agua según el tamaño máximo del agregado tabla 9.5

TABLA 9.5								
REQUISITOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLA Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES REVENIMIENOS Y TAMAÑOS MAXIMOS NOMINALES DEL AGREGADO								
Revenimiento (Asentamiento) (mm)	Agua, kilogramos por metro cubico de concreto, para los tamaños de agregado indicados							
	9.5 mm	12.5 mm	19 mm	25 mm	37.5 mm	50 mm	75 mm	150 mm
	Concreto sin aire incluido							
25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 a 175	243	228	216	202	190	178	160	0
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
	Concreto con aire incluido							
25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	0
Promedio del contenido de aire total recomendado, para el nivel de exposición, porcentaje								
Exposición leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición Severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Fuente: Norma ACI-211

Tabla N°22: Resistencia Fc´r tabla 9.11

Tabla 9.11	
RESISTENCIA A COMPRESION MEDIA REQUERIAA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER LA DESVIACION ESTANDAR	
Resistencia a compresión especificada, f’c, kg/cm2	Resistencia a compresión media requerida, kg/cm2 (f’cr)
Menos de 210	f’c + 70
210 a 350	f’c + 84
Más de 350	1.10 f’c + 50

Fuente: Norma ACI-211

4.1.2.2. Diseño de mezclas patrón:

Tabla N°23: Resumen de datos ensayos de los materiales

RESUMEN DE DATOS DE ENSAYOS A MATERIALES						
Material	Peso específico (kg/m3)	Humedad (%)	Absorción (%)	Módulo de finura	Tamaño máximo nominal (plg)	Peso unitario compactado (kg/m3)
Cemento	3120	0	0	0	0	0
Agua	1000	0	0	0	0	0
Arena	2620	0.8	1.3	2.3	0	0
Piedra	2690	0.8	1.1	6.9	1	1712
Cáscara de huevo	2230	0.4	1.6	0	0	0

Fuente: Propia

A) DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN 210 KG/CM2

f’c =	210 kg/cm2	Resistencia a la que se quiere llegar
f’cr =	294 kg/cm2	Se obtiene de la tabla n° 9.11 ACI
A/C =	0.56	Se interpola tabla n° 9.3 ACI

Tabla N°24: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm²

CALCULO DE DISEÑO					
Material	Peso Seco (kg)	Volumen (m3)	Peso SSS Saturado superficialmente Seco(kg)	Peso húmedo (kg)	Peso húmedo por corrección (kg)
Cemento	345	0.111	345	345	345
Agua	193	0.193	193	193	200
Arena	601	0.229	609	606	606
Piedra	1216	0.452	1229	1226	1226
Cáscara de huevo	0	0	0	0	0
Aire atrapado	0	0.015	0	0	0
Total		1.000	2376	2370	2377

Fuente: Propia

Tabla N°25: Corrección por humedad mezcla patrón 210 kg/cm²

CORRECCION POR HUMEDAD					
Material	Humedad	Absorción	Diferencia	Peso Seco (kg)	Aporte
Agregado fino	0.008	0.013	-0.005	601	-3.01
Agregado grueso	0.008	0.011	-0.003	1216	-3.65
Total					-7.00

Fuente: Propia

B) DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN 280 KG/CM2

f’c =	280 kg/cm ²	Resistencia a la que se quiere llegar
f’cr =	364 kg/cm ²	Se obtiene de la tabla n° 9.11 ACI
A/C =	0.47	Se interpola tabla n° 9.3 ACI

Tabla N°26: Diseño de mezcla patrón 280 kg/cm²

CALCULO DE DISEÑO					
Material	Peso Seco (kg)	Volumen (m ³)	Peso SSS Saturado superficialmente Seco(kg)	Peso húmedo (kg)	Peso húmedo por corrección (kg)
Cemento	411	0.132	411	411	411
Agua	193	0.193	193	193	199
Arena	546	0.208	553	550	550
Piedra	1216	0.452	1229	1226	1226
Cáscara de huevo	0	0	0	0	0
Aire atrapado	0	0.015	0	0	0
Total		1.000	2386	2380	2386

Fuente: Propia

Tabla N°27: Corrección por humedad mezcla patrón 280 kg/cm²

CORRECCION POR HUMEDAD					
Material	Humedad	Absorción	Diferencia	Peso Seco (kg)	Aporte
Agregado fino	0.008	0.013	-0.005	546	-2.73
Agregado grueso	0.008	0.011	-0.003	1216	-3.65
Total					-6.00

Fuente: Propia

C) DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN 350KG/CM2

f’c =	350 kg/cm2	Resistencia a la que se quiere llegar
f’cr =	434 kg/cm2	Se obtiene de la tabla n° 9.11 ACI
A/C =	0.40	Se interpola tabla n° 9.3 ACI

Tabla N°28: Diseño de mezcla patrón 350 kg/cm²

CALCULO DE DISEÑO					
Material	Peso Seco (kg)	Volumen (m3)	Peso SSS Saturado superficialmente Seco(kg)	Peso húmedo (kg)	Peso húmedo por corrección (kg)
Cemento	483	0.155	483	483	483
Agua	193	0.193	193	193	199
Arena	485	0.185	491	489	489
Piedra	1216	0.452	1229	1226	1226
Cáscara de huevo	0	0	0	0	0
Aire atrapado	0	0.015	0	0	0
Total		1.000	2397	2391	2397

Fuente: Propia

Tabla N°29: Corrección por humedad mezcla patrón 350 kg/cm²

CORRECCION POR HUMEDAD					
Material	Humedad	Absorción	Diferencia	Peso Seco (kg)	Aporte
Agregado fino	0.008	0.013	-0.005	485	-2.43
Agregado grueso	0.008	0.011	-0.003	1216	-3.65
Total					-6.00

Fuente: Propia

4.1.2.3. Diseño de mezclas combinaciones experimentales:

A) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 15% X CÁSCARA DE HUEVO

f’c =	210 kg/cm ²	Resistencia a la que se quiere llegar
f’cr =	294 kg/cm ²	Se obtiene de la tabla n° 9.11 ACI
A/C =	0.56	Se interpola tabla n° 9.3 ACI

Tabla N°30: Diseño de mezcla 210 kg/cm² sustituyendo 15% CH

CALCULO DE DISEÑO					
Material	Peso Seco (kg)	Volumen (m3)	Peso SSS Saturado superficialmente Seco(kg)	Peso húmedo (kg)	Peso húmedo por corrección (kg)
Cemento	293	0.094	293	293	293
Agua	193	0.193	193	193	200
Arena	584	0.223	592	589	589
Piedra	1216	0.452	1229	1226	1226
Cáscara de huevo	52	0.023	52	52	52
Aire atrapado	0	0.015	0	0	0
Total		1.000	2359	2352	2359

Fuente: Propia

Tabla N°31: Corrección por humedad mezcla 210 kg/cm² sustituyendo 15% CH

CORRECCION POR HUMEDAD					
Material	Humedad	Absorción	Diferencia	Peso Seco (kg)	Aporte
Agregado fino	0.008	0.013	-0.005	584	-2.92
Agregado grueso	0.008	0.011	-0.003	1216	-3.65
Total					-7.00

Fuente: Propia

B) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 20% X CÁSCARA DE HUEVO

f’c = 210 kg/cm² Resistencia a la que se quiere llegar
 f’cr = 294 kg/cm² Se obtiene de la tabla n° 9.11 ACI
 A/C = 0.56 Se interpola tabla n° 9.3 ACI

Tabla N°32: Diseño de mezcla 210 kg/cm² sustituyendo 20% CH

CALCULO DE DISEÑO					
Material	Peso Seco (kg)	Volumen (m3)	Peso SSS Saturado superficialmente Seco(kg)	Peso húmedo (kg)	Peso húmedo por corrección (kg)
Cemento	276	0.088	276	276	276

Agua	193	0.193	193	193	200
Arena	578	0.221	586	583	583
Piedra	1216	0.452	1229	1226	1226
Cáscara de huevo	69	0.031	69	69	69
Aire atrapado	0	0.015	0	0	0
Total		1.000	2353	2346	2353

Fuente: Propia

**Tabla N°33: Corrección por humedad mezcla 210 kg/cm² sustituyendo 20%
CH**

CORRECCIÓN POR HUMEDAD					
Material	Humedad	Absorción	Diferencia	Peso Seco (kg)	Aporte
Agregado fino	0.008	0.013	-0.005	578	-2.89
Agregado grueso	0.008	0.011	-0.003	1216	-3.65
Total					-7.00

Fuente: Propia

C) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 15% X CÁSCARA DE HUEVO

f’c =	280 kg/cm ²	Resistencia a la que se quiere llegar
f’cr =	364 kg/cm ²	Se obtiene de la tabla n° 9.11 ACI
A/C =	0.47	Se interpola tabla n° 9.3 ACI

Tabla N°34: Diseño de mezcla 280 kg/cm² sustituyendo 15% CH

CALCULO DE DISEÑO					
Material	Peso Seco (kg)	Volumen (m3)	Peso SSS Saturado superficialmente Seco(kg)	Peso húmedo (kg)	Peso húmedo por corrección (kg)
Cemento	349	0.112	349	349	349
Agua	193	0.193	193	193	199
Arena	525	0.200	532	529	529
Piedra	1216	0.452	1229	1226	1226
Cáscara de huevo	62	0.028	62	62	62
Aire atrapado	0	0.015	0	0	0
Total		1.000	2365	2359	2365

Fuente: Propia

**Tabla N°35: Corrección por humedad mezcla 280 kg/cm^2 sustituyendo 15%
 CH**

CORRECCIÓN POR HUMEDAD					
Material	Humedad	Absorción	Diferencia	Peso Seco (kg)	Aporte
Agregado fino	0.008	0.013	-0.005	525	-2.63
Agregado grueso	0.008	0.011	-0.003	1216	-3.65
Total					-6.00

Fuente: Propia

D) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 20% X CÁSCARA DE HUEVO

$f'c =$ 280 kg/cm^2 Resistencia a la que se quiere llegar
 $f'cr =$ 364 kg/cm^2 Se obtiene de la tabla n° 9.11 ACI
 $A/C =$ 0.47 Se interpola tabla n° 9.3 ACI

Tabla N°36: Diseño de mezcla 280 kg/cm^2 sustituyendo 20% CH

CALCULO DE DISEÑO					
Material	Peso Seco (kg)	Volumen (m3)	Peso SSS Saturado superficialmente Seco(kg)	Peso húmedo (kg)	Peso húmedo por corrección (kg)
Cemento	329	0.105	329	329	329
Agua	193	0.193	193	193	199
Arena	518	0.198	525	522	522
Piedra	1216	0.452	1229	1226	1226
Cáscara de huevo	82	0.037	82	82	82
Aire atrapado	0	0.015	0	0	0
Total		1.000	2358	2352	2358

Fuente: Propia

**Tabla N°37: Corrección por humedad mezcla 280 kg/cm^2 sustituyendo 20%
 CH**

CORRECCIÓN POR HUMEDAD					
Material	Humedad	Absorción	Diferencia	Peso Seco (kg)	Aporte
Agregado fino	0.008	0.013	-0.005	518	-2.59
Agregado grueso	0.008	0.011	-0.003	1216	-3.65
Total					-6.00

Fuente: Propia

E) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 15% X CÁSCARA DE HUEVO

f’c = 350 kg/cm² Resistencia a la que se quiere llegar
 f’cr = 434 kg/cm² Se obtiene de la tabla n° 9.11 ACI
 A/C = 0.40 Se interpola tabla n° 9.3 ACI

Tabla N°38: Diseño de mezcla 350 kg/cm² sustituyendo 15% CH

CALCULO DE DISEÑO					
Material	Peso Seco (kg)	Volumen (m3)	Peso SSS Saturado superficialmente Seco(kg)	Peso húmedo (kg)	Peso húmedo por corrección (kg)
Cemento	411	0.132	411	411	411
Agua	193	0.193	193	193	199
Arena	461	0.176	467	465	465
Piedra	1216	0.452	1229	1226	1226
Cáscara de huevo	72	0.032	72	72	72
Aire atrapado	0	0.015	0	0	0
Total		1.000	2372	2366	2372

Fuente: Propia

Tabla N°39: Corrección por humedad mezcla 350 kg/cm² sustituyendo 15% CH

CORRECCION POR HUMEDAD					
Material	Humedad	Absorción	Diferencia	Peso Seco (kg)	Aporte
Agregado fino	0.008	0.013	-0.005	461	-2.31
Agregado grueso	0.008	0.011	-0.003	1216	-3.65
Total					-6.00

Fuente: Propia

F) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 20% X CÁSCARA DE HUEVO

f’c = 350 kg/cm² Resistencia a la que se quiere llegar
 f’cr = 434 kg/cm² Se obtiene de la tabla n° 9.11 ACI
 A/C = 0.40 Se interpola tabla n° 9.3 ACI

Tabla N°40: Diseño de mezcla 350 kg/cm² sustituyendo 20% CH

CALCULO DE DISEÑO					
Material	Peso Seco (kg)	Volumen (m3)	Peso SSS Saturado superficialmente Seco(kg)	Peso húmedo (kg)	Peso húmedo por corrección (kg)
Cemento	386	0.124	386	386	386
Agua	193	0.193	193	193	199
Arena	453	0.173	459	457	457
Piedra	1216	0.452	1229	1226	1226
Cáscara de huevo	97	0.043	97	97	97
Aire atrapado	0	0.015	0	0	0
Total		1.000	2364	2358	2364

Fuente: Propia

Tabla N°41: Corrección por humedad mezcla 350 kg/cm² sustituyendo 20% CH

CORRECCION POR HUMEDAD					
Material	Humedad	Absorción	Diferencia	Peso Seco (kg)	Aporte
Agregado fino	0.008	0.013	-0.005	453	-2.27
Agregado grueso	0.008	0.011	-0.003	1216	-3.65
Total					-6.00

Fuente: Propia

4.1.2.4. Diseño de mezclas para muestras de ensayos:

A) DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN 210 KG/CM²

f'c = 210 kg/cm²

f'cr = 294 kg/cm²

A/C = 0.56

Tabla N°42: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm^2 para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	15.87	110	0.046
Agua	9.20		
Arena	27.87		
Piedra	56.38		
Cáscara de huevo	0.00		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

B) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 15% X CÁSCARA DE HUEVO

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

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

$A/C = 0.56$

Tabla N°43: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm^2 sustituyendo 15% CH para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	13.77	112	0.047
Agua	9.40		
Arena	27.67		
Piedra	57.61		
Cáscara de huevo	2.44		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

C) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 20% X CÁSCARA DE HUEVO

$f'c =$ 210 kg/cm²
 $f'cr =$ 294 kg/cm²
 $A/C =$ 0.56

Tabla N°44: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm² sustituyendo 20% CH para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	12.97	112	0.047
Agua	9.40		
Arena	27.38		
Piedra	57.61		
Cáscara de huevo	3.24		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

