



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE UN CONCRETO TRADICIONAL  $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$  AL SUSTITUIR CEMENTO POR CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ADICIONAR A LA MEZCLA FIBRA DE ACERO RECICLADO. LIMA NORTE 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniera Civil**

**Autoras:**

Lesly Mabel Elias Alamo

Joselyn Tito Sigüeñas

**Asesor:**

MBA. Alejandro Vildoso Flores

<https://orcid.org/0000-0003-3998-5671>

Lima - Perú

### JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Julio Christian Quesada Llanto	42831273
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Christian Araujo Choque	44759840
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Jorge Canta Honores	10743048
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme siempre en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia , humildad y sabiduría para culminar con mis metas propuestas. A mis queridos padres porque estuvieron a mi lado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se me presentaron. A mi hermano, el Ing.Fernando Tito, quién me animó en este campo de estudio para estudiar mi segunda carrera universitaria y durante varios años me transmitió sus experiencias profesionales.

**Joselyn Tito S.**

A Dios por acompañarme siempre.

A mi familia por su convicción en forjar un futuro próspero.

A mi compañero de vida por celebrar mis logros personales.

**Lesly Elías A.**

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte y todos los profesionales de la Facultad de Ingeniería Civil.

Al asesor de Tesis, el Ing. Vildoso por compartir su experiencia con sabiduría en la elaboración de la misma.

A las personas que fueron parte del inicio, proceso y culminación de este trabajo; así como de la carrera universitaria que elegí para desarrollarme profesionalmente.

**Lesly Elias A.**

A la Universidad Privada del Norte, que nos acogió durante estos años de formación académica profesional. A nuestros docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, quienes nos impartieron sus conocimientos y experiencias durante nuestra etapa universitaria.

A nuestro Asesor de Tesis, Ingeniero Alejandro Vildoso, por sus consejos, paciencia, apoyo y colaboración durante el desarrollo de la presente Tesis

**Joselyn Tito S.**

## Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	16
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	18
1.1.    Realidad problemática	18
1.2.    Formulación del problema	49
1.3.    Objetivos	53
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	57
CAPÍTULO III: RESULTADOS	137
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	210
REFERENCIAS	221
ANEXOS	224

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición nutricional del polvo de Cáscara de huevo	33
Tabla 2: Producción de Huevo de Gallina para consumo en el Perú	34
Tabla 3: Componentes Químicos del Cemento	36
Tabla 4: Porcentajes de Compuestos Químicos del Cemento	36
Tabla 5: Cantidades máximas permitidas de elementos en el agua	40
Tabla 6: Número de probetas ensayadas a compresión	57
Tabla 7: Número de vigas ensayadas a flexión	58
Tabla 8: Número de probetas ensayadas a tracción por compresión diametral	59
Tabla 9: CH% del Agregado Grueso	71
Tabla 10: CH% del Agregado Fino	72
Tabla 11: Agregado Fino ASTM C33 - Arena Gruesa	78
Tabla 12: Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - Arena Gruesa	79
Tabla 13: Agregado Grueso ASTM C33 HUSO # 56	80
Tabla 14: Características físicas del Agregado Grueso ASTM C33 HUSO # 56	82
Tabla 15: Datos de laboratorio	83
Tabla 16: Cálculo del volumen de agregados	84
Tabla 17: Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	86

Tabla 18: Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - Arena Gruesa	87
Tabla 19: Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	88
Tabla 20: Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	90
Tabla 21: Datos de laboratorio	91
Tabla 22: Cálculo del volumen de agregados	92
Tabla 23: Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	94
Tabla 24: Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - Arena Gruesa	95
Tabla 25: Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	96
Tabla 26: Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	98
Tabla 27: Datos de laboratorio	99
Tabla 28: Cálculo del volumen de agregados	100
Tabla 29: Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	102
Tabla 30: Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	103
Tabla 31: Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	104
Tabla 32: Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	106
Tabla 33: Datos de laboratorio	107
Tabla 34: Calco de Volumen de agregados	108
Tabla 35: Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	110
Tabla 36: Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	111

Tabla 37: Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	112
Tabla 38: Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	114
Tabla 39: Datos de laboratorio	115
Tabla 40: Cálculo del volumen de agregados	116
Tabla 41: Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	118
Tabla 42: Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	119
Tabla 43: Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	120
Tabla 44: Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	121
Tabla 45: Datos de laboratorio	123
Tabla 46: Cálculo del volumen de agregados	124
Tabla 47: Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	126
Tabla 48: Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	127
Tabla 49: Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	128
Tabla 50: Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	129
Tabla 51: Datos de laboratorio	131
Tabla 52: Cálculo del volumen de agregados	132
Tabla 53: Resultados de los ensayos a compresión a los 7 días	136
Tabla 54: Resultados de los ensayos a compresión a los 14 días	137
Tabla 55: Resultados de los ensayos a compresión a los 28 días	138

Tabla 56: Pruebas de normalidad	139
Tabla 57: Prueba de homogeneidad de varianzas	141
Tabla 58: Prueba de ANOVA	142
Tabla 59: Prueba post hoc de tukey resistencia a la compresión a los 7 días	143
Tabla 60: Tabla de post hoc de Tukey resistencia a la compresión a los 14 días	145
Tabla 61: Comparaciones múltiples	147
Tabla 62: Comparativo de promedio de resistencia a la compresión a los 28 días	150
Tabla 63: Resultados de los ensayos a tracción diametral a los 7 días	151
Tabla 64: Resultados de los ensayos a tracción diametral a los 14 días	152
Tabla 65: Resultados de los ensayos a tracción diametral a los 28 días	153
Tabla 66: Pruebas de normalidad	154
Tabla 67: Prueba de homogeneidad de varianzas	155
Tabla 68: Prueba de ANOVA	157
Tabla 69: Prueba de post hoc de Tukey de la tracción diametral a los 7 días	158
Tabla 70: Prueba de hoc de Tukey tracción diametral a los 14 días	160
Tabla 71: Prueba de post hoc de t3 de Dunnet comparaciones múltiples	162
Tabla 72: Comparativo de promedio de tracción diametral a los 28 días	165
Tabla 73: Resultados de los ensayos a la flexión a los 7 días	168
Tabla 74: Resultados de los ensayos a la flexión a los 14 días	168

Tabla 75: Resultados de los ensayos a la flexión a los 28 días	169
Tabla 76: Pruebas de normalidad	170
Tabla 77: Prueba de homogeneidad	172
Tabla 78: Prueba de ANOVA	173
Tabla 79: Prueba de post hoc de Tukey resistencia a la flexión a los 7 días	174
Tabla 80: Prueba de post hoc de Tukey resistencia a la flexión a los 14 días	176
Tabla 81: Prueba de post hoc de tukey resistencia a la flexión a los 28 días	178
Tabla 82: Comparativo de promedio de módulos de rotura a la flexión a los 28 días	180
Tabla 83: Pérdida de trabajabilidad para el concreto patrón	182
Tabla 84: Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 1% F.A.R y 2% C.C.H	183
Tabla 85: Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 1% F.A.R y 4% C.C.	183
Tabla 86: Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 1% F.A.R y 6% C.C.H	184
Tabla 87: Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 2% F.A.R y 2% C.C.H	184
Tabla 88: Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 2% F.A.R y 4% C.C.H	185
Tabla 89: Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 2% F.A.R y 6% C.C.H	186
Tabla 90: Pruebas de efectos inter – sujetos	186
Tabla 91: Comparaciones múltiples	187
Tabla 92: Comparaciones múltiples	190

Tabla 93: Análisis de costos unitarios por unidad cúbica de concreto experimental con 1% de Fibra de Acero Reciclado y 2% Ceniza de Cáscara de Huevo  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  193

Tabla 94: Análisis de costos unitarios por unidad cúbica de concreto experimental con 1% de Fibra de Acero Reciclado y 4% Ceniza de Cáscara de Huevo  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  195

Tabla 95: Análisis de costos unitarios por unidad cúbica de Concreto Patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  197

Tabla 96: Comparativo ACU's entre concreto patrón versus concreto experimental más 1% de fibra de acero reciclado y sustitución de cemento por 2% de ceniza de cáscara de huevo 200

Tabla 97: Comparativo ACU's entre concreto patrón versus concreto experimental más 1% de fibra de acero reciclado y sustitución de cemento por 4% de ceniza de cáscara de huevo 200

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Agregado grueso	31
Figura 2: Agregado fino	32
Figura 3: Producción de huevo de gallina para consumo en el Perú	33
Figura 4: Consumo promedio per cápita anual de huevo de ave en el Perú (kg/persona)	35
Figura 5: Participación de los Principales Productos Avícolas en el Perú	38
Figura 6: Composición típica de neumático de vehículos	42
Figura 7: Fibras de acero obtenidas de neumáticos de desecho	44
Figura 8: Grupo de fibras de acero removidas de los bordes interiores de un neumático reciclado	45
Figura 9: Secuencia de generación de esfuerzos de tracción y compresión en elementos sometidos a esfuerzos de flexión	46
Figura 10: Diagrama variable de respuesta	55
Figura 11: Variables de la investigación	56
Figura 12: Residuos de cáscara de huevo	63
Figura 13: Características físicas	63
Figura 14: Ensayos en el laboratorio MATESTLAB SAC	65
Figura 15: Reciclado y limpieza de fibras de acero	66