D) DISEÑO DE MEZCLA ADICIONANDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 2% X CÁSCARA DE HUEVO

$f'c =$ 210 kg/cm²
 $f'cr =$ 294 kg/cm²
 $A/C =$ 0.56

Tabla N°45: Diseño de mezcla patrón 210 kg/cm² adicionando 2% CH para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	15.87	110	0.046
Agua	9.20		
Arena	27.87		
Piedra	56.38		
Cáscara de huevo	0.32		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

E) DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN 280 KG/CM²

$f'c =$ 280 kg/cm²
 $f'cr =$ 364 kg/cm²
 $A/C =$ 0.47

Tabla N°46: Diseño de mezcla patrón 280 kg/cm² para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	19.32	112	0.047
Agua	9.35		
Arena	25.87		
Piedra	57.61		
Cáscara de huevo	0.00		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

F) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 15% X CÁSCARA DE HUEVO

$f'c =$ 280 kg/cm²
 $f'cr =$ 364 kg/cm²
 $A/C =$ 0.47

Tabla N°47: Diseño de mezcla patrón 280 kg/cm² sustituyendo 15% CH para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	16.40	112	0.047
Agua	9.35		
Arena	24.87		
Piedra	57.61		
Cáscara de huevo	2.91		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

G) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 20% X CÁSCARA DE HUEVO

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$
 $A/C = 0.47$

Tabla N°48: Diseño de mezcla patrón 280 kg/cm^2 sustituyendo 20% CH para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	15.46	112	0.047
Agua	9.35		
Arena	24.54		
Piedra	57.61		
Cáscara de huevo	3.85		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

H) DISEÑO DE MEZCLA ADICIONANDO EN UN 2% X CÁSCARA DE HUEVO

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$
 $A/C = 0.47$

Tabla N°49: Diseño de mezcla patrón 280 kg/cm^2 adicionando 2% CH para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	19.32	112	0.047
Agua	9.35		
Arena	25.87		
Piedra	57.61		
Cáscara de huevo	0.39		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

I) DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN 350 KG/CM²

f’c = 350 kg/cm²
 f’cr = 434 kg/cm²
 A/C = 0.40

Tabla N°50: Diseño de mezcla patrón 350 kg/cm² para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	22.70	112	0.047
Agua	9.35		
Arena	22.98		
Piedra	57.61		
Cáscara de huevo	0.00		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

J) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 15% X CÁSCARA DE HUEVO

f’c = 350 kg/cm²
 f’cr = 434 kg/cm²
 A/C = 0.40

Tabla N°51: Diseño de mezcla patrón 350 kg/cm² sustituyendo 15% CH para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	19.32	112	0.047
Agua	9.35		
Arena	21.84		
Piedra	57.61		
Cáscara de huevo	3.38		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

K) DISEÑO DE MEZCLA SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO EN UN 20% X CÁSCARA DE HUEVO

f'c = 350 kg/cm²
 f'cr = 434 kg/cm²
 A/C = 0.40

Tabla N°52: Diseño de mezcla patrón 350 kg/cm² sustituyendo 20% CH para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	18.14	112	0.047
Agua	9.35		
Arena	21.46		
Piedra	57.61		
Cáscara de huevo	4.56		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

I) DISEÑO DE MEZCLA ADICIONANDO EN UN 2% X CÁSCARA DE HUEVO

f'c = 350 kg/cm²
 f'cr = 434 kg/cm²
 A/C = 0.40

Tabla N°53: Diseño de mezcla patrón 350 kg/cm² adicionando 2% CH para ensayos

	CANTIDAD PARA LA MEZCLA DE MUESTRA (KG)	TOTAL DE KILOS EN 8 PROBETAS DE CONCRETO DE 15X30 CM (KG)	COEFICIENTE
Cemento	22.70	112	0.047
Agua	9.35		
Arena	22.98		
Piedra	57.61		
Cáscara de huevo	0.45		
Aire atrapado	0.00		

Fuente: Propia

4.1.5. ENSAYOS EN ESTADO FRESCO:

4.1.5.1. CONSISTENCIA (SLUMP): (NORMAS NTP 339.045, ASTM C143)

Tabla N°58: Slump de concreto patrón 210 kg/cm²

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO PATRON 210 KG/CM ²
FECHA:	03/08/2018
SLUMP DISEÑO:	4 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
5 ¼ PULG.	2 – 4 PULG. +- 1

Fuente: Propia

Tabla N°59: Slump de concreto patrón 280 kg/cm²

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO PATRON 280 KG/CM ²
FECHA:	04/08/2018
SLUMP DISEÑO:	3 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
3 ¾ PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

Tabla N°60: Slump de concreto patrón 350 kg/cm²

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO PATRON 350 KG/CM ²
FECHA:	06/08/2018
SLUMP DISEÑO:	3 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
2 PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

Tabla N°61: Slump de concreto 210 kg/cm² sustituyendo 15% CH

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH
FECHA:	20/10/2018
SLUMP DISEÑO:	4 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
4 ¼ PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

Tabla N°62: Slump de concreto 210 kg/cm² sustituyendo 20% CH

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH
FECHA:	20/10/2018
SLUMP DISEÑO:	4 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
3 ½ PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

Tabla N°63: Slump de concreto 210 kg/cm² adicionando 2% CH

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH
FECHA:	22/10/2018
SLUMP DISEÑO:	4 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
5 PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

Tabla N°64: Slump de concreto 280 kg/cm² sustituyendo 15% CH

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH
FECHA:	22/10/2018
SLUMP DISEÑO:	3 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
3 PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

Tabla N°65: Slump de concreto 280 kg/cm² sustituyendo 20% CH

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH
FECHA:	23/10/2018
SLUMP DISEÑO:	3 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
2 ¼ PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

Tabla N°66: Slump de concreto 280 kg/cm² adicionando 2% CH

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH
FECHA:	23/10/2018
SLUMP DISEÑO:	3 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
3 ½ PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

Tabla N°67: Slump de concreto 350 kg/cm² sustituyendo 15% CH

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH
FECHA:	24/10/2018
SLUMP DISEÑO:	3 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
1 ½ PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

Tabla N°68: Slump de concreto 350 kg/cm² sustituyendo 20% CH

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH
FECHA:	24/10/2018
SLUMP DISEÑO:	3 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
1 ¼ PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

Tabla N°69: Slump de concreto 350 kg/cm² adicionando 2% CH

CONSISTENCIA (SLUMP) PARA ENSAYOS MUESTRAS	
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH
FECHA:	25/10/2018
SLUMP DISEÑO:	3 PULG.
ENSAYO DE SLUMP	
SLUMP	TOLERANCIA ASTM C143
1 ¼ PULG.	2 – 4 PULG. +-1

Fuente: Propia

4.1.5.2. TEMPERATURA: (NORMAS NTP 339.114, ASTM C 1064)

Tabla N°70: Temperatura de concreto patrón 210 kg/cm²

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM ²						
FECHA:	03/08/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA FRIO	TEMP. MIN.	SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
21 °C		C°		13	10	7	5
		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°71: Temperatura de concreto patrón 280 kg/cm²

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM ²						
FECHA:	04/08/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA FRIO	TEMP. MIN.	SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
21.5 °C		C°		13	10	7	5
		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°72: Temperatura de concreto patrón 350 kg/cm²

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 350 KG/CM ²						
FECHA:	06/08/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA		SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
	FRIO	TEMP. MIN.	C°	13	10	7	5
21 °C		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°73: Temperatura de concreto 210 kg/cm² sustituyendo 15% CH

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15%CH						
FECHA:	20/10/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA		SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
	FRIO	TEMP. MIN.	C°	13	10	7	5
26.5 °C		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°74: Temperatura de concreto 210 kg/cm² sustituyendo 20% CH

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20%CH						
FECHA:	20/10/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA		SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
	FRIO	TEMP. MIN.	C°	13	10	7	5
25.5 °C		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°75: Temperatura de concreto 210 kg/cm² adicionando 2% CH

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² ADICIONANDO 2%CH						
FECHA:	22/10/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA		SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
	FRIO	TEMP. MIN.	C°	13	10	7	5
24.5 °C		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°76: Temperatura de concreto 280 kg/cm² sustituyendo 15% CH

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15%CH						
FECHA:	22/10/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA		SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
	FRIO	TEMP. MIN.	C°	13	10	7	5
24 °C		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°77: Temperatura de concreto 280 kg/cm² sustituyendo 20% CH

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20%CH						
FECHA:	23/10/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA		SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
	FRIO	TEMP. MIN.	C°	13	10	7	5
26 °C		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°78: Temperatura de concreto 280 kg/cm² adicionando 2% CH

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² ADICIONANDO 2%CH						
FECHA:	23/10/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA		SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
	FRIO	TEMP. MIN.	C°	13	10	7	5
23.5 °C		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°79: Temperatura de concreto 350 kg/cm² sustituyendo 15% CH

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15%CH						
FECHA:	24/10/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA		SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
	FRIO	TEMP. MIN.	C°	13	10	7	5
25 °C		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°80: Temperatura de concreto 350 kg/cm² sustituyendo 20% CH

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20%CH						
FECHA:	24/10/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA		SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
	FRIO	TEMP. MIN.	C°	13	10	7	5
23.5 °C		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

Tabla N°81: Temperatura de concreto 350 kg/cm² adicionando 2% CH

TEMPERATURA DE MUESTRA EN ENSAYOS CONCRETO							
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² ADICIONANDO 2%CH						
FECHA:	25/10/2018						
TEMPERATURA:	TOLERANCIA SEGÚN ASTM C 94/C 94M Y NTP 339.114						
MUESTRA C°	CLIMA		SECCION	<300	300-900	900-1800	<1800
	FRIO	TEMP. MIN.	C°	13	10	7	5
23.5 °C		TEMP. MAX.	32 °C				
	CLIMA CÁLIDO	T= MAS BAJA POSIBLE. SI T= 32 °C SE PUEDE ENCONTRAR DIFICULTADES.					

Fuente: Propia

4.1.5.3. DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y RENDIMIENTO: (NORMAS NTP 400.017, ASTM C138)

4.1.5.3.1. PESO UNITARIO:

$$PUCF (kg/m^3) = \frac{\text{Peso Total (kg)} - \text{Peso recipiente (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

Tabla N°82: Peso unitario en muestra de concreto patrón 210 kg/cm²

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO PATRON 210 KG/CM2	
FECHA:	03/08/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.337	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M ³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM ³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M ³):	2,396	2200-2400

Fuente: Propia

Tabla N°83: Peso unitario en muestra de concreto patrón 280 kg/cm²

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO PATRON 280 KG/CM2	
FECHA:	04/08/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.396	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M ³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM ³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M ³):	2,404	2200-2400

Fuente: Propia

Tabla N°84: Peso unitario en muestra de concreto patrón 350 kg/cm²

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO PATRON 350 KG/CM2	
FECHA:	06/08/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.323	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M³):	2,394	2200-2400

Fuente: Propia

Tabla N°85: Peso unitario en muestra de concreto 210 kg/cm² sustituyendo 15% CH

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM2 SUSTITUYENDO 15% CH	
FECHA:	20/10/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.335	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M³):	2,395	2200-2400

Fuente: Propia

Tabla N°86: Peso unitario en muestra de concreto 210 kg/cm² sustituyendo 20% CH

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM2 SUSTITUYENDO 20% CH	
FECHA:	20/10/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.138	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M³):	2,367	2200-2400

Fuente: Propia

Tabla N°87: Peso unitario en muestra de concreto 210 kg/cm² adicionando 2% CH

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM2 ADICIONANDO 2% CH	
FECHA:	22/10/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.138	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M³):	2,367	2200-2400

Fuente: Propia

**Tabla N°88: Peso unitario en muestra de concreto 280 kg/cm² sustituyendo 15%
CH**

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO 15% CH	
FECHA:	22/10/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.281	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M³):	2,388	2200-2400

Fuente: Propia

**Tabla N°89: Peso unitario en muestra de concreto 280 kg/cm² sustituyendo 20%
CH**

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO 20% CH	
FECHA:	23/10/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.350	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M³):	2,397	2200-2400

Fuente: Propia

Tabla N°90: Peso unitario en muestra de concreto 280 kg/cm² adicionando 2% CH

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM2 ADICIONANDO 2% CH	
FECHA:	23/10/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.452	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M³):	2,412	2200-2400

Fuente: Propia

Tabla N°91: Peso unitario en muestra de concreto 350 kg/cm² sustituyendo 15% CH

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO 15% CH	
FECHA:	24/10/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.373	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M³):	2,401	2200-2400

Fuente: Propia

Tabla N°92: Peso unitario en muestra de concreto 350 kg/cm² sustituyendo 20% CH

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM2 SUSTITUYENDO 20% CH	
FECHA:	24/10/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.283	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M³):	2,388	2200-2400

Fuente: Propia

Tabla N°93: Peso unitario en muestra de concreto 350 kg/cm² adicionando 2% CH

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM2 ADICIONANDO 2% CH	
FECHA:	25/10/2018	
PESO UNITARIO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL (KG):	20.442	
PESO RECIPIENTE (KG):	3.52	PESO UNITARIO (KG/M³)
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (CM³):	0.00702	
PESO UNITARIO (KG/M³):	2,411	2200-2400

Fuente: Propia

4.1.5.3.2. RENDIMIENTO:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso total de la tanda (kg)}}{\text{Peso unitario promedio (kgm}^3\text{)}}$$

Tabla N°94: Rendimiento en muestra de concreto patrón 210 kg/cm²

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM2	
FECHA:	04/08/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M ³)	2,386	RENDIMIENTO
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M ³):	2,404	
RENDIMIENTO:	0.99	0.98 – 1.02

Fuente: Propia

Tabla N°95: Rendimiento en muestra de concreto patrón 280 kg/cm²

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM2	
FECHA:	03/08/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M ³)	2,377	RENDIMIENTO
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M ³):	2,396	
RENDIMIENTO:	0.99	0.98 – 1.02

Fuente: Propia

Tabla N°96: Rendimiento en muestra de concreto patrón 350 kg/cm²

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 350 KG/CM2	
FECHA:	06/08/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M³)	2,397	
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M³):	2,394	RENDIMIENTO
RENDIMIENTO:	1.00	

Fuente: Propia

Tabla N°97: Rendimiento en muestra de concreto 210 kg/cm² sustituyendo 15%CH

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM2 SUSTITUYENDO 15% CH	
FECHA:	20/10/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M³)	2,359	
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M³):	2,395	RENDIMIENTO
RENDIMIENTO:	0.98	

Fuente: Propia

Tabla N°98: Rendimiento en muestra de concreto 210 kg/cm² sustituyendo 20%CH

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM2 SUSTITUYENDO 20% CH	
FECHA:	20/10/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M ³)	2,353	RENDIMIENTO
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M ³):	2,367	
RENDIMIENTO:	0.98	0.98 – 1.02

Fuente: Propia

Tabla N°99: Rendimiento en muestra de concreto 210 kg/cm² adicionando 2%CH

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM2 ADICIONANDO 2% CH	
FECHA:	22/10/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M ³)	2,375	RENDIMIENTO
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M ³):	2,407	
RENDIMIENTO:	0.99	0.98 – 1.02