Figura 16: Elaboración del concreto con ceniza de cáscara de huevo y fibra de acero reciclada	75
Figura 17: Elaboración de probetas de concreto con cenizas de cáscara de huevo y fibra de acero reciclada	76
Figura 18: Elaboración de viguetas prismáticas armadas con cenizas de cáscara de huevo y fibra de acero reciclada	77
Figura 19: Análisis granulométrico del Agregado Fino ASTM C33 - Arena Gruesa	79
Figura 20: Análisis granulométrico del Agregado Grueso ASTM C33 HUSO # 5	81
Figura 21: Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	87
Figura 22: Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	89
Figura 23: Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	95
Figura 24: Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	91
Figura 25: Análisis granulométrico de Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	103
Figura 26: Análisis granulométrico de Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	105
Figura 27: Análisis granulométrico de Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA	111
Figura 28: Análisis granulométrico de Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	113

Figura 29: Análisis granulométrico de Agregado Fino ASTM C33 - ARENA	
GRUESA	119
Figura 30: Análisis granulométrico de Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	121
Figura 31: Análisis granulométrico de Agregado Fino ASTM C33 - ARENA	
GRUESA	127
Figura 32: Análisis granulométrico de Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56	129
Figura 33: Gráfico de medias	144
Figura 34: Gráfico de medias	146
Figura 35: Gráfico de medias	149
Figura 36: Gráfico de medias	159
Figura 37: Gráfico de medias	161
Figura 38: Gráfico de medias	164
Figura 39: Gráfico de medias	175
Figura 40: Gráfico de medias	177
Figura 41: Gráfico de medias	179
Figura 42: Medias marginales estimadas de trabajabilidad SLUM	192
Figura 43: Comparativo de Promedios Esfuerzo a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	207
Figura 44: Comparativo de Promedios Tracción Diametral	208

Figura 45: Comparativo de Promedios de Módulos de Rotura 209

Figura 46: Comparativo de Costo Directo 210

## RESUMEN

La presente investigación denominada “Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado-Lima Norte 2022” evaluará un concreto alternativo considerando el uso de fibras de acero que otorgan mayor rigidez y resistencia a la flexotracción en estructuras y cáscara de huevo por ser económico, contener componentes para la formación del cemento y ser uno de los mayores residuos a nivel nacional.

La metodología de investigación científica se desarrolló en dos partes; una bibliográfica y otra experimental; esta última de tipo aplicada y diseño cuasi experimental.

Tras los ensayos se destaca que, la resistencia a la compresión y tracción diametral con el diseño uno arroja óptimos resultados. La resistencia a la flexión entre el diseño uno y el tradicional no presentan diferencias significativas, aunque ambos diseños son mayores que los demás y que sí existe un impacto positivo en la trabajabilidad con respecto al diseño tradicional.

En efecto, concluimos que el concreto propuesto es viable e innovador en el sector construcción pues cumple con los requerimientos necesarios y aporta a la reducción de la contaminación ambiental al usar materia prima reciclable.

**PALABRAS CLAVES:** Concreto, cáscara de huevo, fibras de acero, propiedades del concreto, contaminación ambiental.

**ABSTRACT**

The present research entitled "Analysis of the physical-mechanical properties of a traditional concrete  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> by replacing cement with eggshell ash and adding recycled steel fiber to the mix-North Lima 2022" will evaluate an alternative concrete considering the use of steel fibers that provide greater rigidity and resistance to flexural stress in structures and eggshell because it is economical, contains components for the formation of cement and is one of the largest waste products at the national level.

The scientific research methodology was developed in two parts; one bibliographic and the other experimental, the latter was of an applied and quasi-experimental design.

After the tests, it is noted that the compressive and diametral tensile strength with design one shows excellent results. The flexural strength between design one and the traditional design does not show significant differences, although both designs are higher than the others and there is a positive impact on workability with respect to the traditional design.

In effect, we conclude that the proposed concrete is viable and innovative in the construction sector because it meets the necessary requirements and contributes to the reduction of environmental pollution by using recyclable raw materials.

**KEY WORDS:** Concrete, eggshell, steel fibers, concrete properties, environmental contamination.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1. Realidad Problemática

En el país de Colombia se han realizado distintos estudios como el del investigador Carlos Pacheco entre otros; en instituciones como en el Instituto para el Desarrollo Sostenible (IDS), para que de algún modo se incorpore las cáscaras de huevo que normalmente van a parar a la basura, al cemento empleado en la construcción. Distinguiendo que solo la industria del cemento produce más del 5 % de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, según el World Business Council for Sustainable Development . Tan solo dos procesos superan estas cifras que son, la obtención de combustibles fósiles y la explotación de la tierra. En 2015, en una clase de ingeniería civil de Pacheco, los estudiantes Estiven Frías, Francisco Gómez y Viandy Bravo plantearon reemplazar elementos básicos que hacen parte de la mezcla de cemento, por medio de un proceso de incineración de las cáscaras de huevo para deshacerse de todos los residuos orgánicos, tras ello alcanzaron a reemplazar con éxito un 5 % del calcio empleado para hacer cemento sin alterar las propiedades de la mezcla. Esto, aunque parezca poco, en un escenario macro industrial el impacto sería enorme. Solamente el año pasado se consumieron en el país 13 827 millones de huevos, una cifra que coloca a Colombia como el tercer mayor consumidor de este producto en Latinoamérica, únicamente superados por México y Brasil, según la Federación Nacional de Avicultores (Fenavi). Encontrar soluciones considerables para lograr un modelo de construcción sostenible es un tema que en la actualidad afecta al gobierno, la academia y organizaciones en beneficio del medioambiente y la industria misma. (Pacheco, Frias, & Gomez, 2018)

Por otro lado, en la ciudad de Loja Ecuador, recibiríamos 1500-1625 gr de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) en bruto y 1000-1200 gr de óxido de calcio al año por gallina si una gallina

produjera 300-325 huevos al año, cada uno de los cuales tuviera un 10% de cáscara y pesara 50 gr (CaO) estándar. Con el fin de obtener un aditivo que ofrezca una opción alternativa de material ecosostenible, ya que las cáscaras de huevo contienen un 95% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), que puede ser utilizado como abono biodegradable para los suelos de los alimentos en los hogares y en los campos, uno de los mayores lugares donde se desecha más este material son las panaderías y las empresas de condimentos en la ciudad de Loja , por ello en los laboratorios de la Universidad Técnica Particular de Loja se llevó a cabo un proceso experimental para obtener un aditivo que ofrezca una opción de material eco-sostenible. Los materiales fueron recolectados y procesados en el medio ambiente con una resistencia que cumplía con las normas de compresión (Reibán, 2017)

Cabe mencionar que el concreto ha llegado a ser el material más empleado en el sector de la construcción, pero a pesar de ser resistente, presenta fallas al momento de su rotura. En este contorno existe la información errónea que un concreto de alto desempeño es aquel que tiene la característica de tener alta resistencia y duración, sin embargo, dicha definición abarca mucho más y comprende una gran variedad de concretos, pudiendo ser un concreto de alto desempeño aquel concreto optimizado en su costo y trabajabilidad, que cumpla los requerimientos de resistencia y durabilidad. (Portugal, 2016)

“La idea de utilizar fibras dispersas en el hormigón para ayudar a mejorar algunos aspectos del hormigón tradicional se inspiró en el uso de fibras para reforzar materiales frágiles” (Tamayo, 2019).

Con la ayuda de nuevas investigaciones, se han añadido técnicas de construcción innovadoras y se han combinado con diversos materiales, tanto nuevos como reciclados, para

augmentar la resistencia del hormigón. Un ejemplo de ello es la sustitución parcial de los áridos finos por fibra de acero y virutas de acero recicladas, que se realizó para ver cómo su presencia afectaba a la resistencia del hormigón o a su capacidad para controlar las grietas y otros posibles problemas. Asimismo, respecto al plano nacional, en nuestro país las actividades agroindustriales generan una gran cantidad de residuos, los cuales generalmente son desechados en la naturaleza sin control o simplemente son quemados al aire libre, contribuyendo negativamente con la contaminación ambiental. En vista de ello, se han realizado diversas investigaciones donde se muestra que la cáscara de huevo es un tipo de residuo que presenta un gran potencial para la aplicación en la construcción, sobre todo por constituirse principalmente de carbonato de calcio, y que puede ser sustituida parcialmente en un porcentaje del cemento, en una mezcla de concreto. (Bances, 2020)

A través del tiempo se viene empleando las fibras naturales para el reforzamiento del concreto, no obstante, no se lograron resultados contundentes que brinde comodidad y seguridad a la población; por ello en búsqueda de nuevos materiales el hombre ha descubierto las fibras de acero, sustituyendo a las fibras naturales, puesto que estas brindan mayor resistencia a cualquier tipo de esfuerzo que sea sometido la estructura, así como como también las fuerzas telúricas. Al incorporar las fibras de acero al concreto, de alguna manera se logra mejorar las propiedades físicas y mecánicas, la cual es de utilidad para controlar la fisuración y que la rotura no sea brusca. (Polo & Risco, 2018)

En vista de que no hay una investigación que simultáneamente use la ceniza de cáscara de huevo y las fibras de acero reciclado como elementos de sustitución parcial y adición a una mezcla de concreto, es que en el presente trabajo se propone ANALIZAR LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE UN CONCRETO TRADICIONAL  $F'_{C}= 210 \text{ KG/CM}^2$  AL

SUSTITUIR CEMENTO POR CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ADICIONAR A LA MEZCLA FIBRA DE ACERO RECICLADO , evidenciando el nivel de control que se pueda lograr a la fisuración y rotura.

Como antecedentes internacionales podemos mencionar los siguientes:

Según, Ramírez (2016) en la tesis “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO OBTENIDAS DEL RECICLADO DE LLANTAS.” para la Universidad Autónoma de México, el objetivo fue estudiar el comportamiento del esfuerzo a compresión y flexión que presenta el concreto reforzado con fibras de acero obtenidas del reciclado de llantas; como consecuencia se construyeron especímenes de concreto para realizar pruebas experimentales y obtener los parámetros requeridos. Los especímenes fabricados tienen forma cilíndrica y prisma rectangular, estos especímenes cilíndricos poseen un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm, mientras que los especímenes rectangulares tienen una dimensión de 15 x 15 x 60 cm. Para la fabricación de los prototipos se elaboraron tres mezclas de concreto; la primera mezcla sirvió como mezcla testigo por lo que no se le agregaron fibras, mientras que la segunda y tercera mezcla sí se les adicionaron fibras. Para los concretos reforzados con fibra de acero la cantidad de fibra incluida fue de 5 y 9kg/m<sup>3</sup>. Estos se diseñaron para una resistencia de 250 kg/cm<sup>2</sup>, revenimiento de 7.5 cm, agregado grueso de 19 mm. (3/4”) y una relación agua-cemento de 0.6. Los especímenes fueron ensayos por compresión y flexión a los 28 días después de colar el concreto en los moldes. Es así que, se ensayaron un total de 18 especímenes (13 cilindros y 5 prismas), se concluye en que no se presentó incremento en la resistencia a compresión para las mezclas con fibra, la mezcla M-2 disminuyó un 3.1% en comparación con la mezcla M-1, mientras que la mezcla M-3 genero la misma resistencia que la mezcla M-1 que fue de 290 kg/cm<sup>2</sup>. Sin

embargo; al momento de fallar los cilindros a compresión, las fibras mantienen unidos los fragmentos de concreto fisurados, en efecto esto hace al concreto un material dúctil.

Del mismo, modo Vaidya (2019) en la revista titulada “EXPERIMENTAL STUDY ON PARTIAL REPLACEMENT OF CEMENT WITH EGG SHELL POWDER IN CONCRETE”, se realizó una investigación de tipo descriptivo y diseño experimental cuyo propósito del trabajo fue observar el comportamiento de los residuos de polvo de cáscara de huevo (ESP) como alternativa parcial del cemento Portland en el hormigón para mejorar la resistencia. El polvo de cáscara de huevo se utilizara en numerosas mezclas, que puede ser reemplazado en intervalos de 5% de 0% a 20% en peso de cemento en concreto. Después del período de curado de 28 días, se verifica su resistencia a la compresión, resistencia a la tracción dividida, prueba de resistencia a la flexión y prueba de durabilidad. Para ello se vaciaron cubos de concreto con un tamaño de 150x150x150 en los que se reemplazó el cemento por polvo de cáscara de huevo al 5% de intervalo de 0% a 20%. Del mismo modo para dividir resistencia a la tracción, se fundió en un cilindro de 150x300 en el que se reemplaza el cemento por polvo de cáscara de huevo al 5% de intervalo de 0% a 20%. De manera similar para la resistencia a la flexión, se fundieron las vigas con tamaños de 250x150x650 reemplazando el cemento por polvo de cáscara de huevo después de 28 días de curado de la viga. Es así que se concluyó que la resistencia a la compresión se puede aumentar hasta un 7,15 % con respecto al hormigón normal reemplazando el cemento hasta un 10 % del ESP. La resistencia a la flexión se puede aumentar hasta un 11,62 % y un 6,97 % con respecto al hormigón normal sustituyendo el cemento hasta un 10 % y un 15 % de ESP respectivamente. La resistencia a la tracción dividida se puede aumentar hasta un 3,5 % en comparación con el hormigón normal supliendo el cemento hasta en un 10 % de ESP.

Análogamente, Parthasarathi & Satyanarayanan (2017) en la revista “EXPERIMENTAL STUDY ON PARTIAL REPLACEMENT OF CEMENT WITH EGG SHELL POWDER AND SILICA FUME”, en donde el tipo de investigación fue descriptivo y el diseño experimental, cuyo objetivo fue reemplazar el polvo de cáscara de huevo en un 5%, 10% y 15% además con el humo de sílice en un 2,5%, 5% y 7,5% del peso del cemento. Esta investigación experimental demuestra las características de resistencia, como la resistencia a la tracción dividida, la resistencia a la compresión y la prueba de resistencia a la flexión del hormigón a base de cáscara de huevo. Se concluyó que la resistencia del concreto aumenta con la adición de polvo de cascara de huevo y humo de silicio, así mismo se hace una comparación para ver la resistencia añadida entre la cascara de huevo y el humo de silicio, y se comprueba que el material de sustitución del cemento aumenta hasta un 15 por ciento sin humo de sílice. La adición de humo de sílice también mejora la resistencia, pero desde un punto de vista económico, solo mejora la cáscara del huevo, esto se puede aumentar si el hormigón se utiliza con refuerzo. El polvo de cáscara de huevo que rodea la superficie de la mezcla puede aumentar el proceso de carbonatación y puede reducir la permeabilidad a largo plazo. Por lo tanto, se necesita un estudio detallado del proceso de carbonatación en la mezcla el reemplazo de polvo es suficiente para obtener una mayor resistencia.

(VALENCIA CASTRO & QUINTANA CRUZ, 2016) , en su tesis sobre “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO AL 12% Y 14%” para la Universidad Católica de Colombia para optar al Título profesional de ingeniería tuvo como objetivo general Analizar el comportamiento del concreto simple y el concreto reforzado con adición de fibras de acero al 12 % y 14%, con el fin de conocer si existe una mejora en la capacidad de carga a la compresión. Determinó que mejora

en la resistencia a la compresión de los cilindros con fibra de acero con respecto a los cilindros sin fibra, notándose que la mezcla con adición del 14 % fue la más alta, obteniendo una resistencia promedio 24500 kg-f o de 4324 psi, superando en un 13,65 % la resistencia a la compresión de la mezcla de concreto sin adición, Los resultados encontrados evidencian que la mezcla que brindó mejor comportamiento a los 14 días supero en 30 % por encima de la resistencia del diseño esperado, a los 21 días más de en un 38 % y a los 28 días se lograría obtener una resistencia superior al 44% de la resistencia esperada. Como resultado, sin la adición de fibra, los cilindros tuvieron un fallo columnar, que proporciona poco tiempo para la recuperación porque el hormigón se fractura rápidamente en cuanto alcanza su punto de rotura, dañando gravemente los cilindros. A diferencia de los cilindros reforzados con fibra, que presentan fallos de tipo cónico y fallos cilíndricos y cortados, que son fallos menos graves y conservan el 80% de la forma del cilindro, Además, se descubrió que el acero del 14% creaba fracturas finas y juntas en contraste con el acero del 12%, que producía grietas gruesas y distintas con un grosor que oscilaba entre 0,1 y 0,2 mm.

Ahora, Yeong (2017) con la tesis “PROPERTIES OF CONCRETE CONTAINING EGG SHELL POWDER AS PARTIAL CEMENT REPLACEMENT”; para la Universidad de Malasya Pahang, en donde se planteó el objetivo de investigar las características de la cáscara de huevo, las propiedades mecánicas y el rendimiento de durabilidad del hormigón de cáscara de huevo. En este caso, se usaron dos condiciones diferentes de secado de cáscaras de huevo como sustitutos parciales del cemento, secado al aire y secado al horno. La característica de la cáscara de huevo se examinó mediante difracción de rayos X (XRD), fluorescencia de rayos X (XRF), microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR). En la etapa inicial de la investigación, se realizó una mezcla de prueba para identificar la

relación agua-cemento óptima. Se vertió una muestra de control y hormigón de cáscara de huevo en un cubo de (100 x 100 x 100) mm, una viga de (100 x 100 x 500) mm y (diámetro 100 x 300) mm. Posteriormente se han examinado la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción por hendimiento de las muestras de hormigón. Tras ello; se concluyó en la muestran que el curado con agua con 15% de concreto de cáscara de huevo secado al horno tuvo la mayor resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción por división. El curado con agua promueve un mejor proceso de hidratación que mejora las estructuras internas y presenta una menor absorción de agua, en efecto el hormigón que contiene cáscara de huevo tiene potencial para ser utilizado como aplicación estructural.