Fuente: Propia

Tabla N°100: Rendimiento en muestra de concreto 280 kg/cm² sustituyendo 15%CH

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO 15% CH	
FECHA:	22/10/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M ³)	2,365	RENDIMIENTO
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M ³):	2,388	
RENDIMIENTO:	0.99	0.98 – 1.02

Fuente: Propia

Tabla N°101: Rendimiento en muestra de concreto 280 kg/cm² sustituyendo 20%CH

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM2 SUSTITUYENDO 20% CH	
FECHA:	23/10/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M ³)	2,358	RENDIMIENTO
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M ³):	2,397	
RENDIMIENTO:	0.98	0.98 – 1.02

Fuente: Propia

Tabla N°102: Rendimiento en muestra de concreto 280 kg/cm² adicionando 2%CH

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM2 ADICIONANDO 2% CH	
FECHA:	23/10/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M³)	2,394	RENDIMIENTO
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M³):	2,412	
RENDIMIENTO:	0.99	0.98 – 1.02

Fuente: Propia

Tabla N°103: Rendimiento en muestra de concreto 350 kg/cm² sustituyendo 15%CH

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM2 SUSTITUYENDO 15% CH	
FECHA:	24/10/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M³)	2,372	RENDIMIENTO
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M³):	2,401	
RENDIMIENTO:	0.99	0.98 – 1.02

Fuente: Propia

Tabla N°104: Rendimiento en muestra de concreto 350 kg/cm² sustituyendo 20%CH

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
FECHA:	24/10/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M³)	2,364	RENDIMIENTO
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M³):	2,388	
RENDIMIENTO:	0.99	0.98 – 1.02

Fuente: Propia

Tabla N°105: Rendimiento en muestra de concreto 350 kg/cm² adicionando 2%CH

RENDIMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH	
FECHA:	25/10/2018	
RENDIMIENTO		TOLERANCIA (ASTM C138)
PESO TOTAL TANDA (KG/M³)	2,406	RENDIMIENTO
PESO UNITARIO PROMEDIO (KG/M³):	2,411	
RENDIMIENTO:	1.00	0.98 – 1.02

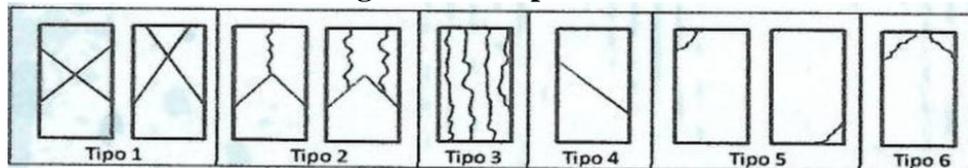
Fuente: Propia

4.1.6. ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO:

4.1.6.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: (NORMAS NTP 339.034, ASTM C39)

Tablas relacionadas:

Imagen N°50: Tipos de falla



Fuente: NTP 339.034

Imagen N°51: Porcentaje de efectividad

EDAD (Días)	RESISTENCIA (%)	
	Mínimo	Ideal
7	50	65
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Fuente: NTP 339.034

Tabla N°106: Resistencia a la compresión a 7 días concreto patrón 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM ²	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.05	15.05
L (CM)	30.00	30.00
A (CM ²):	177.90	177.90
F'c (KG/CM ²):	228.71	218.99
F'c PROMEDIO (KG/CM ²):	223.85	

Fuente: Propia

Tabla N°107: Resistencia a la compresión a 14 días concreto patrón 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM ²	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.03	15.03
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	177.42	177.42
F'c (KG/CM ²):	286.18	305.73
F'c PROMEDIO (KG/CM ²):	295.96	

Fuente: Propia

Tabla N°108: Resistencia a la compresión a 28 días concreto patrón 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM ²	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	177.19	177.19
F´C (KG/CM ²):	325.60	320.15
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	322.88	

Fuente: Propia

Tabla N°109: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 210 kg/cm² sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.03	15.03
L (CM)	30.00	30.00
A (CM ²):	177.42	177.42
F´C (KG/CM ²):	235.20	230.60
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	232.90	

Fuente: Propia

Tabla N°110: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 210 kg/cm^2 sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM^2 SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.00	15.00
L (CM)	30.02	30.02
A (CM^2):	176.71	176.71
$F'c$ (KG/CM^2):	297.10	292.30
$F'c$ PROMEDIO (KG/CM^2):	294.70	

Fuente: Propia

Tabla N°111: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 210 kg/cm^2 sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM^2 SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.01	15.01
L (CM)	30.00	30.00
A (CM^2):	176.95	176.95
$F'c$ (KG/CM^2):	326.60	343.80
$F'c$ PROMEDIO (KG/CM^2):	335.20	

Fuente: Propia

**Tabla N°112: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 210 kg/cm²
sustituyendo 20% CH**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.00	15.00
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	176.71	176.71
F´C (KG/CM ²):	244.40	248.70
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	246.55	

Fuente: Propia

**Tabla N°113: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 210 kg/cm²
sustituyendo 20% CH**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.00	30.00
A (CM ²):	177.19	177.19
F´C (KG/CM ²):	280.40	295.20
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	287.80	

Fuente: Propia

Tabla N°114: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 210 kg/cm² sustituyendo 20% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.00	15.00
L (CM)	30.02	30.02
A (CM ²):	176.71	176.71
F´C (KG/CM ²):	315.60	311.20
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	313.40	

Fuente: Propia

Tabla N°115: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 210 kg/cm² adicionando 2% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.03	15.03
L (CM)	30.02	30.02
A (CM ²):	177.42	177.42
F´C (KG/CM ²):	306.70	313.90
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	310.30	

Fuente: Propia

**Tabla N°116: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 210 kg/cm²
adicionando 2% CH**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.01	15.01
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	176.95	176.95
F´C (KG/CM ²):	345.20	355.50
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	350.35	

Fuente: Propia

**Tabla N°117: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 210 kg/cm²
adicionando 2% CH**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² ADICIONANDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.02	30.02
A (CM ²):	177.19	177.19
F´C (KG/CM ²):	375.80	391.20
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	383.50	

Fuente: Propia

Tabla N°118: Resistencia a la compresión a 7 días concreto patrón 280 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM ²	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.04	15.04
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	177.66	177.66
F'c (KG/CM ²):	315.25	318.56
F'c PROMEDIO (KG/CM ²):	316.91	

Fuente: Propia

Tabla N°119: Resistencia a la compresión a 14 días concreto patrón 280 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM ²	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.00	30.00
A (CM ²):	177.19	177.19
F'c (KG/CM ²):	347.18	350.61
F'c PROMEDIO (KG/CM ²):	348.90	

Fuente: Propia

Tabla N°120: Resistencia a la compresión a 28 días concreto patrón 280 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM ²	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.01	15.01
L (CM)	30.02	30.02
A (CM ²):	176.95	176.95
F´C (KG/CM ²):	392.56	393.64
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	393.10	

Fuente: Propia

Tabla N°121: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 280 kg/cm² sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.00	30.00
A (CM ²):	177.19	177.19
F´C (KG/CM ²):	338.50	329.10
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	333.80	

Fuente: Propia

Tabla N°122: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 280 kg/cm² sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.01	15.01
L (CM)	30.02	30.02
A (CM ²):	176.95	176.95
F´C (KG/CM ²):	354.60	363.20
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	358.90	

Fuente: Propia

Tabla N°123: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 280 kg/cm² sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.02	30.02
A (CM ²):	177.19	177.19
F´C (KG/CM ²):	401.20	388.40
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	394.80	

Fuente: Propia

**Tabla N°124: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 280 kg/cm²
sustituyendo 20% CH**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.04	15.04
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	177.66	177.66
F´C (KG/CM ²):	303.70	310.30
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	307.00	

Fuente: Propia

**Tabla N°125: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 280 kg/cm²
sustituyendo 20% CH**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.00	30.00
A (CM ²):	177.19	177.19
F´C (KG/CM ²):	362.20	352.10
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	357.15	

Fuente: Propia

Tabla N°126: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 280 kg/cm² sustituyendo 20% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.03	15.03
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	177.42	177.42
F´C (KG/CM ²):	394.60	387.60
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	391.10	

Fuente: Propia

Tabla N°127: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 280 kg/cm² adicionando 2% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.03	15.03
L (CM)	30.00	30.00
A (CM ²):	177.42	177.42
F´C (KG/CM ²):	357.40	351.80
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	354.60	

Fuente: Propia

Tabla N°128: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 280 kg/cm² adicionando 2% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.04	15.04
L (CM)	30.02	30.02
A (CM ²):	177.66	177.66
F´C (KG/CM ²):	401.00	396.70
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	398.85	

Fuente: Propia

Tabla N°129: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 280 kg/cm² adicionando 2% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² ADICIONANDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	177.19	177.19
F´C (KG/CM ²):	448.90	449.60
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	449.20	

Fuente: Propia

Tabla N°130: Resistencia a la compresión a 7 días concreto patrón 350 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 350 KG/CM ²	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.03	15.03
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	177.42	177.42
F´C (KG/CM ²):	315.25	325.62
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	320.44	

Fuente: Propia

Tabla N°131: Resistencia a la compresión a 14 días concreto patrón 350 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 350 KG/CM ²	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.02	30.02
A (CM ²):	177.19	177.19
F´C (KG/CM ²):	386.77	379.31
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	383.04	

Fuente: Propia

Tabla N°132: Resistencia a la compresión a 28 días concreto patrón 350 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 350 KG/CM ²	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.04	15.04
L (CM)	30.02	30.02
A (CM ²):	177.66	177.66
F´C (KG/CM ²):	385.63	364.21
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	374.92	

Fuente: Propia

Tabla N°133: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 350 kg/cm² sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.03	30.02
A (CM ²):	177.19	177.19
F´C (KG/CM ²):	355.90	357.30
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	356.60	

Fuente: Propia

Tabla N°134: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 350 kg/cm^2 sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM^2 SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.01	15.01
L (CM)	30.04	30.02
A (CM^2):	176.95	176.95
$F'c$ (KG/CM^2):	412.10	375.60
$F'c$ PROMEDIO (KG/CM^2):	393.85	

Fuente: Propia

Tabla N°135: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 350 kg/cm^2 sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM^2 SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.01	15.01
L (CM)	30.02	30.02
A (CM^2):	176.95	176.95
$F'c$ (KG/CM^2):	416.10	430.40
$F'c$ PROMEDIO (KG/CM^2):	423.25	

Fuente: Propia

Tabla N°136: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 350 kg/cm² sustituyendo 20% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.03	15.03
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	177.42	177.42
F´C (KG/CM ²):	318.10	338.80
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	328.45	

Fuente: Propia

Tabla N°137: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 350 kg/cm² sustituyendo 20% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.03	30.01
A (CM ²):	177.19	177.19
F´C (KG/CM ²):	366.50	344.40
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	355.45	

Fuente: Propia

Tabla N°138: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 350 kg/cm² sustituyendo 20% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.04	15.04
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	177.66	177.66
F´C (KG/CM ²):	393.90	346.20
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	370.05	

Fuente: Propia

Tabla N°139: Resistencia a la compresión a 7 días concreto 350 kg/cm² adicionando 2% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH	
EDAD:	7 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.03	15.03
L (CM)	30.02	30.01
A (CM ²):	177.42	177.42
F´C (KG/CM ²):	412.40	427.50
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	419.95	

Fuente: Propia

Tabla N°140: Resistencia a la compresión a 14 días concreto 350 kg/cm² adicionando 2% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH	
EDAD:	14 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.04	15.04
L (CM)	30.00	30.00
A (CM ²):	177.66	177.66
F´C (KG/CM ²):	465.60	466.70
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	466.15	

Fuente: Propia

Tabla N°141: Resistencia a la compresión a 28 días concreto 350 kg/cm² adicionando 2% CH

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² ADICIONANDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.00	15.00
L (CM)	30.01	30.01
A (CM ²):	176.71	176.71
F´C (KG/CM ²):	504.40	483.90
F´C PROMEDIO (KG/CM ²):	494.15	

Fuente: Propia

**Tabla N°142: Resumen de resistencia a la compresión patrón versus
experimentales a sus diferentes edades**

	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F’C (KG/CM ²)								
	210			280			350		
DIAS	7	14	28	7	14	28	7	14	28
CONCRETO PATRÓN	223.85	295.96	322.88	326.91	348.90	393.10	320.44	383.04	374.92
CONCRETO SUSTITUYENDO 15%	232.90	294.70	335.20	333.80	358.90	394.80	356.60	393.85	423.25
CONCRETO SUSTITUYENDO 20%	246.55	287.80	313.40	307.00	357.15	391.10	328.45	355.45	370.05
CONCRETO ADICIONANDO 2%	310.30	350.35	383.50	354.60	398.85	449.20	419.95	466.15	494.15

Fuente: Propia

**4.1.6.2. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN
DIAMETRAL: (NORMA NTP 339.084, ASTM C496)**

Tabla N°143: Resistencia a la tracción a 28 días concreto patrón 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM ²	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.05	15.05
L (CM)	30.00	30.00
F (KG):	18,265.00	15,365.00
F'T PROMEDIO (KG/CM ²):	23.79	

Fuente: Propia

**Tabla N°144: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 210 kg/cm² sustituyendo
15% CH**

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.01	15.01
L (CM)	30.00	30.00
F (KG):	16,179.00	14,244.00
F'T PROMEDIO (KG/CM ²):	21.52	

Fuente: Propia

Tabla N°145: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 210 kg/cm² sustituyendo 20% CH

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.00	15.00
L (CM)	30.02	30.02
F (KG):	21,034.00	18,091.00
F’T PROMEDIO (KG/CM ²):	27.68	

Fuente: Propia

Tabla N°146: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 210 kg/cm² adicionando 2% CH

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 210 KG/CM ² ADICIONANDO 2% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.02	30.02
F (KG):	24,322.00	20,846.00
F’T PROMEDIO (KG/CM ²):	31.95	

Fuente: Propia

Tabla N°147: Resistencia a la tracción a 28 días concreto patrón 280 kg/cm²

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM ²	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.01	15.01
L (CM)	30.02	30.02
F (KG):	21,564.00	22,654.00
F’T PROMEDIO (KG/CM ²):	31.28	

Fuente: Propia

Tabla N°148: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 280 kg/cm² sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.02	30.02
F (KG):	19,957.00	25,532.00
F’T PROMEDIO (KG/CM ²):	32.18	

Fuente: Propia

Tabla N°149: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 280 kg/cm² sustituyendo 20% CH

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.03	15.03
L (CM)	30.01	30.01
F (KG):	22,045.00	22,834.00
F’T PROMEDIO (KG/CM ²):	31.75	

Fuente: Propia

Tabla N°150: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 280 kg/cm² adicionando 2% CH

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 280 KG/CM ² ADICIONANDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.02	15.02
L (CM)	30.01	30.01
F (KG):	23,023.00	28,096.00
F’T PROMEDIO (KG/CM ²):	36.16	