Como antecedentes nacionales es importante tener en cuenta que:

De acuerdo a Reyes (2019) con la tesis “RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$  AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% Y 8% POR CÁSCARA DE HUEVO”, desarrollada para la Universidad San Pedro con el fin de optar al Título profesional de ingeniería civil. Se destaca el objetivo de investigar y determinar experimentalmente las propiedades químicas, físicas y mecánicas de matrices cementicias con la adición de cascara de huevo pulverizado deshidratado para la valoración de sus posibles usos en construcciones arquitectónicas y su porcentaje permitido trabajando como un conglomerante la cascara de huevo que es un material de desecho orgánico que posee en mayor cantidad carbonato de calcio pero al ser calcinado se convierte en óxido de calcio con un proceso de calcinación de  $450^\circ\text{C}$ ,  $700^\circ\text{C}$  y  $1000^\circ\text{C}$ . Al hacer una comparativa de la temperatura correcta para un conglomerante de buena calidad, se procede a la calcinación de CH a  $450^\circ\text{C}$ ,  $700^\circ\text{C}$  y  $1000^\circ\text{C}$  para luego realizar una medición de los componentes químicos mediante la pistola de Eflorescencia de Rayos X en donde se obtuvo los siguientes resultados, los cuales sirvieron para

argumentar el uso de la CHM 450°C CaO en 75.99%, AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 4.3%, SiO<sub>2</sub> en 0.15% y P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 1.93%, CHM 700°C CaO en 82.56%, AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 0.96%, SiO<sub>2</sub> en 0.16% y P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 1.79%, CHM 1000°C CaO en 80.76%, AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 1.4%, SiO<sub>2</sub> en 1.97% y P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en 2.94%. Se concluye que luego de dichos procesos experimentales, la utilización de la cascara de huevo marrón de gallina es apta para sumergirse en el campo de la construcción.

Según, Castro & Alfaro (2019) , con la tesis “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIAS  $f'c = 210, 280, 350$  KG/CM<sup>2</sup> SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO POR CÁSCARA DE HUEVO”, para la Universidad privada de Antenor Orrego aspirando a obtener el Título profesional de ingeniería civil donde el objetivo de la investigación es 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 cáscara de huevo, con resistencias  $f'c$  210, 280, 350 kg/cm<sup>2</sup>; el cual determinara si se produce un incremento en la resistencia a la compresión y tracción. En efecto 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 luego 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. El concreto experimental sustituyendo material cementicio por cascara de huevo, alcanzo su resistencia de diseño a los 7 días lo cual indica que la sustitución actúa como un acelerador de resistencia a edades tempranas. Además, se destaca que 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.

Por su parte, Ludovico & Hideo (2018) en su artículo “COMPUESTO DE CÁSCARA DE HUEVO Y MORTERO DE CEMENTO PORTLAND” cuyo tipo de investigación fue descriptivo y el diseño experimental, resalta que la empresa subraya que la basura generada por las actividades agroindustriales es importante y aún no se aprovecha adecuadamente. La contaminación del medio ambiente se debe con frecuencia a la eliminación gratuita de residuos agroindustriales en el entorno o a su simple quema al aire libre. La cáscara de huevo, un producto del desecho de la producción de huevos, tiene un gran potencial de uso en la construcción porque está compuesta en su mayor parte por carbonato de calcio. En este estudio se utilizó la prueba de la curva de hidratación para analizar el comportamiento de la combinación cáscara de huevo-cemento. Los resultados obtenidos demostraron la necesidad de tratar la cáscara de huevo para disminuir la interrupción del fraguado del cemento. La segunda fase de la investigación consistió en el desarrollo de morteros de cemento, arena y cáscara de huevo tratada. Después de secarse durante 21 días, las probetas se sometieron a una evaluación por ultrasonidos antes de ser sometidas a la prueba de compresión simple. Los resultados de los experimentos demostraron el impacto del tipo de cemento, el tratamiento y la proporción de los constituyentes en la resistencia del compuesto.

De la misma manera, Vásquez, (2018) en su tesis “INCREMENTO DE LA RESISTENCIA FLEXIONAL DEL CONCRETO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FIBRAS DE ACERO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS EN LA CIUDAD DE LIMA 2018” expuesta para la Universidad Cesar Vallejo para optar por el Título profesional de Ingeniero Civil cuyo objetivo es darse cuenta del modo en que las fibras de acero de neumáticos reutilizados impactan

en el concreto a través de su integración y cómo esto influye en sus cualidades. Desarrolló una serie de estudios, en donde sometió a un grupo de probetas y vigas agregándole dicho material. Además, realizó pruebas de flexión y compresión, las cuales se llegarán a comparar con los resultados obtenidos del concreto con fibras de acero de neumáticos con los del concreto tradicional. Después de llevar a cabo todos los procedimientos señalados en un apartado anterior, y luego del procesamiento de datos obtenidos en las mediciones, podemos decir que los resultados de ensayos de resistencias a la compresión muestran que la aplicación de fibras de acero nos permite incrementar la resistencia a la compresión de 227 kg/cm<sup>2</sup> a 242 kg/cm<sup>2</sup> es decir aumenta en un 12% con respecto del concreto convencional, así mismo que la aplicación de fibras de acero obtenidas de neumáticos reciclados nos permitió incrementar la resistencia a la tracción diametral, de 26.62kg/cm<sup>2</sup> a 33.61kg/cm<sup>2</sup> alcanzando valores del 30% de la resistencia a la tracción diametral del concreto convencional. Finalmente, y de acuerdo con los resultados obtenidos, la resistencia a la flexión del concreto reforzado con fibras mejora de manera directa con la cantidad de fibras de acero obtenidas de neumáticos reciclados. Además de los datos se deduce que es posible lograr mejoras de 33.61 kg/cm<sup>2</sup> hasta 53.77 kg/cm<sup>2</sup> es decir puede aumentar hasta el 50% de la resistencia flexional.

Por su lado, Honorio & Risco (2018) en su tesis “INFLUENCIA EN FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO, TRUJILLO ,2018” para la Universidad Privada de Trujillo con el propósito de lograr obtener el Título de Ingeniero Civil, cuyo objetivo fue proporcionar la información de los resultados obtenidos de un estudio experimental sobre la influencia de las fibras de acero, como alternativas de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Para ello explicó que se usarán las fibras de acero CHO65/35 NB, producto comercializado por una empresa reconocida en aditivos llamado SIKA.

En este proyecto de investigación se analizará las propiedades físicas y mecánicas del concreto tanto en estado fresco como estado endurecido, presentando tres diferentes diseños de mezcla, previo a ello se tiene que diseñar tres diseños de concreto simple según la Norma E.060 con el fin de seleccionar un diseño patrón que servirá para adicionar los porcentajes de fibra de acero. Teniendo el diseño patrón se procederá adicionar el 1.5% y el 3% de fibras de acero al diseño patrón, donde se evaluará sus propiedades físicas y mecánicas en estado fresco y endurecido. Tras el procedimiento se concluyó teniendo como mejores resultados en cuanto a su resistencia a la compresión al diseño con 1.5% de fibra y en cuanto a su resistencia a la flexotracción al diseño con 3% de fibra.

A continuación, presentamos también los siguientes conceptos y definiciones básicas, relevantes para esta investigación:

### **Agregados**

“El agregado se describe como el conjunto de partículas artificiales o inorgánicas de procedencia biológica, que tiene dimensiones comprendidas entre los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 400.011, estos tienen una granulometría variable” (Quispe, 2018)

“Los agregados comprenden la fase discontinua del concreto y esta próximo de la pasta cementicia; cubre aproximadamente el 75-80% del volumen de una unidad cúbica de concreto” (Quispe, 2018)

Los agregados se pueden dividir en 2 grupos, por su naturaleza: finos y gruesos. Respecto a los agregados finos, lo constituyen las arenas naturales o fabricadas y tiene tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; por otra parte, los agregados gruesos contienen partículas que se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. (Quispe, 2018)

## Agregado grueso

En el libro “Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas”, el agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y deriva de la desintegración de las rocas, que cumple con la norma NTP 400.037; por otro lado, este puede clasificarse en piedra chancada y grava. El agregado puede ser de grava natural o triturada o piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales. (Quispe, 2018)

“El agregado grueso tiene estar conformado por partículas limpias, sin impurezas, tierra, polvo, limo, humus, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas. Este debe ser preferiblemente de formas angulares o semi-angular, duras, compactas, resistentes y de textura primordialmente rugosa” (Quispe, 2018).

La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de  $1 \frac{1}{2}$ ” y no más de 6% del agregado que pasa la malla  $\frac{1}{4}$ ”. El tamaño máximo del agregado a tomar será:

$\frac{1}{5}$  de la menor dimensión entre caras de encofrados ó

$\frac{1}{3}$  de la altura de las losas ó

$\frac{3}{4}$  del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo.

## Figura 1

### *Agregado grueso*



*Fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/agregados-finos-y-gruesos-manejabilidad-del-concreto>*

### **Agregado fino**

Se define como agregado fino a aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, la más usada es la arena, de desintegración de rocas; también debe cumplir con la norma NTP-400.037 y requiere una granulometría uniforme. El agregado fino debe contar con suficiente cantidad de material.