Fuente: Propia

Tabla N°151: Resistencia a la tracción a 28 días concreto patrón 350 kg/cm²

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO PATRÓN 350 KG/CM ²	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.04	15.04
L (CM)	30.02	30.02
F (KG):	27,115.00	26,118.00
F’T PROMEDIO (KG/CM ²):	37.65	

Fuente: Propia

Tabla N°152: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 350 kg/cm² sustituyendo 15% CH

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 15% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.01	15.01
L (CM)	30.02	30.02
F (KG):	22,949.00	25,363.00
F’T PROMEDIO (KG/CM ²):	34.17	

Fuente: Propia

Tabla N°153: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 350 kg/cm² sustituyendo 20% CH

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² SUSTITUYENDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.04	15.04
L (CM)	30.01	30.01
F (KG):	21,241.00	19,945.00
F’T PROMEDIO (KG/CM ²):	29.13	

Fuente: Propia

Tabla N°154: Resistencia a la tracción a 28 días concreto 350 kg/cm² adicionando 2% CH

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS		
MUESTRA:	CONCRETO 350 KG/CM ² ADICIONANDO 20% CH	
EDAD:	28 DIAS	
ENSAYO	PROB. 1	PROB. 2
D (CM):	15.00	15.00
L (CM)	30.01	30.01
F (KG):	24,365.00	27,219.00
F’T PROMEDIO (KG/CM ²):	36.49	

Fuente: Propia

Tabla N°155: Resumen de resistencia a la tracción patrón versus experimentales a la edad de 28 días

	RESISTENCIA A LA TRACCION F´C (KG/CM ²)		
	210	280	350
CONCRETO PATRÓN	23.79	31.28	37.65
CONCRETO SUSTITUYENDO 15%	21.52	32.18	34.17
CONCRETO SUSTITUYENDO 20%	27.68	31.75	29.13
CONCRETO ADICIONANDO 2%	31.95	36.16	36.49

Fuente: Propia

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. DE LOS AGREGADOS:

5.1.1. PIEDRA ZARANDEADA:

En el análisis granulométrico obtuvimos los resultados de los agregados para la piedra zarandeada lo siguiente: Modulo de finura fue de 6.9 lo cual significa que la granulometría de agregado adecuada para el concreto tiene que estar dentro de este límite. Además, se sabe según el resultado que el tamaño máximo nominal es de 1”.

Del ensayo de peso específico del agregado grueso el resultado es 2.69, basándonos en la norma técnica peruana 400.021 cumple con los parámetros establecidos logrando de esta manera su alta calidad para ser usados en el diseño de mezcla.

En el ensayo de Peso unitario compactado del agregado grueso el resultado fue 1,712 kg/cm³, y el Peso unitario suelto obtuvimos 1,546 kg/cm³, lo cual cumplen con los parámetros establecidos en la norma técnica peruana 400.017.

El porcentaje de absorción para el agregado grueso fue de 1.1%, el resultado ayuda a obtener un diseño de mezcla ideal, cumpliendo los parámetros establecidos en las normas.

El contenido de humedad para el agregado grueso es de 0.8%, lo cual cumple con los parámetros que indican en la norma técnica peruana y el material que pasa la malla n°200 es de 0.3% cumpliendo con los parámetros.

5.1.2. ARENA:

En el análisis granulométrico obtuvimos los resultados de los agregados para la arena lo siguiente: Modulo de finura fue de 2.3 la cual se encuentra dentro del rango de 2.3 a 3.1 lo cual significa que estamos hablando de una arena más fina, cumpliendo con los parámetros y a criterio siendo mucho mejor.

Del ensayo de peso específico del agregado fino el resultado es 2.62, basándonos en la norma técnica peruana 400.021 cumple con los parámetros establecidos logrando de esta manera su alta calidad para ser usados en el diseño de mezcla.

En el ensayo de Peso unitario compactado del agregado grueso el resultado fue 1,858 kg/cm³, y el Peso unitario suelto obtuvimos 1,621 kg/cm³, lo cual cumplen con los parámetros establecidos en la norma técnica peruana 400.017.

El porcentaje de absorción para el agregado grueso fue de 1.3%, el resultado ayuda a obtener un diseño de mezcla ideal, cumpliendo los parámetros establecidos en las normas.

El contenido de humedad para el agregado grueso es de 0.8%, lo cual cumple con los parámetros que indican en la norma técnica peruana y el material que pasa la malla n°200 es de 4.4% cumpliendo con los parámetros.

5.1.3. AGUA:

El agua obtenida para el presente proyecto de tesis se obtuvo de la zona de buenos aires en la ciudad de Trujillo – La Libertad, para lo cual tuvo que ser limpia y libre de impurezas, ya que esta afectara en la relación agua cemento a/c y por ende tiene el rol importante de activar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

5.1.4. CEMENTO Y CÁSCARA DE HUEVO:

El cemento usado para el presente proyecto es el cemento Pacasmayo tipo I, las cuales tiene las siguientes características:

Tabla N°156: Cuadro de porcentajes de componentes químicos del cemento pacasmayo tipo I

CEMENTO PACASMAYO TIPO I	
Componente	Porcentaje
Oxido de Calcio CaO	65%
Oxido de Silicio SiO₂	25%
Oxido de Aluminio Al₂O₃	5%
Oxido de Hierro Fe₂O₂	3%
Oxido de Magnesio MgO	2.5%
Óxido de Azufre SO₃	2%
K₂O y NA₂O	1%

Fuente: Cemento Pacasmayo

La cáscara de huevo utilizada en este proyecto se obtuvo de la recolección diaria, la cual fue procesada de manera manual para el lavado y secada, posteriormente se procedió a pulverizar y calcinar con el fin de asemejar las características a las del cemento, el resultado de las características que se obtuvo se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla N°157: Cuadro de porcentajes de componentes químicos de la cáscara de huevo calcinada

Cáscara de huevo Calcinada	
Componente	Porcentaje
Oxido de Calcio CaO	36%
Oxido de Oxigeno	44.9%
Oxido de Carbono	18.2%
Oxido de Fosforo	0.2%
Oxido de Magnesio MgO	0.3%
Oxido de Azufre SO₃	0.2%
Estroncio y Sodio	0.1%

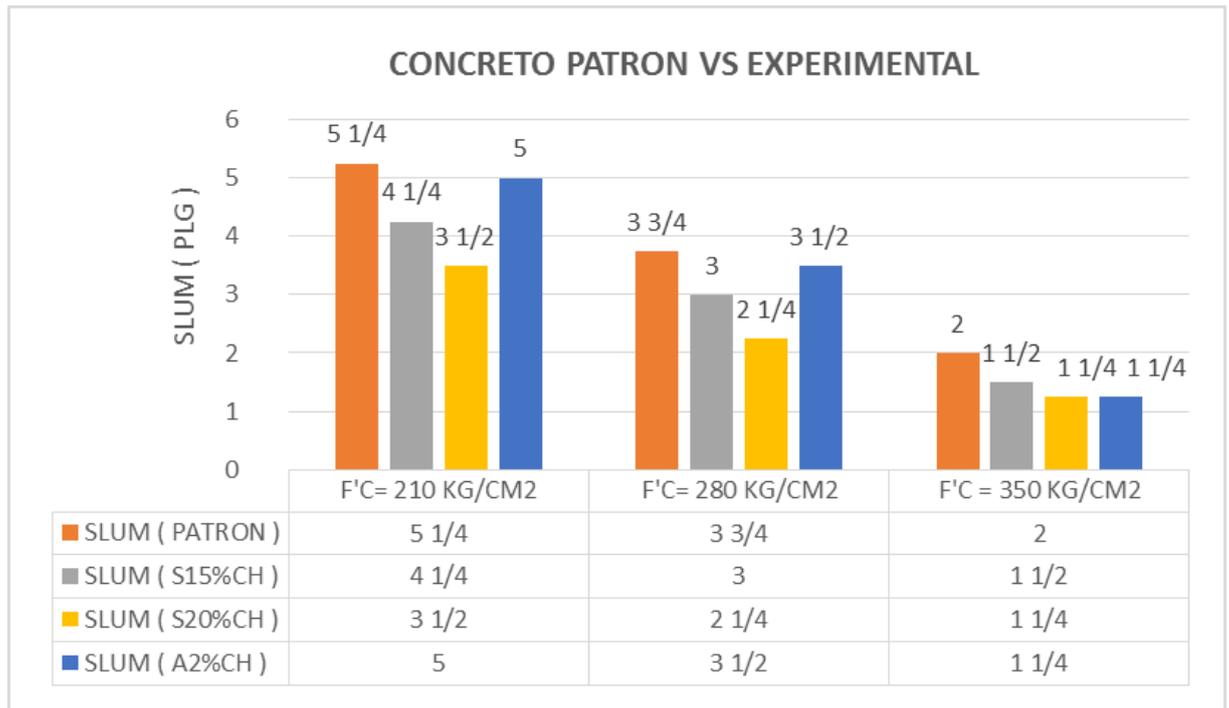
Fuente: Según calcinación de la casara de huevo.

Contrastando los cuadros anteriores, los componentes químicos predominantes es el óxido de calcio CaO y estas se encuentran dentro de los parámetros del cemento según tipología, por lo cual según la norma ASTM C-150 cumple. Es decir que la cáscara de huevo calcinada actúa como un material cementicio y dependiendo al porcentaje usado, hará que tenga una mayor resistencia a la compresión y tracción, un fraguado más rápido y que sea más económico en el uso de pequeñas cantidades.

5.2. DE LOS ENSAYOS REALIZADOS:

5.2.1. ENSAYO DE SLUMP:

Gráfica N°3: Comparativo de slump en mezclas de concreto patrón vs experimentales

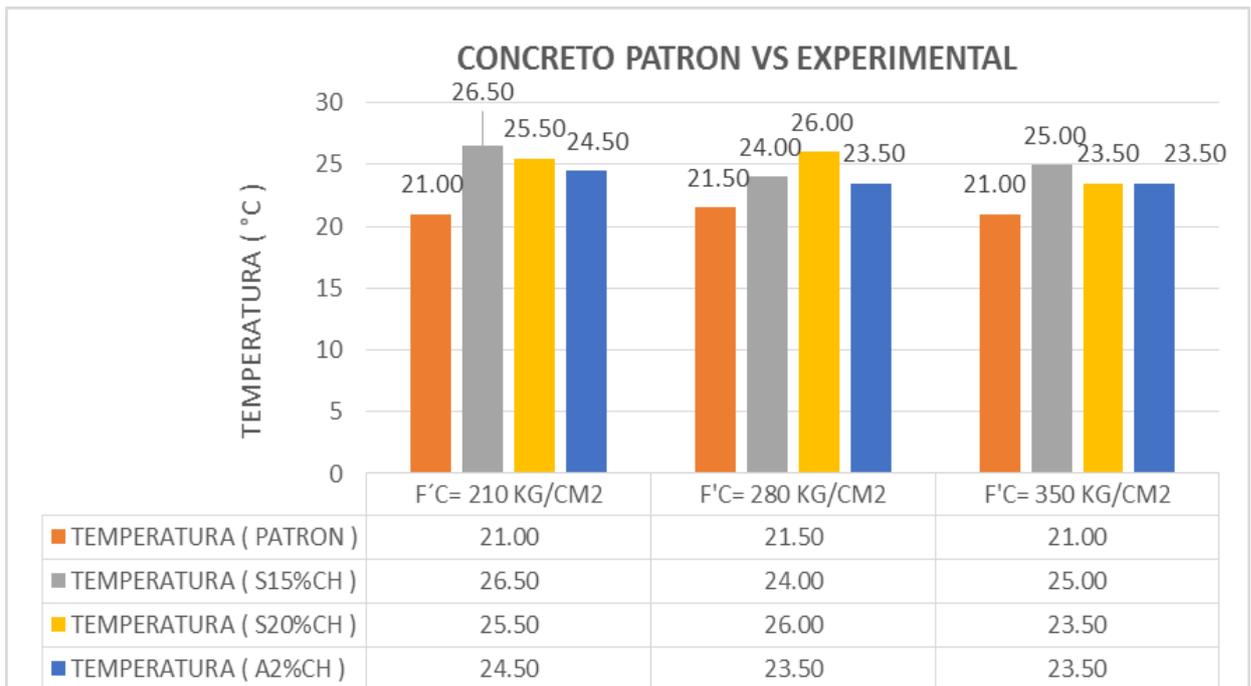


Fuente: Propia

El slump del concreto patrón como los experimentales se encuentran dentro del rango que establece la norma así mismo no varían +-1.0 del slump de diseño. Siendo que el concreto con mejores resultados es el 210 kg/cm2 ya que fue más fluido en todas sus combinaciones experimentales.

5.2.2. ENSAYO DE TEMPERATURA:

Gráfica N°4: Comparativo de temperatura en mezclas de concreto patrón vs experimentales

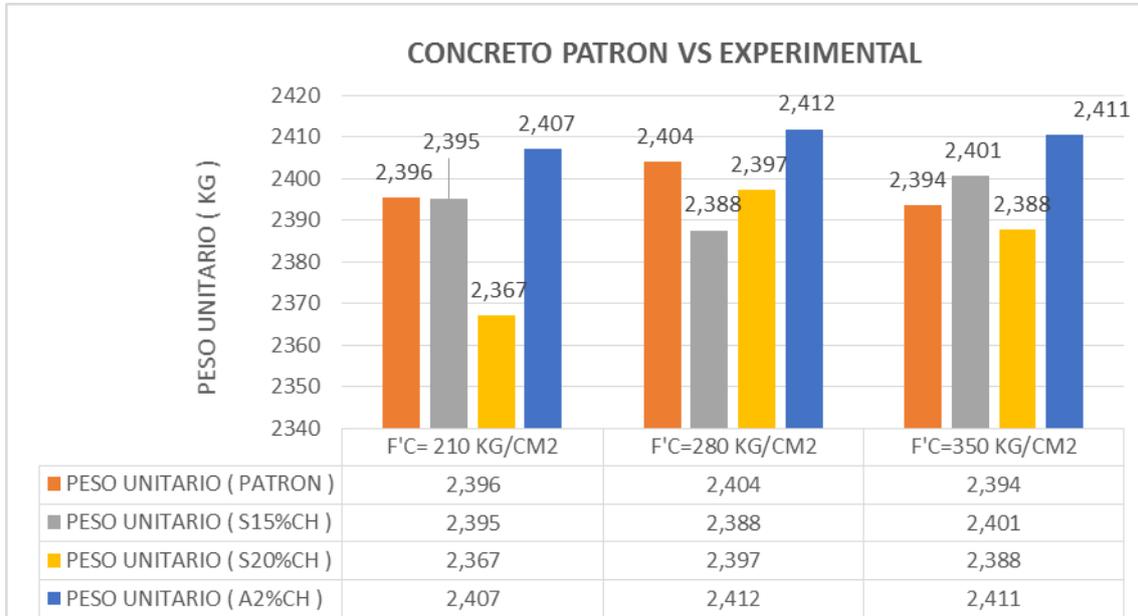


Fuente: Propia

La temperatura de las muestras de concreto patrón y los concretos experimentales se encuentran dentro del rango que establece la norma, la cual no supera los 32° C, si superara esta temperatura habría problemas en el mismo fraguado del concreto, conllevando a perjudicar quizás la resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral, flexión, etc.

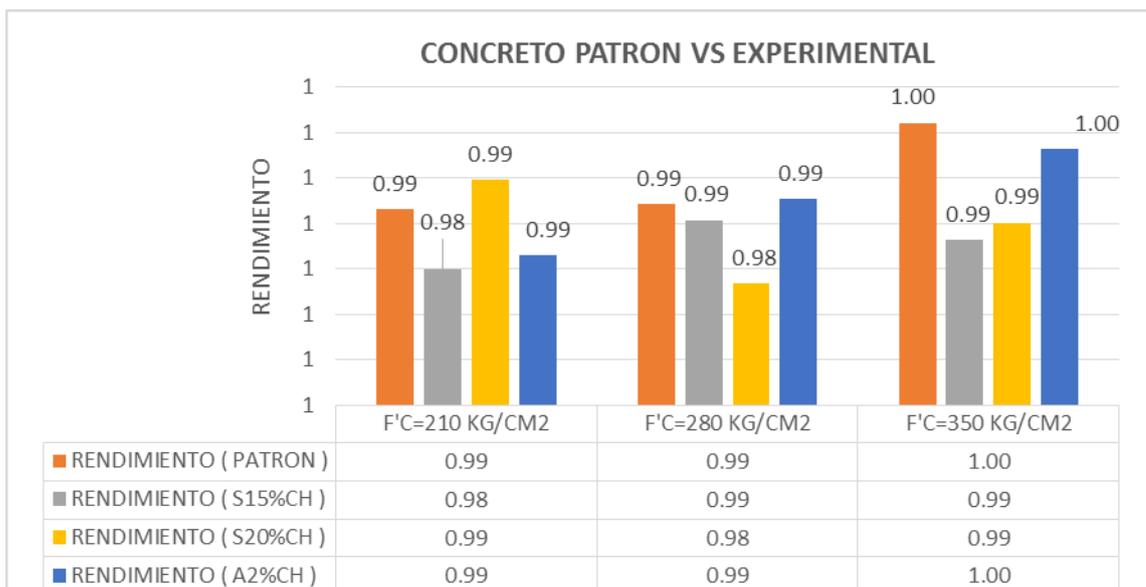
5.2.3. ENSAYO DE PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO:

Gráfica N°5: Comparativo de peso unitario en mezclas de concreto patrón vs experimentales



Fuente: Propia

Gráfica N°6: Comparativo de rendimiento en mezclas de concreto patrón vs experimentales



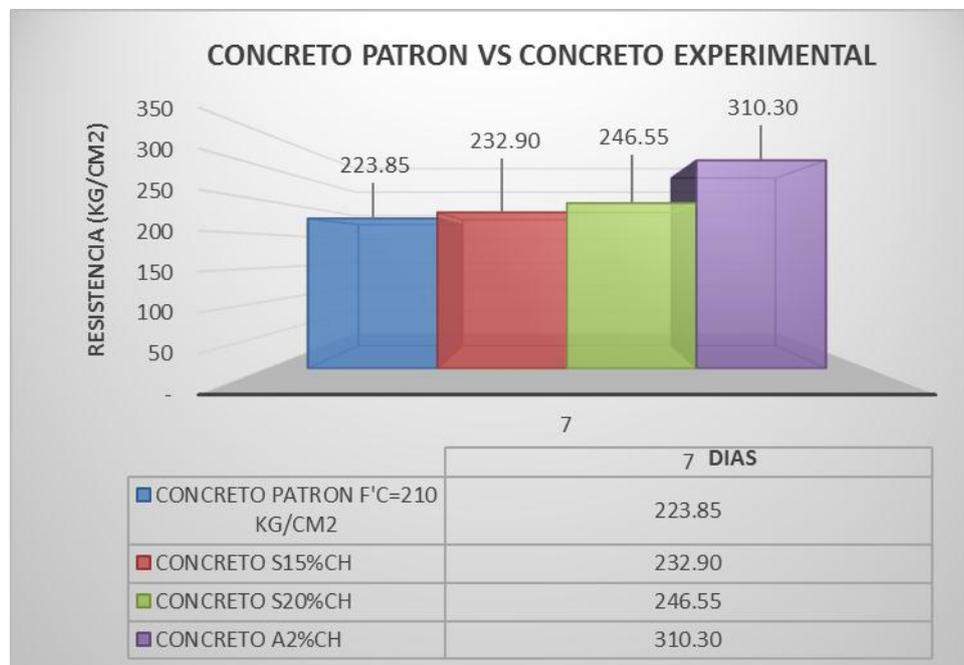
Fuente: Propia

El peso unitario y el rendimiento de las mezclas de concreto patrón y concretos experimentales se encuentran dentro de los rangos establecidos en las normas correspondientes. Siendo esta un factor importante a determinar para medir la efectividad de la tanda o mezcla ejecutada. El concreto que ha obtenido mayor rendimiento es el concreto 350 kg/cm² en todas las combinaciones experimentales.

5.2.4. ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN:

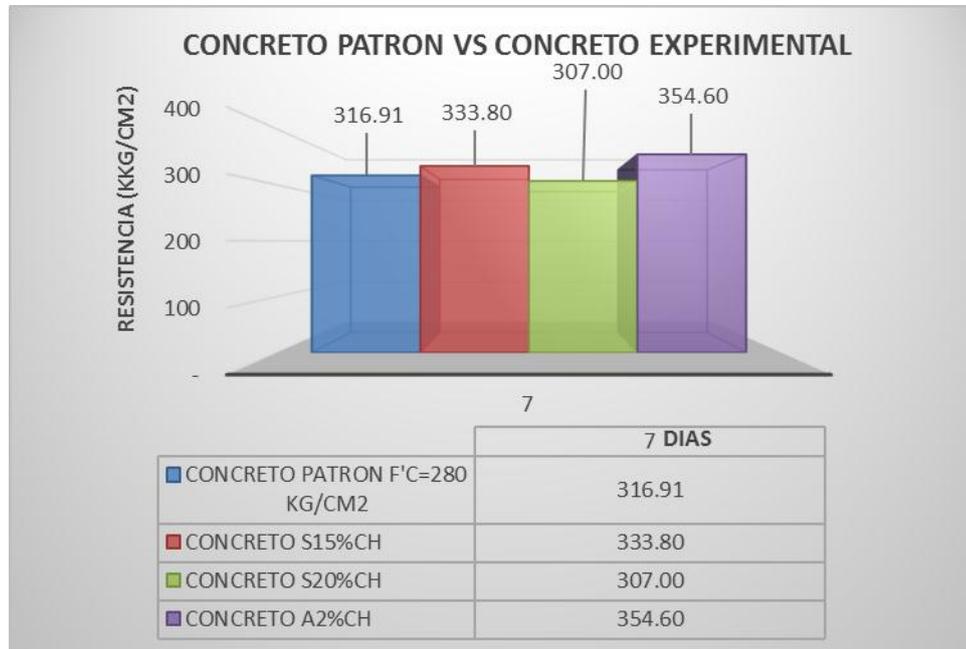
5.2.4.1. Gráficos comparativos de resistencias a la compresión a los 7 días entre el concreto patrón y el concreto experimental con distintos porcentajes de sustitución (15%, 20%) y adición (2%) de fibra cáscara de huevo.

Gráfica N°7: Comparativo de resistencia a la compresión 210 kg/cm² a los 7 días Patrón Vs Experimental



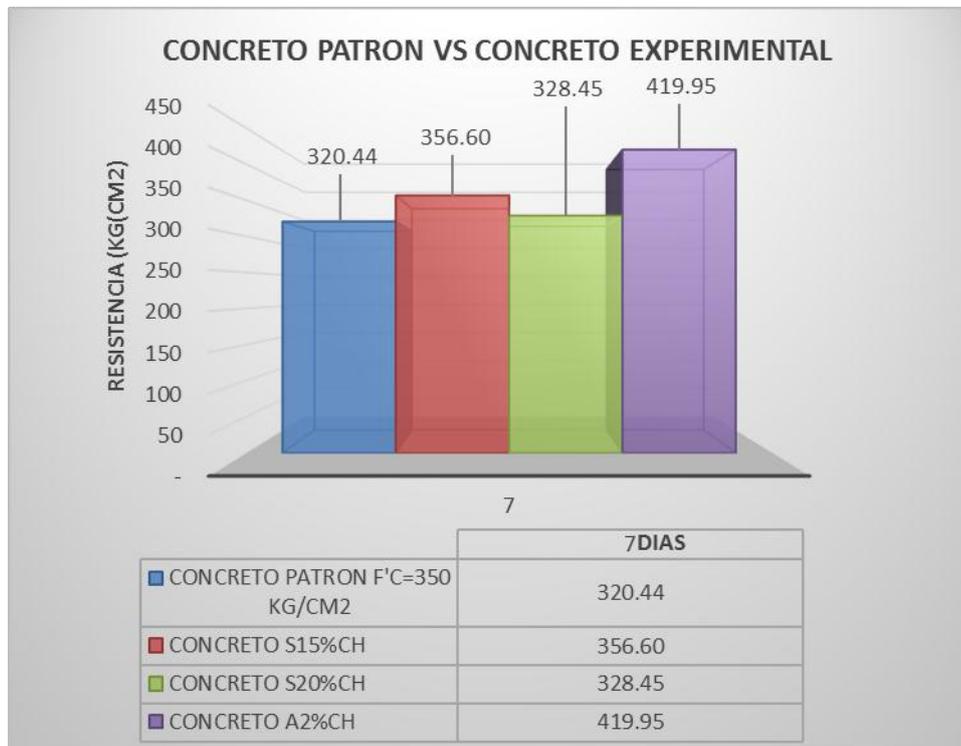
Fuente: Propia

Gráfica N°8: Comparativo de resistencia a la compresión 280 kg/cm² a los 7 días Patrón Vs Experimental



Fuente: Propia

Gráfica N°9: Comparativo de resistencia a la compresión 350 kg/cm² a los 7 días Patrón Vs Experimental



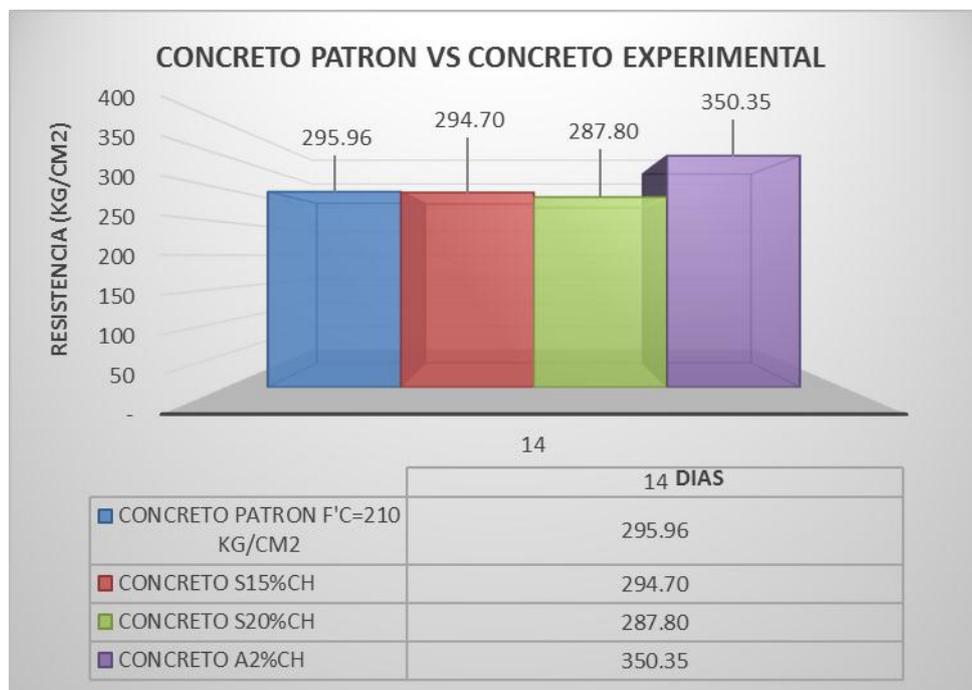
Fuente: Propia

Los mejores resultados para la resistencia a la compresión a los 7 días para cada resistencia de diseño, son las siguientes:

- Resistencia 210 kg/cm² a los 7 días de curado: 246.55 kg/cm², S20%
310.30 kg/cm², A2%
- Resistencia 280 kg/cm² a los 7 días de curado: 333.80 kg/cm², S15%
354.60 kg/cm², A2%
- Resistencia 350 kg/cm² a los 7 días de curado: 356.60 kg/cm², S15%
419.95 kg/cm², A2%
- La sustitución y/o adición de cáscara de huevo actúa como un acelerante de fragua, en todos los casos supera la resistencia de diseño a la compresión a los 7 días.

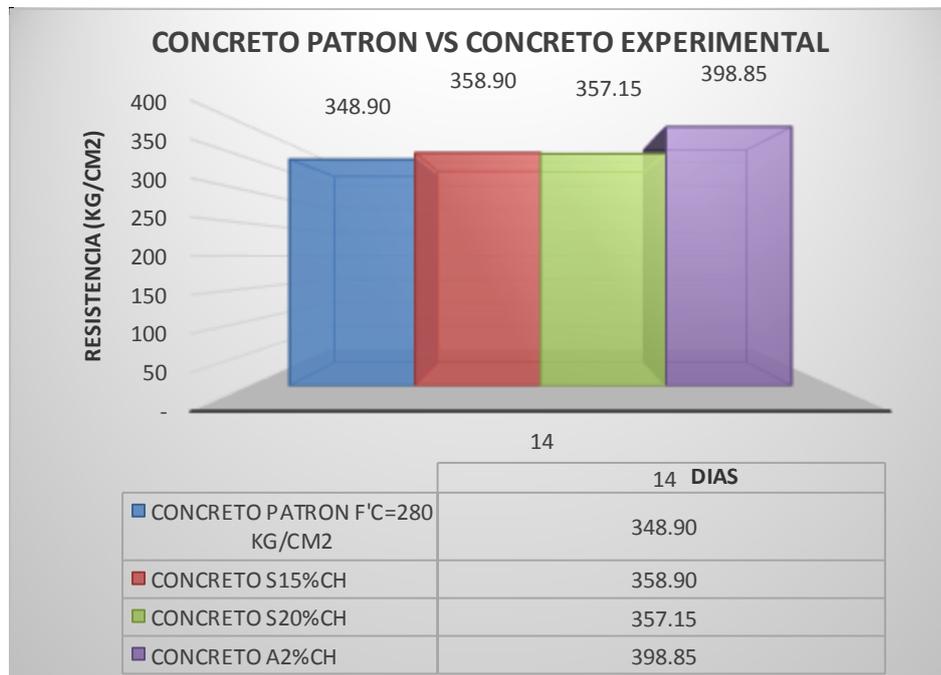
5.2.4.2. Gráficos comparativos de resistencia a la compresión a los 14 días entre el concreto patrón y el concreto experimental con distintos porcentajes de sustitución (15%, 20%) y adición (2%) de fibra cáscara de huevo.