Al igual que el agregado grueso las partículas deben ser limpias, de perfil angular de preferiblemente, de partículas duras, compactas y resistentes. Libres de material perjudicial como polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas. (Quispe, 2018)

## Figura 2

### *Agregado fino*



*Fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/agregados-finos-y-gruesos-manejabilidad-del-concreto>*

### **Cáscara de Huevo**

La cáscara forma la cubierta protectora del huevo, esta funciona como un muro que la protege de los agentes externos, mediante este pueden realizar intercambios gaseosos y líquidos con el ambiente que le conforma. La cáscara equivale entre el 9 – 12 % del peso del huevo, lo que haría unos 5 – 7 gramos, dependiendo de la raza donde provenga, se compone principalmente de sustancias minerales, entre las cuales el Carbonato de calcio (94.0%), es uno de los principales componentes estructurales. Existen otros tipos minerales en la cáscara, pero en muy pequeñas proporciones, como el Fosfato tricálcico y el Carbonato de magnesio. (Quispe, 2018)

**Tabla 1**

*Composición nutricional del polvo de Cáscara de huevo*

Composición nutricional del polvo de cascara de huevo por cada 100g.	
Agua	0,5 g
Proteína	2,1 g
Ceniza	96,9 g
Calcio	38 mg
Potasio	41,6 mg
Sodio	87 mg
Fosforo	99,3 mg
Hierro	0,5 mg
Magnesio	375 mg

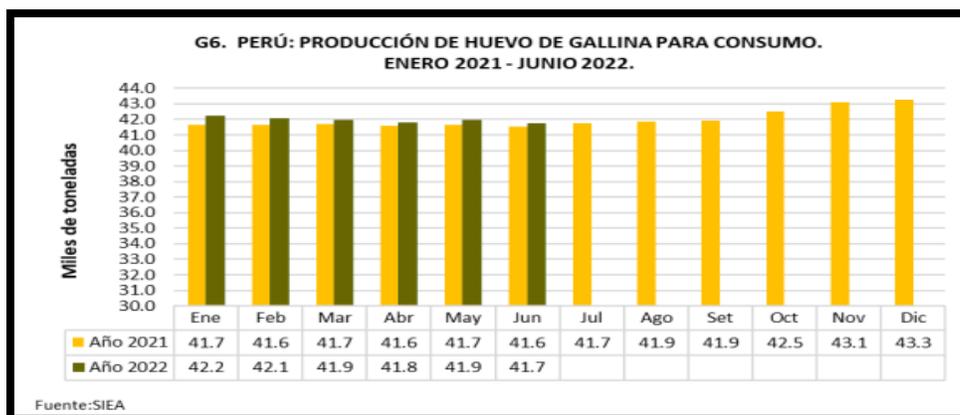
*Fuente: Soto & Argumedo (2014)*

**Producción de huevo de gallina para consumo en el Perú**

En el mes de referencia, la producción de huevo de gallina para consumo alcanzó las 42 mil toneladas, disminuyendo en 1,0% respecto a lo obtenido en el mes de diciembre del año 2021, como se observa en la figura 3 y tabla N° 5

**Figura 3**

*Producción de huevo de gallina para consumo en el Perú*



*Fuente: Sistema Integrado de Estadística Agraria*

**Tabla 2**

*Producción de Huevo de Gallina para consumo en el Perú*

Meses	Producción de huevo (Miles de Toneladas)		
	2021	2022	Var. %
Ene	41,7	42,2	1.4
Feb	41,6	42,1	1.0
Mar	41,7	41,9	0.6
Abr	41,6	41,8	0.5
May	41,7	41,9	0.7
Jun	41,6	41,7	0.4
Jul	41,7		
Ago	41,9		
Set	41,9		
Oct	42,5		
Nov	43,1		
Dic	43,3		

*Fuente: Sistema Integrado de Estadística Agraria*

**Peso de un huevo:**

Un huevo de gallina pesa, término medio, 53 g de los cuales 6 g son de cáscara, 31 g de clara y 16 g de yema. El 11.32% del peso es Cáscara de huevo; Según la tabla 5, a nivel nacional se tiene 47011 Toneladas de Cáscara de huevo aptas para reutilizar (Vásquez, 2018)

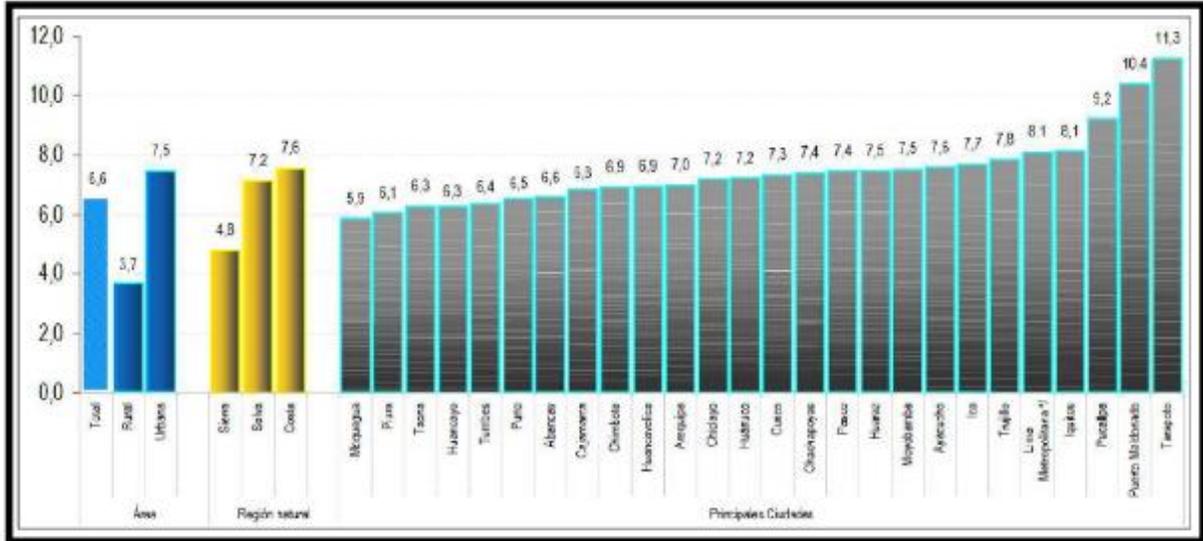
**Consumo per cápita de huevo en Perú:**

“El huevo es un alimento sano y muy completo. El peruano/a lo tiene como ingrediente importante de su canasta familiar con un consumo promedio per cápita de 6 kilos 600 gramos al año o de 600 gramos al mes” (INEI, 2012)

En Huaraz el consume es de 7.5 kg/Persona/año.

**Figura 4:**

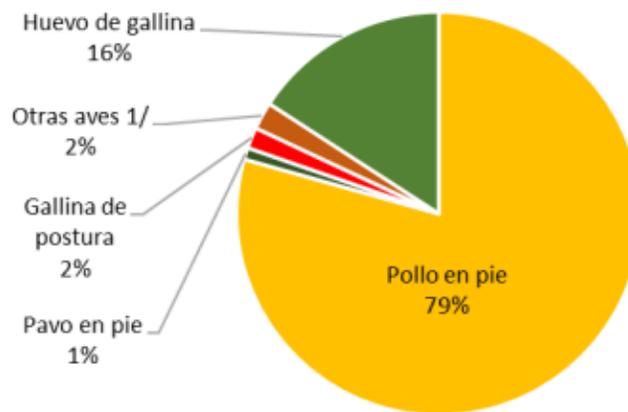
*Consumo promedio per cápita anual de huevo de ave en el Perú (kg/persona)*



Fuente: INEI 2008 -2009

**Figura 5**

*Participación de los Principales Productos Avícolas en el Perú*



Fuente: SIEA, 2022

Actualmente solo en Huaraz hay 137000 habitantes los cuales consumirían 1,027500 kg de Huevo Produciendo un residuo de 116313Kg de Cáscara de Huevo al año.

## Cemento

El cemento Portland es un producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con el agregado eventual del sulfato de calcio. Admitiéndose la adición de otros productos que no excedan el 1 % en peso total, todo conforme a la norma correspondiente establezca que la inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. (Quispe, 2018)

### Composición Química:

Las materias primas más importantes para la fabricación del cemento y sus propiedades generales son

**Tabla 3**

#### *Componentes Químicos del Cemento*

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95 % <	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas, Mineral de Hierro, pirita
5 % <	Oxido de Magnesio, Sodio, Potasio, titanio, azufre, Fosforo y magnesio	Minerales Varios

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4**

#### *Porcentajes de Compuestos Químicos del Cemento*

COMPUESTO	PORCENTAJE
CaO	61% - 67 %
SiO <sub>2</sub>	20 % - 27 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4 % - 7 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2 % - 4 %
SO <sub>3</sub>	1 % - 3 %
MgO	1 % - 5 %
K <sub>2</sub> O y Na <sub>2</sub> O	0.25 % - 1. 5%

*Fuente: Elaboración propia*

Cada uno de estos compuestos define el comportamiento del concreto. Es así que; el silicato tricálcico determina la resistencia inicial del concreto y produce una gran velocidad de hidratación por ende un rápido endurecimiento del cemento, además de producir un alto calor de hidratación. El silicato bicálcico desarrolla una lenta velocidad de endurecimiento por lo que su contribución de resistencia a corto plazo es muy pequeña, pero posteriormente determina la ganancia de resistencia a largo plazo y tiene un bajo calor de hidratación. El aluminato tricálcico es el primero en hidratarse después de los álcalis, su fraguado ocurre a una velocidad de hidratación casi instantánea (hidratación violenta), lo cual obliga a la adición de sulfato de calcio para poder controlar esta velocidad de hidratación, además este desarrolla una cantidad elevada de calor de hidratación y contribuye al desarrollo de resistencia durante las primeras 24 horas. Por último; el ferroaluminato tetracálcico tiene un calor de hidratación bajo; en la resistencia mecánica no está definido su papel. (Rivva, 2000).

En la NTP 334.009, se reconocen 6 tipos de cementos estándar:

- Tipo I: De uso general que no requiere propiedades especiales especificadas, para cualquier otro tipo.
- Tipo II: De uso general, específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos.

Tipo II (MH): De uso general, específicamente cuando se desea moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos.

Tipo III: Para ser usado cuando se requiere altas resistencias iniciales.

Tipo IV: Para ser usado cuando se desea bajo calor de hidratación.

Tipo V: Para ser usado cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

En la NTP 334.090, para los tipos de cementos adicionados, se indica:

Cementos adicionados binarios: Cemento adicionado hidráulico que contiene Cemento Portland y cemento de escoria, o cemento Portland y puzolana.

“Cementos adicionados ternarios: Contiene cemento Portland combinado con dos puzolanas diferentes, o cemento Portland con cemento escoria y una puzolana, una puzolana y una caliza o cemento de escoria y una caliza” (Quispe, 2018).

### **Sostenibilidad del cemento:**

Muchos hallazgos de investigación en las últimas dos décadas han demostrado que la incorporación de SCM (Materiales Cementicios Suplementarios), con una disminución concurrente en el contenido ordinario de Clinker de Portland en el concreto, es quizás la forma más viable hacia la sostenibilidad, especialmente cuando se espera una larga vida útil libre de corrosión. Esto se debe principalmente a la mayor durabilidad, la reducción de la huella de carbono y la menor demanda de materia prima, todo sin sacrificar la resistencia.

(Chatterjee,2018)

Sin embargo, todavía existen percepciones y restricciones negativas sobre el uso de SCM para grandes proyectos de infraestructura, principalmente debido a la falta de conciencia sobre las ventajas de dichos materiales y las posibles variaciones en la calidad y el tipo de SCM disponibles de varias fuentes. Para abordar estos problemas, se han obtenido datos experimentales para hormigones que se usan típicamente en el sector de la construcción de la India para cuantificar la evolución de sus fortalezas. (Dhandapani, 2018)

### **Concreto**

El concreto, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, se puede definir como una mezcla de Cemento Portland u otro tipo de cemento hidráulico junto a agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. Dichos componentes se mezclan en una pasta cementicia que al endurecer resulta una masa parecida a la roca, debido al endurecimiento de la pasta por la reacción química del cemento con el agua. Para así llegar a la máxima resistencia con el pasar de los días. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

El concreto se define como una piedra artificial; formada de mezclar adecuadamente cuatro componentes básicos: agregados (finos y gruesos), cemento, agua e involuntariamente se introduce aire. Las propiedades del concreto se valen en gran medida de la calidad y proporciones de sus componentes en la mezcla. (Quispe, 2018)

#### **Agua para mezclas de concreto y curado:**

El agua para el concreto usada para la preparación de la mezcla y el curado del concreto debe cumplir con lo estipulado en la norma NTP 339.088. Esta debe ser preferentemente agua potable que no debe contener aguas ácidas, con cal, minerales o carbón, tampoco aguas provenientes de relaves, ni con contenido de residuos minerales o industriales, asimismo aguas con contenido de sulfatos mayores a 1%, ni aguas con algas o materia orgánica, humus o desagües, aguas con azúcar y sus derivados. Estas aguas deben estar libres de cantidades importantes de sales de sodio o potasio disueltas. (Quispe, 2018)

En el caso de aguas naturales no potables, se puede usar si:

a) Son limpias y libres de contenido perjudicial de aceite, ácido, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias nocivas al concreto y acero de refuerzo.

b) Las proporciones se basan en los ensayos de resistencia en compresión y son similares a muestras de agua potable.

c) La calidad del agua debe cumplir estos estándares:

**Tabla 5**

*Cantidades máximas permitidas de elementos en el agua*

Elementos	Cantidades permitidas	Máximas
Cloruro	300 ppm	
Sulfatos	300 ppm	
Sales de magnesio	150 ppm	
Sales solubles totales	1500 ppm	
PH	Mayor a 7	
Sólidos en suspensión	1500 ppm	
Materia Orgánica	10 Ppm	

*Fuente: Digesa – Minsa*

Si tomamos como ejemplo el agua de mar esta se puede usar bajo la recomendación que la mezcla contenga cemento como mínimo de 350 kg/m<sup>3</sup>; una relación agua/cemento máximo de 0.5; consistencia plástica y recubrimiento al acero de refuerzo no menor de 70mm. (Quispe, 2018)

## **Estado Endurecido del concreto**

### **Resistencia a la compresión**

Es una de las propiedades principales y esencial del concreto, esto se debe a que este elemento está siendo sometido a esfuerzos como por ejemplo las columnas, para la respectiva medición de la compresión del concreto, este valor se puede determinar mediante la norma ASTM C39, la cual nos enseña a realizar el ensayo a compresión. (Vásquez, 2018)

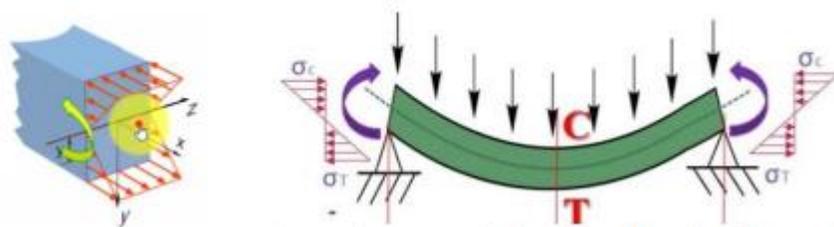
Es fundamental recordar que la preparación de la mezcla (la relación agua-cemento) afecta directamente a la resistencia a la compresión de un elemento de hormigón seco porque, según las investigaciones experimentales de la Asociación de Cemento Portland (PCA), la resistencia a la compresión tiende a disminuir con el aumento de las diferencias de la relación agua-cemento. (Vásquez, 2018)

### **Resistencia a la flexión**

La capacidad del hormigón para soportar presiones de flexión se conoce como resistencia a la flexión. Estos esfuerzos son el resultado de aplicar simultáneamente esfuerzos de compresión y de tracción en el mismo plano interior de un cuerpo. En general, este aumento de las tensiones provoca deformaciones prácticamente universales en el hormigón, que suelen adoptar la forma de curvaturas de la parte aplicada. Como se observa, los esfuerzos de flexión provocan tensiones internas de tracción en el hormigón, lo que significa que la capacidad máxima de resistencia a los esfuerzos de tracción del hormigón estará limitada por la capacidad máxima del hormigón, que como se ha mencionado en el apartado anterior suele estar limitada al 10% de la resistencia a la compresión del hormigón. En consecuencia, aunque el hormigón sea bastante resistente a los esfuerzos de compresión, cuando se realicen esfuerzos de flexión, esta propiedad se verá disminuida por la baja resistencia a la tracción del hormigón, siendo el 10%  $f_c$ , el esfuerzo máximo que se puede utilizar. Ver figura 6. (Vásquez, 2018)

**Figura 6**

*Secuencia de generación de esfuerzos de tracción y compresión en elementos sometidos a esfuerzos de flexión.*



*Fuente: Hibbeler (2015).*

### **Incremento a la resistencia a la flexión**

Una de las distintas formas para incrementar la resistencia a la flexión del concreto es mediante el incremento a la resistencia a la compresión, porque de esta manera la tracción se incrementara, obteniendo como resultado aumento a la resistencia a la flexión, no obstante, para alcanzar esto se debe incrementar significativamente la resistencia a la compresión, de como mínimo el doble de un concreto simple, por lo tanto, si originalmente se tiene un concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , este tendrá alrededor una resistencia a la tracción de  $21 \text{ kg/cm}^2$ , es decir, la resistencia en compresión útil del concreto será de sólo  $21 \text{ kg/cm}^2$ , para duplicar la resistencia a la tracción del concreto simple, sería necesario duplicar la resistencia a la compresión de este, por ello se tendría que fabricar un concreto de  $420 \text{ kg/cm}^2$ . La resistencia a la compresión mencionada es un concreto de alta resistencia, este presenta costos de fabricación muy elevados, los cuales son en vano, puesto que se está duplicando la resistencia a la compresión, cuando únicamente lo que se debe hacer es incrementar la resistencia a la tracción. (Vásquez, 2018)

### **Estado fresco del concreto**

## Trabajabilidad

Es una de las primeras propiedades que se presenta en el concreto al momento de realizar la mezcla, dicha propiedad nos ayuda a identificar que tan fluido está el concreto, esencial al momento de manipular para el correspondiente vaciado en el encofrado, si no tiene buena trabajabilidad, este puede presentar cangrejeras en varias partes del elemento. (Vásquez, 2018)

“Cabe resaltar que esta propiedad se encuentra delimitada por la proporción de los agregados, granulometría de los mismos, por la pasta del cemento y el contenido de agua” (FIC UNCP, 2000).