Gráfica N°10: Comparativo de resistencia a la compresión 210 kg/cm² a los 14 días Patrón Vs Experimental



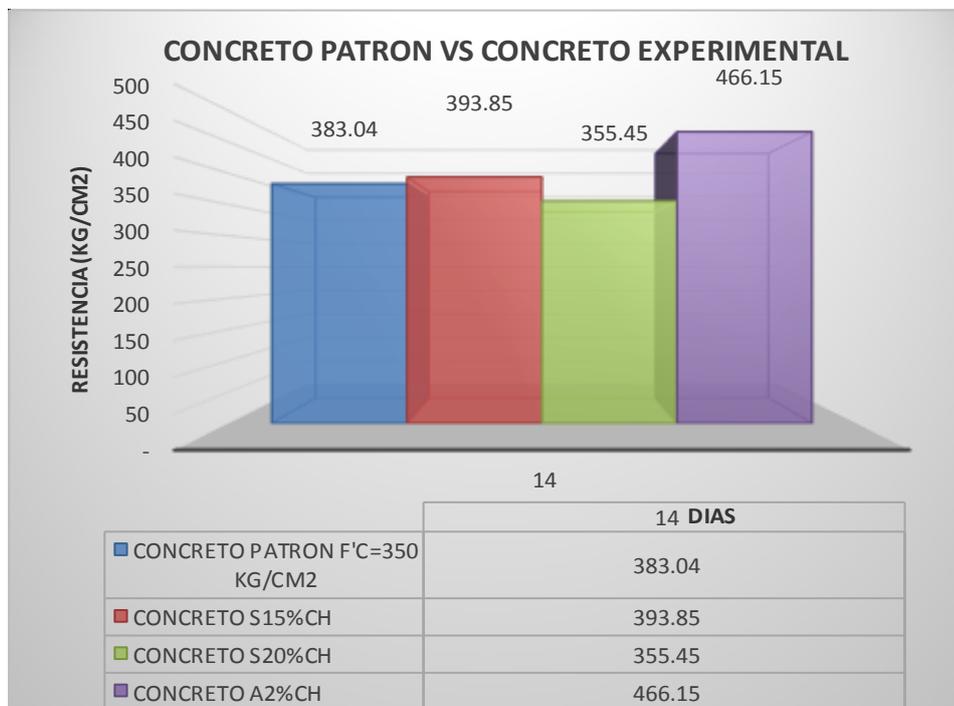
Fuente: Propia

Gráfica N°11: Comparativo de resistencia a la compresión 280 kg/cm² a los 14 días Patrón Vs Experimental



Fuente: Propia

Gráfica N°12: Comparativo de resistencia a la compresión 350 kg/cm² a los 14 días Patrón Vs Experimental



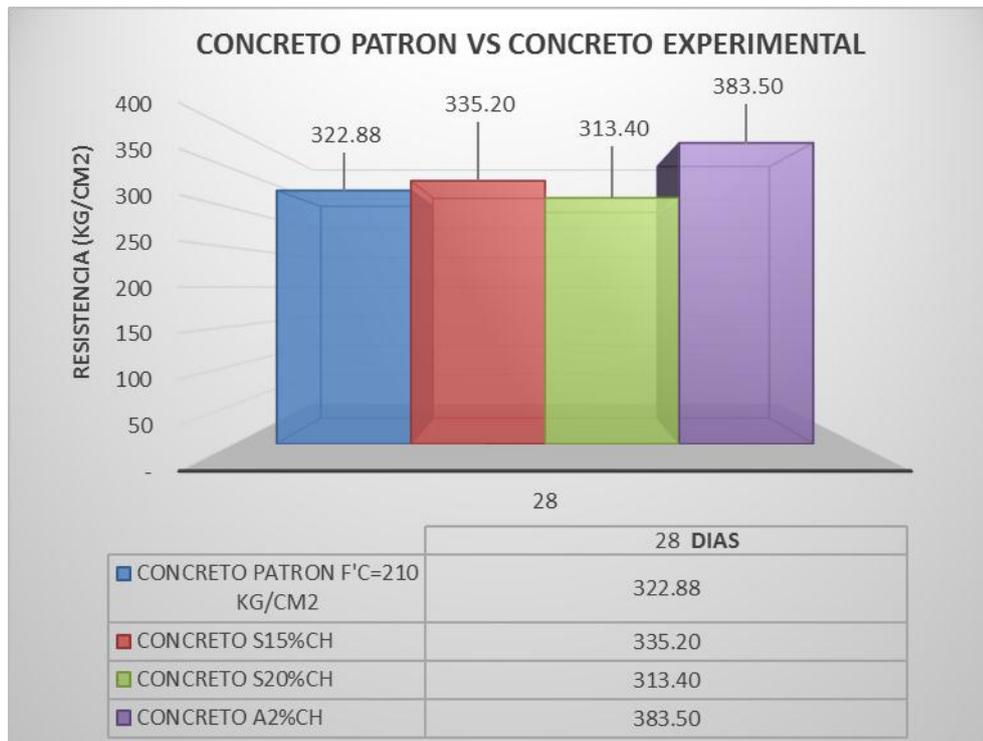
Fuente: Propia

Los mejores resultados para la resistencia a la compresión a los 14 días para cada resistencia de diseño, son las siguientes:

- Resistencia 210 kg/cm² a los 14 días de curado: 294.70 kg/cm², S15%
350.35 kg/cm², A2%
- Resistencia 280 kg/cm² a los 14 días de curado: 358.90 kg/cm², S15%
398.85 kg/cm², A2%
- Resistencia 350 kg/cm² a los 14 días de curado: 393.85 kg/cm², S15%
466.15 kg/cm², A2%
- La sustitución y/o adición de cáscara de huevo se mantiene lineal en cuanto a su resistencia a la compresión respecto al patrón.

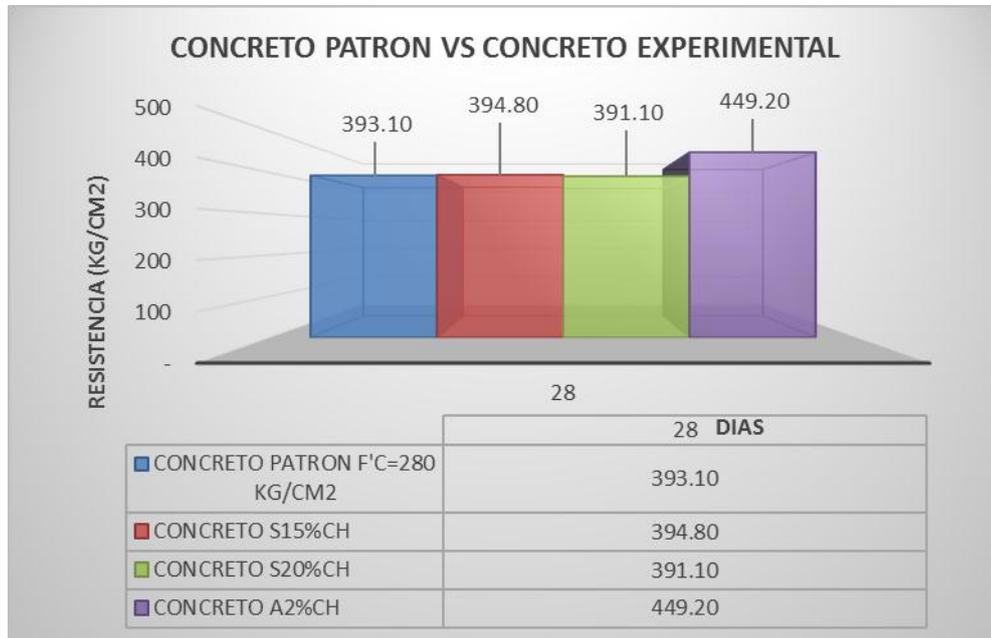
5.2.4.3. Gráficos comparativos de resistencia a la compresión a los 28 días entre el concreto patrón y el concreto experimental con distintos porcentajes de sustitución (15%, 20%) y adición (2%) de fibra cáscara de huevo.

Gráfica N°13: Comparativo de resistencia a la compresión 210 kg/cm² a los 28 días Patrón Vs Experimental



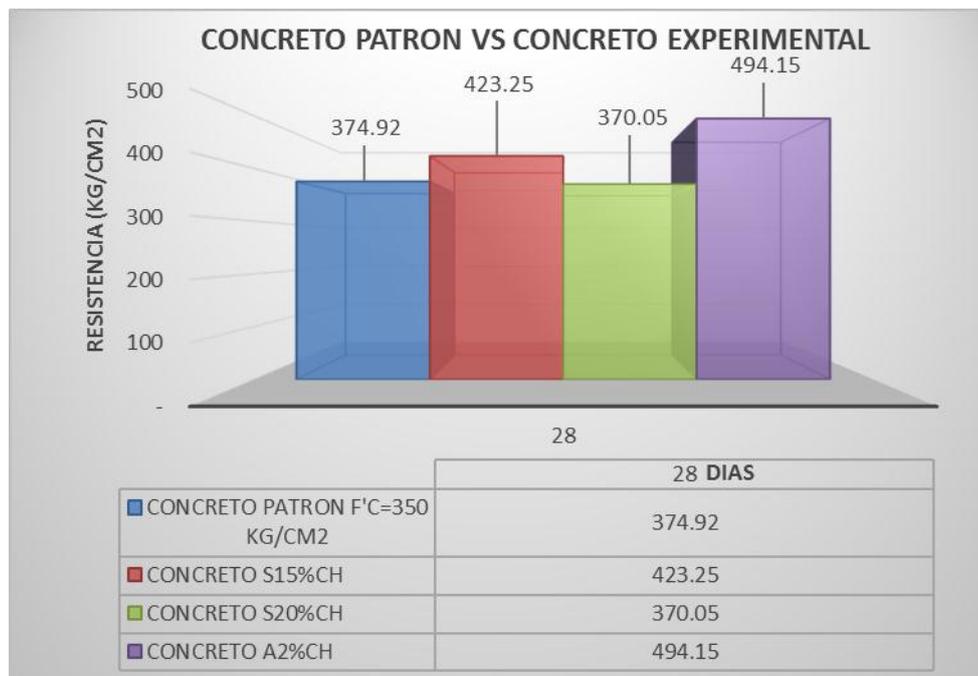
Fuente: Propia

**Gráfica N°14: Comparativo de resistencia a la compresión 280 kg/cm² a los
28 días Patrón Vs Experimental**



Fuente: Propia

**Gráfica N°15: Comparativo de resistencia a la compresión 350 kg/cm² a los
28 días Patrón Vs Experimental**



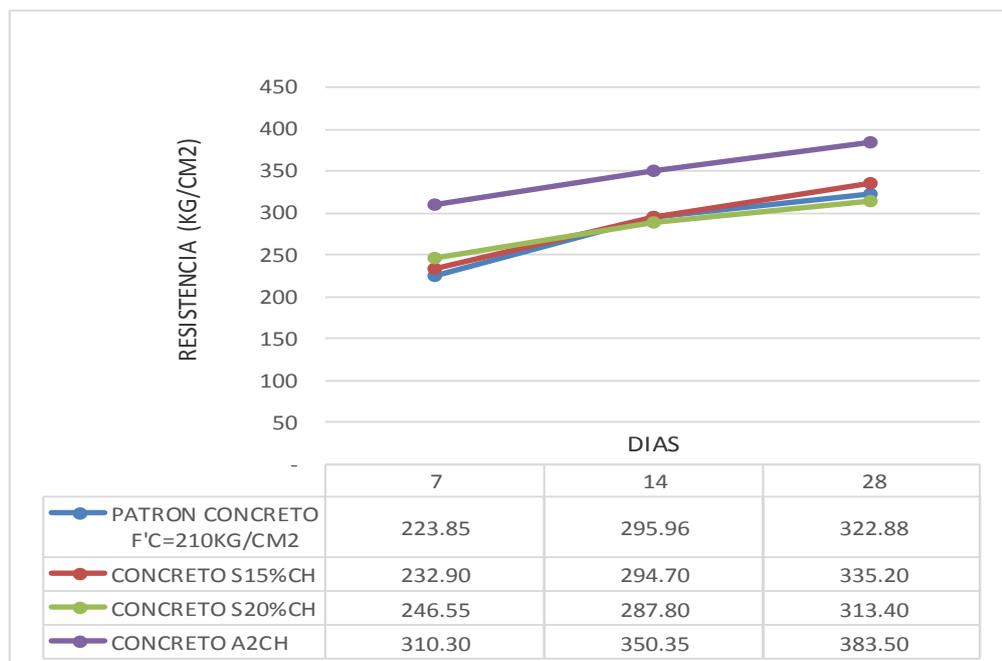
Fuente: Propia

Los mejores resultados para la resistencia a la compresión a los 28 días para cada resistencia de diseño, son las siguientes:

- Resistencia 210 kg/cm² a los 28 días de curado: 335.20 kg/cm², S15%
383.50 kg/cm², A2%
- Resistencia 280 kg/cm² a los 28 días de curado: 394.80 kg/cm², S15%
449.20 kg/cm², A2%
- Resistencia 350 kg/cm² a los 28 días de curado: 423.25 kg/cm², S15%
494.15 kg/cm², A2%
- La sustitución y/o adición de cáscara de huevo se mantiene lineal en cuanto a su resistencia a la compresión respecto al patrón.

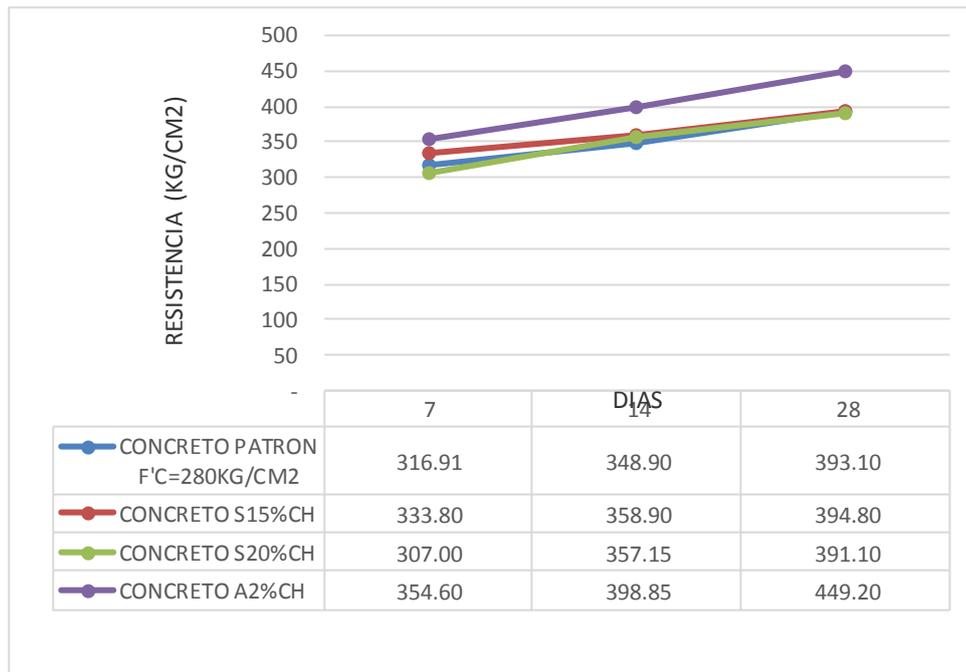
5.2.4.4. Gráficos General comparativos de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días entre el concreto patrón y el concreto experimental con distintos porcentajes de sustitución (15%, 20%) y adición (2%) de fibra cáscara de huevo.