## Tiempo de fraguado

“El conocimiento de la velocidad de reacción entre el cemento y el agua es importante porque determina el tiempo de fraguado, endurecimiento y pérdida de la plasticidad del concreto” (Kosmatka, 2004)

## Fibras

“Las fibras son elementos de corta longitud y pequeña sección que se incorporan a la masa del hormigón a fin de conferirle ciertas propiedades específicas” (Tolos, 2011).

Mientras que otra definición refiere que las fibras son elementos alargados naturales o artificiales que se introducen en la mezcla para evitar agrietamientos que tienden a producirse por contracción de fragua y cambios de temperatura y para mejorar algunas propiedades del concreto simple, como son: su resistencia a los impactos y a la abrasión, su resistencia a la flexión, su resistencia al corte y su factor de durabilidad (Lao, 2007).

Estas son obtenidas de diferentes materiales, tales como: Acero, polipropileno, acrílicos, fibras naturales, etc., y son utilizadas en la elaboración de concreto fibroso.

### **Fibras de acero recicladas**

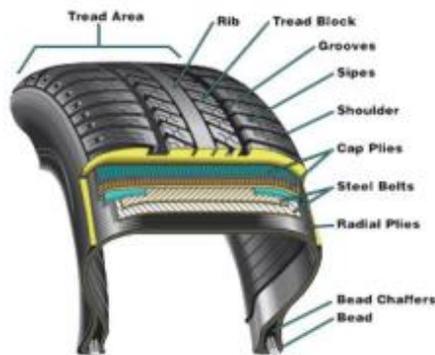
Estas fibras de reciclaje son diminutos filamentos parecidos a alambres que se obtienen de los neumáticos en desechados, una vez obtenidos son trozados de acuerdo al fin que se le quiere dar, la cantidad de acero que se encuentra dentro neumático representa casi el 13% del peso global del neumático.

En el caso de vehículos de carga pesada o camiones la cantidad del peso del acero en relación al peso de los neumáticos es del 25%, esto que provee una gran fuente de fibras de acero, la cual se pueden usar para diversos fines. (Vásquez 2018)

Ver figura 7 y 8.

### **Figura 7**

*Composición típica de neumático de vehículos*



*Fuente: "Use of Steel scrap in Concrete", Girskas et. al. 2016*

## Figura 8

*Fibras de acero obtenidas de neumáticos de desecho*



Fuente: “Performance of Scrap tire Steel fibers in OPC and alkali-activated mortars” Onuaguluchi et. al. 2017.

### Proceso de reciclado de fibras

Los neumáticos están conformados por varios tipos de materiales, entre los más importantes las fibras de acero. Estos elementos están situados en la circunferencia de los bordes interiores del neumático. Por ello al realizar el proceso de reciclado, se inició con la extracción del borde interior de los neumáticos. Este proceso comúnmente se efectúa con una navaja. Una vez retirado el perímetro interior del neumático, se extrae las fibras, dando como resultado lo mostrado en la figura 9.

En dicha figura se observa las fibras obtenidas son de casi 1 mm de diámetro, al ser elementos cerrados, estos se encuentran en forma de espiras. Siguiendo con el próximo paso, se procede a cortar las fibras para poder darle las medidas finales. Debido al diámetro delgado del acero, se pueden realizar cortes con un alicate o amoldadora cualquiera. (Vásquez 2018)

## Figura 9

*Grupo de fibras de acero removidas de los bordes de un neumático.*



*Fuente: Gutiérrez y Vizarreta (2017)*

## Granulometría

En el libro "Tecnología del Concreto", se puede señalar que la granulometría es la operación de dividir una muestra de agregado en fracciones, cada una de las cuales consta de partículas del mismo tamaño. En la práctica cada fracción contiene partículas que se encuentran dentro de límites precisos, que son las aberturas de los tamices normales de muestreo.

En el libro "Resistencia a la compresión del concreto a partir de la Velocidad de pulsos de Ultrasonido", la granulometría se puede entender como la distribución de las dimensiones de partículas o granulometría de un agregado, ello es un rasgo importante porque determina los requerimientos de la pasta para obtener un concreto trabajable. Puesto que el cemento es el material más caro del concreto, es apropiado, disminuir el costo del concreto requiriendo la menor cantidad de pasta consecuente con la creación de un concreto que pueda ser manejado, compactado, acabado y proporcionar la resistencia y durabilidad necesaria

Los factores fundamentales que conducen a la granulometría deseada en los agregados son: el área superficial del agregado, que establece la proporción de agua necesaria para mojar todos los cuerpos sólidos; el volumen relativo ocupado por el agregado; la trabajabilidad de la mezcla, y su tendencia a la segregación. (Quispe, 2018).

### **Uso simultáneo de ceniza de cáscara de huevo y fibras de acero**

La tecnología del concreto; actualmente considera con mayor incidencia, el estudio de materiales suplementarios que direccionen un desarrollo sostenible a través de la reducción de procesos contaminantes que genera el cemento a la fecha de hoy. Asimismo, generar un beneficio económico que no solo favorezca a los clientes ,sino a las empresas encargadas de fabricar y comercializar estos productos de la mano del personal que contribuye para lograrlo. Cabe destacar que, esta investigación busca exponer la elaboración de un concreto con adición parcial de fibras de acero en simultáneo a la sustitución de un porcentaje del cemento con ceniza de cáscara de huevo. Advirtiendo así, que el primero otorga mayor rigidez a los elementos estructurales (vertical y horizontal) de los diferentes sistemas constructivos y mejora la resistencia de las propiedades físico-mecánicas del concreto ,pues contribuyen en los cálculos de alguno de los estados limite; último o de servicio del mismo. De igual forma; la ceniza de cáscara de huevo cuya materia prima cuenta con un valor económico mínimo y constituye uno de los residuos de más alto volumen a nivel nacional, contiene gran porcentaje de carbonato de calcio que al ser calcinado se convierte en óxido de calcio el cual es un componente fundamental para la formación de compuestos cementantes. Por ende; el uso paralelo de estos materiales como adición y sustitución en el concreto respectivamente a porcentajes previamente establecidos que busca alcanzar mejoras en el diseño de mezcla, se convierte en una alternativa innovadora y viable para su aplicación en la rama de edificaciones del sector construcción por

cumplir con los requisitos necesarios ,además de que ambos residuos logran encontrarse en comercios o negocios de alta demanda diaria por lo que no requiere mayor gestión para su obtención.

### **Propiedades mejoradas a partir de la propuesta**

Desde el punto de vista estructural la razón del uso de fibras en la mezcla de hormigón es que éstas sirvan como un puente al momento de que aparezcan las fisuras generadas por las sollicitaciones de cargas, permitiendo así que las propiedades post agrietamiento del hormigón mejoren debido a que en este momento empiezan a actuar las fibras metálicas(Campoverde,2017).

Análogamente; según Caballero (2017), las fibras permiten llevar al concreto a un comportamiento dúctil después de la fisuración inicial, evitando así la fractura frágil. También mejora la resistencia a tracción, flexión y corte produciendo un aumento de la capacidad portante y proporciona una capacidad adicional de resistencia llamada tenacidad debido a la redistribución del momento plástico en caso de sollicitaciones localizadas y esto dependerá del contenido de fibras, tipo y esbeltez de estas.

Con la introducción de nuevos aditivos y materiales suplementarios (naturales o industriales), se han obtenido concretos altamente trabajables, con mejores propiedades mecánicas y de durabilidad. Estos concretos han sido llamados concretos de alto comportamiento (HPC). Entre sus propiedades comprende el mejoramiento en la trabajabilidad y compactación evitando la segregación, mejorando a largo plazo las propiedades mecánicas, alta resistencia a edad temprana, estabilidad de volumen y vida útil de servicio en condiciones ambientales agresivas (Ramírez, 2016).

Asimismo, según Aizpurua, Moreno & Caballero (2018) mencionan que ,estudios previos demuestran que las cenizas de materiales orgánicos contribuyen a aumentar la resistencia a compresión demostrando que el concreto de alta resistencia mejorado con cenizas de cáscara de huevo presenta un incremento de resistencia a compresión puesto que, la ceniza de cáscara de huevo es rica en óxido de calcio (CaO), el cual es fundamental para la formación de los compuestos cementantes responsables del desarrollo de resistencia del cemento. Además, la cáscara de huevo tiene la función de relleno en el concreto y comportamiento muy cercanos a la piedra caliza. La piedra caliza reacciona con las pastas de alúmina del cemento para formar una fase de hidrato de monocarboaluminato de calcio y contribuye al cambio de resistencia. (Arif ,et al .,2021), Por último, de la revisión bibliográfica se encuentra que al utilizar las cáscaras de huevo según Calixtro (2022), el uso del concreto específicamente en temas arquitectónicos como mobiliarios, donde estos no van a estar sometidos a cargas relevantes, siendo más sencillo proponer porcentajes mayores de sustitución .

Con relación a la trabajabilidad, Yunus & Nazrif (2019) mencionan que el polvo de cáscara de huevo no es adecuado para proyectos que requieren hormigón de alta resistencia, pero puede ser adecuado para proyectos que requieren hormigón de menor resistencia.

## **I.1. Formulación del problema**

¿De qué manera analizar las propiedades físico – mecánicas de un concreto tradicional  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022?