**Gráfica N°16: Gráfica general Comparativo de resistencia a la compresión
210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días Patrón Vs Experimental**



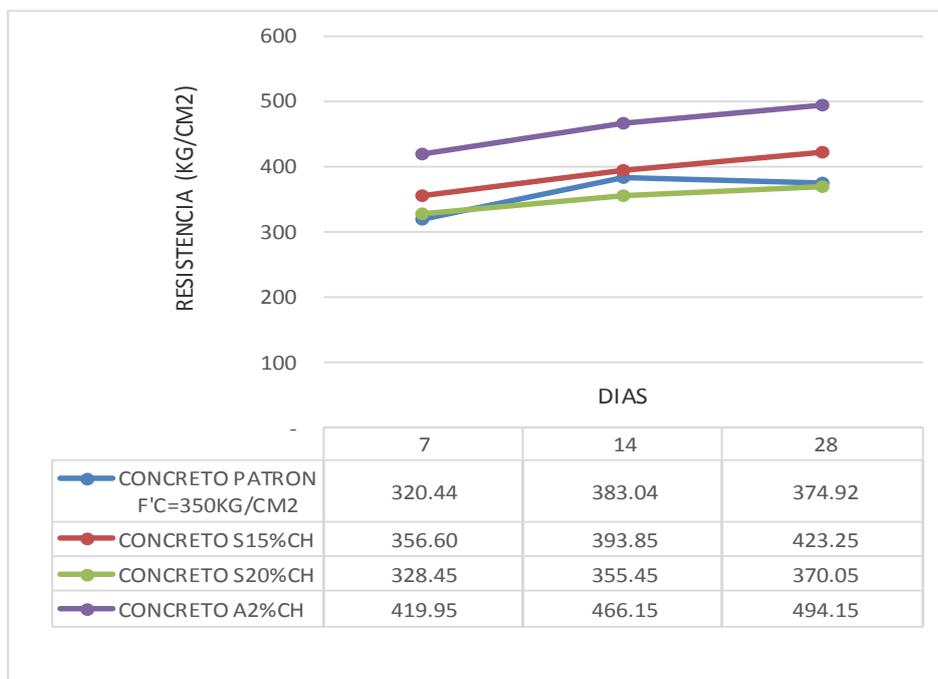
Fuente: Propia

Gráfica N°17: Gráfica general Comparativo de resistencia a la compresión 280 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días Patrón Vs Experimental



Fuente: Propia

Gráfica N°18: Gráfica general Comparativo de resistencia a la compresión 350 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días Patrón Vs Experimental

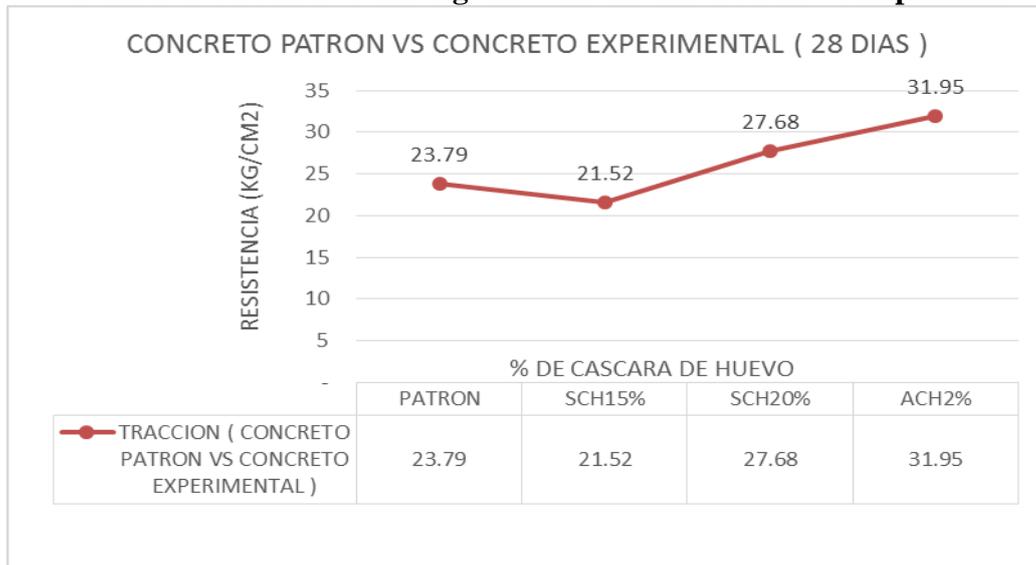


Fuente: Propia

El concreto experimental que ha obtenido mejores resultados y se ha mantenido lineal a sus diferentes edades de acuerdo a las gráficas anteriores mostradas es el concreto sustituyendo el 15% de cáscara de huevo por material cementicio y el concreto adicionando 2% de cáscara de huevo.

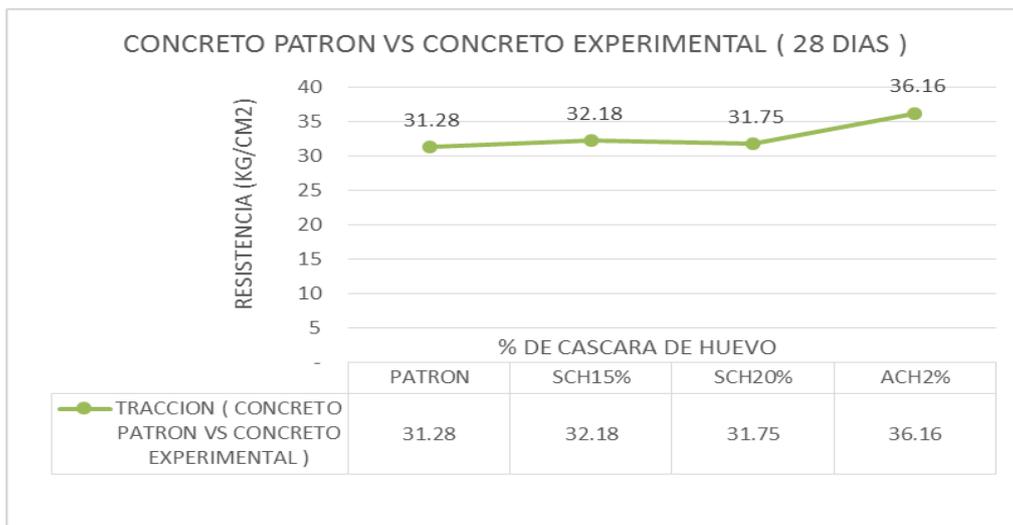
5.2.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL:

Gráfica N°19: Comparativo general de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto 210 kg/cm² a los 28 días Patrón Vs Experimental



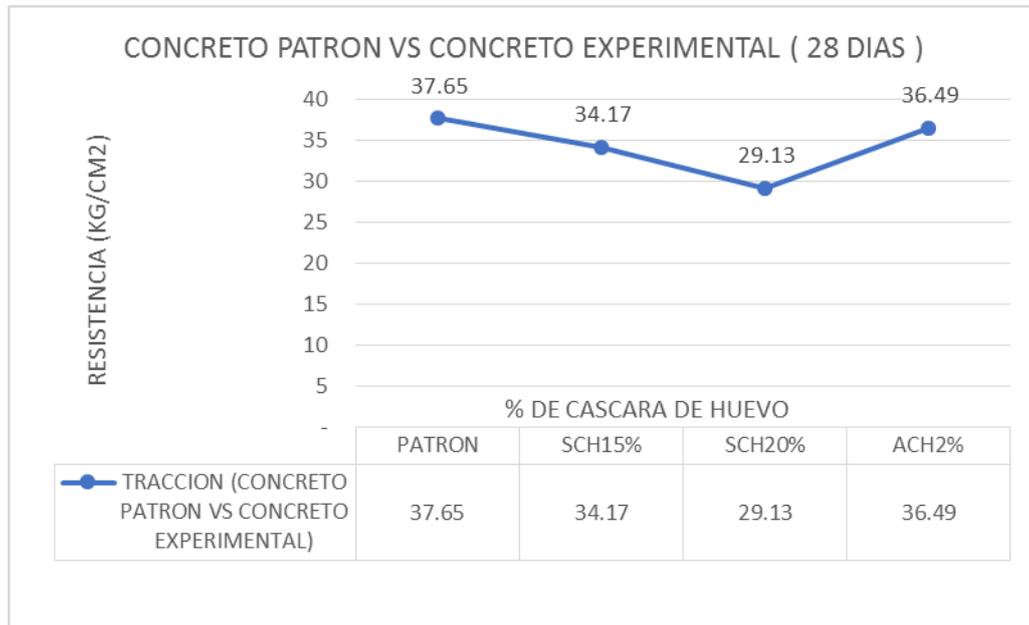
Fuente: Propia

Gráfica N°20: Comparativo general de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto 280 kg/cm² a los 28 días Patrón Vs Experimental



Fuente: Propia

Gráfica N°21: Comparativo general de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto 350 kg/cm² a los 28 días Patrón Vs Experimental



Fuente: Propia

De acuerdo a la norma la resistencia a la tracción por compresión diametral es el 10% de la resistencia de diseño, de lo cual se puede resumir que el concreto experimental que ha obtenido mejor resultado es el concreto sustituyendo 15% de cáscara de huevo por material cementicio y el concreto adicionando 2% de cáscara de huevo. Cumpliendo todos con la norma establecida.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

1. Según los resultados de resistencia a la compresión para los concretos experimentales donde se utiliza la cáscara de huevo como un sustituyente y como adición, a la edad 7 días supera la resistencia de diseño y actúa como un acelerante de resistencia a edades tempranas.
2. De acuerdo al cuadro resumen N°142 del concreto patrón versus los concretos experimentales, en cuanto a su resistencia a la compresión, el porcentaje que dio resultados satisfactorios es de 15% como sustitución y del 2% como adición de cáscara de huevo, lo cual indica que en dichas cantidades actuarían como un reemplazante efectivo del cemento.
3. De acuerdo al cuadro resumen N°155 de resistencia a la tracción, nos relata que se mantiene dentro del rango establecido NTP 339.084, sin variar significativamente.
4. El tiempo de fraguado inicial y final influye en los concretos experimentales respecto al patrón, ya sea sustituyendo o adicionando la cáscara de huevo, el tiempo final de fraguado es de 240 min, menor al concreto patrón que es de 255 min. Lo cual quiere decir que los concretos experimentales obtienen su endurecimiento significativo en menor tiempo.
5. La temperatura promedio para los concretos 210, 280 y 350 kg/cm² sustituyendo y adicionando 15%, 20% y 2% respectivamente, es de 24 °C, cumpliendo las características requeridas para un concreto elaborado en un clima cálido, según se sugiere para las zonas costeras como Trujillo la temperatura de la mezcla no debe ser mayor a 32 °C.
6. Los valores del peso unitario de las muestras oscilan entre 2,367 kg/cm³ a 2,412 kg/cm³ Los cuales están dentro del rango de 2,200 kg/cm³ a 2400 kg/cm³ que establece la norma ASTM C138. En cuanto al rendimiento del concreto los

valores de las muestras oscilan entre 0.98 a 1.00 las cuales están dentro del rango de 0.9 a 1.2 según norma ASTM C138.

7. El slump obtenido del concreto patrón y experimentales oscilan entre 1 1/4” a 5 1/4”, dentro de las cuales algunas se encuentran dentro del rango establecido en la norma ASTM C143 y otras están fuera en un margen mínimo.
8. El porcentaje de desgaste del agregado grueso es de 16.22%, lo cual se encuentra dentro de lo establecido en la norma ASTM C131-01, que nos indica que puede ser menor o igual al 30% de desgaste de la masa inicial.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

1. Los concretos experimentales con respecto al patrón, presentan diferentes resistencias al momento de ensayarse, por lo tanto, se recomienda que al momento de su elaboración se tenga un adecuado control de distribución de los materiales en la mezcla, tales como indica la tabla N°9 para el agregado fino donde el porcentaje retenido en la malla N°200 es de 9% excediendo el rango, por lo cual se recomienda lavar el agregado por la presencia de limo.
2. Para la elaboración del concreto experimental es recomendable tener una temperatura ambiente no mayor a 28° para no afectar el fraguado de la mezcla.
3. Es recomendable que la cáscara de huevo sea pulverizada y pase la malla n°200, así mismo sea calcinada a 910 °C por el tiempo de 2 horas, con el objetivo lograr cambiar sus componentes químicos, al eliminar material orgánico, y asemejarse a las propiedades del cemento.
4. La cáscara de huevo como material de sustitución del cemento, actúa de forma afectiva, sin embargo, los rangos que se establece según los antecedentes y la presente investigación es de 5% como límite inferior a 15% como límite superior, mas no es recomendable sustituir más de lo indicado al límite superior, ya que afectaría desfavorablemente las propiedades físicas y mecánicas del concreto.
5. El concreto experimental del presente proyecto de investigación es recomendable utilizarse en trabajos como: losas de pisos industriales, aligerados, veredas y estructuras que requieran un uso inmediato. Debido a que la cáscara de huevo actúa como acelerador de resistencia a edades tempranas.
6. La cáscara de huevo como adición, funciona efectivamente, por lo cual se recomienda continuar con futuras investigaciones adicionando un porcentaje mayor al 2% propuesto en la presente investigación, con el fin de conseguir un concreto acorde a los requerimientos constructivos actuales.

CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto Castillo Flavio (1995). Tecnología del concreto.

ACI 211. Practica Estándar para Seleccionar el Proporcionamiento de Concreto de Peso Normal, Pesado y Masivo.

Bocanegra Díaz Félix (1999). Bases metodológicas de la investigación científica Editorial Publicencia. Trujillo: pág. 140.

Enrique Rivas Galarreta (2005). Metodología de la Investigación. Trujillo: UPAO.

Enrique Rivva López. Tecnología del concreto ensayo de concreto endurecido ensayo de resistencia a la compresión.

Norma Técnica Peruana 339.045. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.

Norma Técnica ASTM C131. Ensayo de abrasión de los agregados por medio de la máquina de los ángeles.

Norma Técnica ASTM C 191-04). Método estándar de ensayo para tiempo de fraguado del cemento hidráulico por aguja de Vicat.

Norma Técnica ASTM C31/C31M-17. Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra.

Norma Técnica ASTM C192/C192M-19a. Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Concreto para Ensayo en Laboratorio.

Norma Técnica Peruana 339.034. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Norma Técnica Peruana 339.084. Método de Ensayo para determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral.

Mendoza Marie. Concreto – unidad I “Propiedades físicas y mecánicas del concreto y el acero – Venezuela”.

R Steven, H. Kosmatra, Beatrix Kerkhoff. Diseño y control de mezclas de concreto.

RNE (2018). Reglamento nacional de edificaciones, actualizado al 2018.

CAPITULO IX

ANEXOS

9.1 ANEXO 1: DOCUMENTOS

Imagen N°52: Composición química de la cáscara de huevo

3. ANÁLISIS SOLICITADO : COMPOSICIÓN ELEMENTAL
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
- 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CASCARA DE HUEVO EN POLVO
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.0 °C; Humedad relativa: 55%
7. EQUIPO UTILIZADO : Microscopio electrónico de barrido con sonda de espectrometría de Energía dispersiva SEM-EDS.
SEM, Carls Zeiss EVO-10 MA. Sonda EDS, Oxford X-Max.
8. RESULTADOS

ELEMENTO	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Oxígeno, O	44.9	ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)
Calcio, Ca	36.0	
Carbono, C	18.2	
Magnesio, Mg	0.3	
Azufre, S	0.2	
Fósforo, P	0.2	
Estroncio, Sr	0.1	
Sodio, Na	0.1	

9.

VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

Quim. Natalia K. Chávez Ll.
Analista Químico
LABICER - UNI

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



M. Sc. Otilia Achá de la Cruz
Responsable de Análisis
CQP 202

**Fuente: Tesis “EVALUACION DE LA
RESISTENCIA DEL CONCRETO F´C=210
KG/CM2 CON ADICION DE CÁSCARA
DE HUEVO” 2017**

Imagen N°53: Análisis DTA, TGA a cáscara de huevo parte 1

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 04 de Octubre del 2018

INFORME N° 246 - OCT 18

Solicitante: David Daniel Castro Gallardo

RUC/DNI:

Supervisor:

1. **MUESTRA:** Cáscara de huevo (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CH 246O	32.1 mg

2. **ENSAYOS A APLICAR**

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. **EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 32.1 mg.

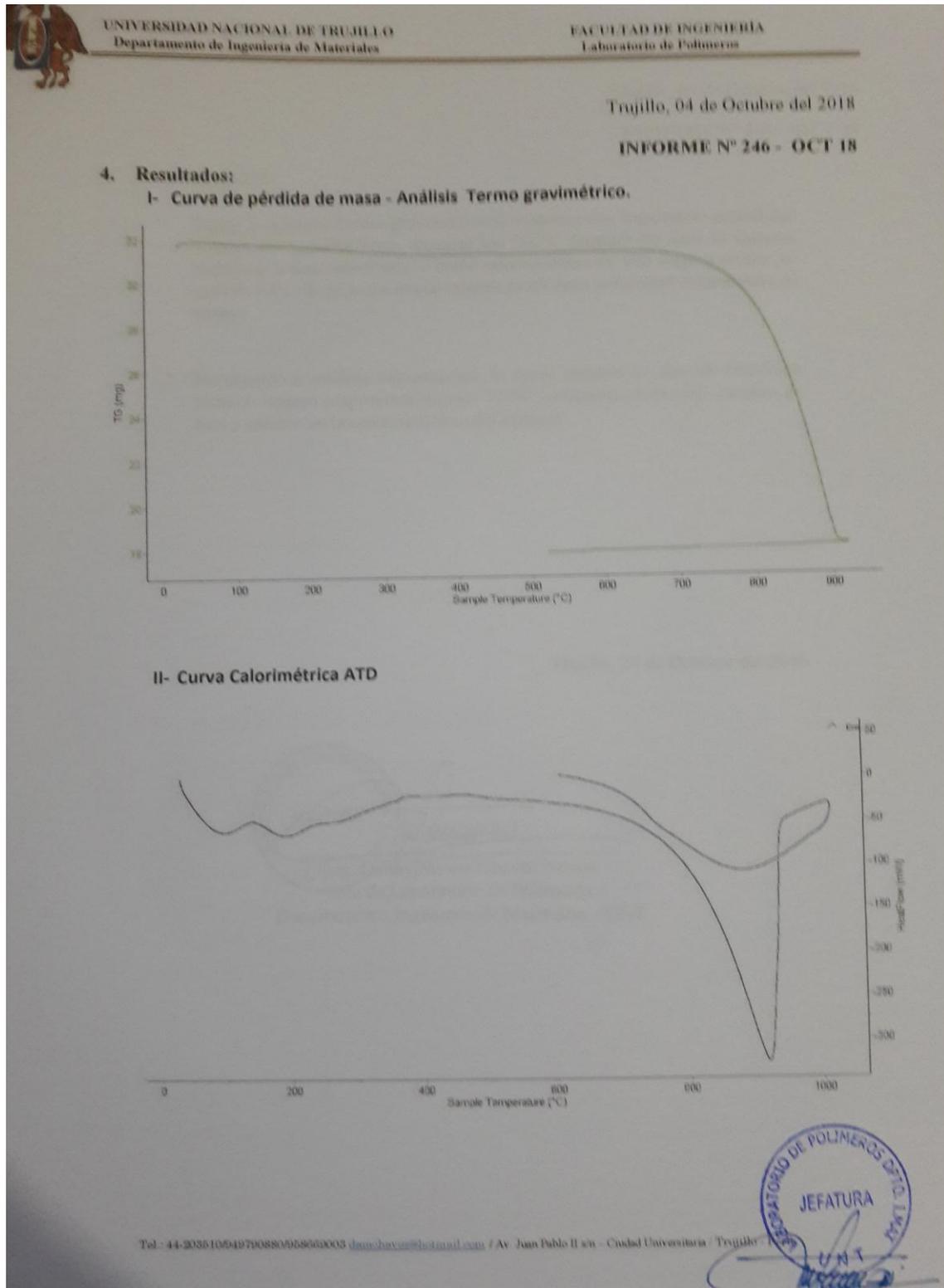
Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa
Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-973610744/76080676660005 ingenieria@untrujillo.edu.pe / Av. Juan Pablo II s/n. - Ciudad Universitaria / Trujillo, Perú



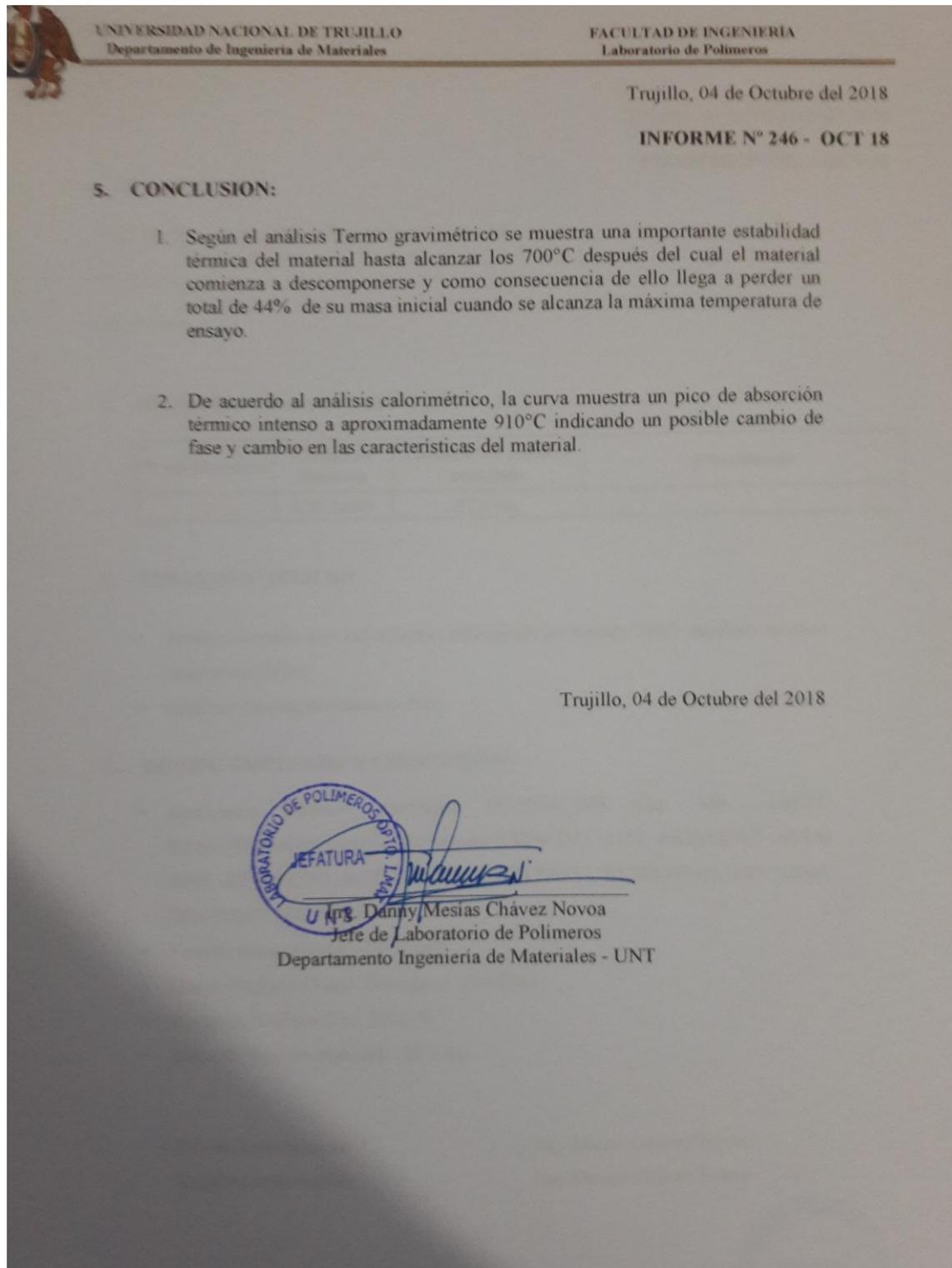
Fuente: Propia

Imagen N°54: Análisis DTA, TGA a cáscara de huevo parte 2



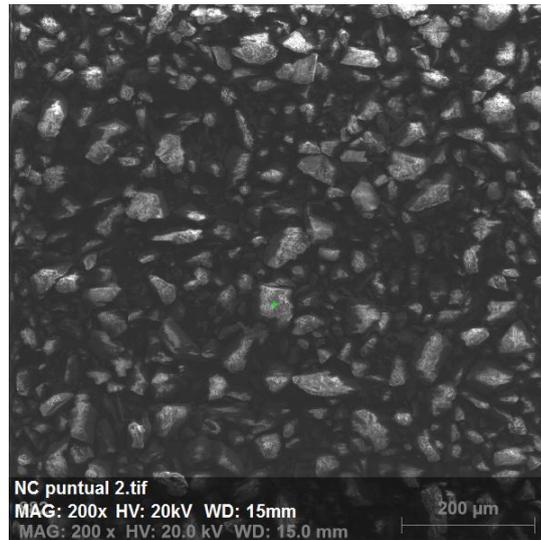
Fuente: Propia

Imagen N°55: Análisis DTA, TGA a cáscara de huevo parte 3



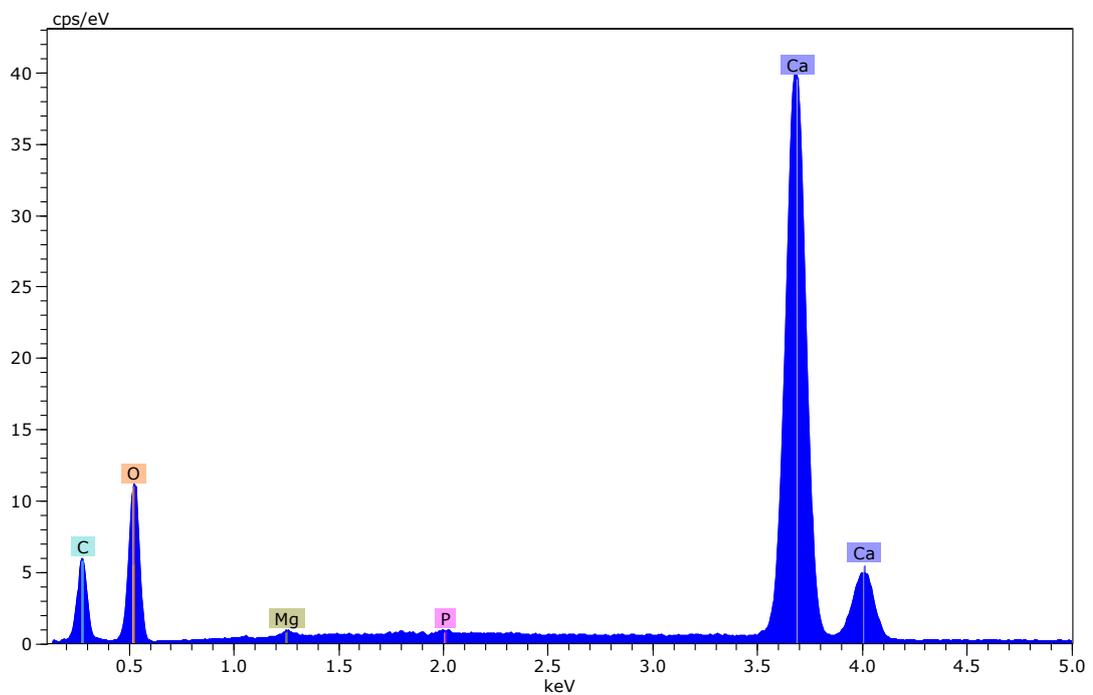
Fuente: Propia

Imagen N°56: Muestra de cáscara de huevo para ensayo de rayos X. Upao



Fuente: Propia, ensayo de rayos X a la muestra – Upao.

Grafica N°22: Grafica de componentes básicos de la muestra cáscara de huevo ensayo de rayos X . Upao



Fuente: Propia, ensayo de rayos X a la muestra - Upao

**Cuadro N°158: Componentes básicos de la muestra cáscara de huevo ensayo de
rayos X. Upao**

Spectrum: NC puntual 2.spx

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [at.%]	Atom. C	Error (3 Sigma) [wt.%]
Magnesium	K-series	0.23	0.24	0.20	0.12
Calcium	K-series	38.81	40.15	20.16	3.48
Carbon	K-series	10.96	11.34	19.00	4.44
Oxygen	K-series	46.51	48.11	60.53	17.06
Phosphorus	K-series	0.16	0.16	0.11	0.10
Total:		96.67	100.00	100.00	

***Fuente: Propia, ensayo de rayos X a la
muestra - Upao***