### **I.1.1. Problemas específicos**

¿Cómo fue el proceso de obtención de las cenizas de cascara de huevo y la fibra de acero reciclado?

¿La resistencia a la compresión y a la tracción diametral que presentan las probetas al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado frente a la muestra tradicional de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , dan mejores resultados?

¿La resistencia a la flexión que presentan las probetas al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado frente a la muestra tradicional de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , dan mejores resultados?

¿La trabajabilidad del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado frente a la muestra tradicional de  $210 \text{ Kg/cm}^2$  es más eficiente?

¿Cuánto influye en el costo del concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022?

### **Justificación teórica**

La presente investigación sostiene como justificación teórica; aportar información conceptual, cuantiosa y consistente en el vacío teórico que enmarca la falta de existencia de un estudio que simultáneamente use la ceniza de cáscara de huevo y las fibras de acero reciclado como elementos de sustitución parcial y adición respectivamente, dentro de una mezcla de concreto con aplicación final direccionada al ámbito de edificaciones según el enfoque de ensayos planteados en el objetivo de esta investigación y antecedentes registrados, que garantizarán la eficacia de su comportamiento, ya que se consideró la fibra como material de uso

en el sector construcción desde la antigüedad por encontrarse alternativas en la naturaleza y en la actualidad solo difiere de la verificación de condiciones o especificaciones técnicas para responder a las necesidades. Asimismo, que el manejo de los residuos de cáscara de huevo como materia prima, es una posibilidad relevante para la prevención, control y la minimización de los problemas ambientales incitado por el descarte de residuos, ya que puede viabilizar la fabricación de materiales de bajo costo, permitiendo así el reemplazo parcial de algunos componentes del concreto; por lo que se plantea, el análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto tradicional  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022. Como resultado de ello la alternativa de concreto expuesto puede ser clasificado dentro de la categoría de “Concreto Verde”; pues está demostrado que el uso de polímeros naturales tales como la cáscara de huevo y fibra de acero para el refuerzo del concreto, es una buena opción en la identificación de estrategias destinadas a reducir el impacto ambiental que es crucial para la ecologización de la industria del cemento.

### **Justificación metodológica**

Como justificación metodológica se estima atribuir información teórica, nutrida y consistente acerca del estudio de las propiedades físico-mecánicas de un concreto tradicional  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022. Esto basándonos en el uso y procesamiento de técnicas de observación porque de esa manera se analizará la situación real que está pasando con la experimentación; la clase de observación según la forma de registrar la conducta es la de observación directa puesto que habrá contacto directo con el hecho o fenómeno a investigar.

Como consecuencia del empleo de la técnica de Observación, se usará como instrumento la guía de observación ya que se basa en una lista de indicadores que pueden redactarse ya sea como afirmaciones o bien como preguntas orientando el trabajo de observación dentro de la investigación, señalando los aspectos que son relevantes al observar, antes, durante y después de la experimentación o sometimiento de las muestras a los respectivos ensayos a realizar. Cabe mencionar que dicha investigación se basa en métodos científicos y/o situaciones que pueden ser investigadas por la ciencia: una vez demostrada su validez y confiabilidad, el método propuesto podrá ser utilizado en otros trabajos de investigación asociados al sector construcción.

### **Justificación práctica**

Los beneficios remarcados en la justificación práctica; engloban a la sociedad, economía y medio ambiente ya que actualmente existe la necesidad de contribuir con el descubrimiento y difusión de nuevas materias primas para el sector construcción sin olvidar que llevamos de la mano la lucha para reducir la contaminación ambiental. En consecuencia; esta investigación presenta como alternativa el reciclaje y la reutilización de algunos residuos sólidos mediante una adecuada gestión pues se reemplazará el cemento por cenizas de cáscara de huevo y se adicionará a la mezcla fibra de acero reciclado en un concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , Lima Norte 2022. Al contemplar el reciclaje de estos materiales como parte de la solución se suscitarían actividades generadoras de trabajo para diversas familias y por ende una forma de asegurar el sustento económico diario de las mismas. De la misma forma; se estaría avalando un recurso renovable en la producción de material puzolánico y cálcico sin alterar la conservación del suelo, el hábitat y la emisión de gases de efecto invernadero.

### **Limitaciones de la investigación**

La presente investigación considera como limitación la escasez de información en las bibliografías encontradas y la independencia del uso de los materiales sugeridos, puesto que no se han encontrado investigaciones acerca de la elaboración de un concreto que utilice simultáneamente en su mezcla tanto cenizas de cáscara de huevo como fibras de acero reciclado, y con ello la incertidumbre de cómo se comportaría en la vida diaria; por ejemplo, en una construcción de alguna edificación si tuviese que cumplir con su periodo de vida que debe ser mínimo unos 50 años.

## **I.2. Objetivos**

Elaborar un comparativo de las propiedades físico-mecánicas de un concreto tradicional  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> y un concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y al adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022.

### **I.2.1. Objetivos específicos**

Determinar el proceso de obtención de las cenizas de cascara de huevo y la fibra de acero reciclado.

Realizar ensayos de resistencia a la compresión y a la tracción diametral de los respectivos cilindros de concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, y del concreto tradicional  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Realizar ensayos de resistencia a la flexión de las vigas de concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, y del concreto tradicional  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Evaluar el comparativo de la trabajabilidad de un concreto tradicional de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$  y un concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado.

Analizar la influencia en el costo del concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022.

### **I.3. Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** Las propiedades físico-mecánicas de un concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y al adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado no da mejores resultados que de un concreto tradicional de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):** Las propiedades físico-mecánicas de un concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y al adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado da mejores resultados que de un concreto tradicional de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### **Hipótesis específicas**

##### **Hipótesis específica 1**

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** No se determinó de manera óptima el proceso de obtención de las cenizas de cascara de huevo y la fibra de acero reciclado.

**Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):** Se determinó de manera óptima el proceso de obtención de las cenizas de cascara de huevo y la fibra de acero reciclado.

##### **Hipótesis específica 2**

**Hipótesis Nula (Ho):** La resistencia a la compresión y a la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, no da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Hipótesis Alterna (Ha):** La resistencia a la compresión y a la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$ .

### **Hipótesis específica 3**

**Hipótesis Nula (Ho):** La resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, no dá mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Hipótesis Alterna (Ha):** La resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$ .

### **Hipótesis específica 4**

**Hipótesis Nula (Ho):** La trabajabilidad del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado no es más eficiente que la de un concreto tradicional de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Hipótesis Alterna (Ha):** La trabajabilidad del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado es más eficiente que la de un concreto tradicional de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$

## Hipótesis específica 5

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** Es desfavorable en el costo del concreto tradicional  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022.

**Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):** Es favorable en el costo del concreto tradicional  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### Tipo

El tipo de investigación es aplicada, porque servirá como una técnica nueva para el desarrollo y elaboración de un concreto con sustitución parcial de cemento por cenizas de cáscara de huevo al 2, 4% y 6%, y adición de fibra de acero reciclado al 1% y 2%, permitiendo analizar las propiedades físico mecánicas de un concreto tradicional  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en Lima Norte 2022.

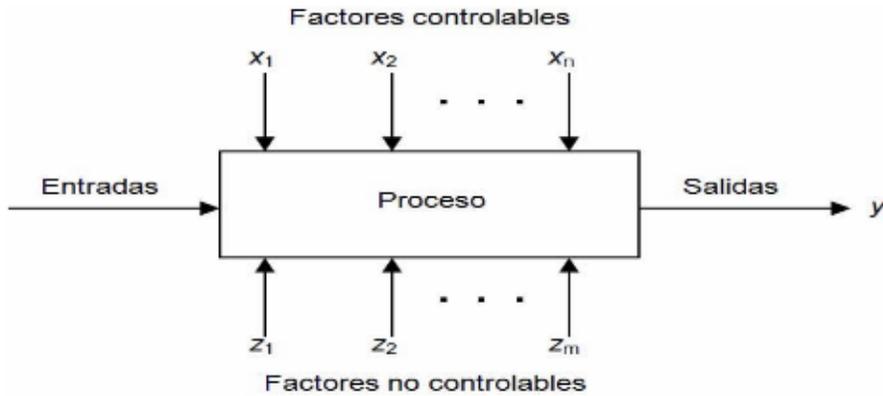
#### Diseño de investigación.

La presente investigación es de diseño cuasi experimental, debido a que en ella se establece una situación de control, en la cual se altera intencionadamente la variable independiente del hormigón con una sustitución parcial de cemento por ceniza de cáscara de huevo y una adición parcial de fibras de acero recicladas. Para examinar los efectos sobre la variable dependiente, en un concreto tradicional con una densidad de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en Lima Norte 2022, se realizará un análisis de las características físico-mecánicas. (Sampieri, 2014, p.151)

Por otra parte; la búsqueda reúne los dos requisitos principales; grupos de comparación que son el control y la validez interna, ambos se formaron aleatoriamente. Además, se evaluó una variable independiente (Concreto con sustitución parcial de cemento por cenizas de cáscara de huevo y adición parcial de fibras de acero reciclado) y una variable dependiente (Análisis de las propiedades físico mecánicas de un concreto tradicional  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en Lima Norte 2022). (Sampieri, 2014, p.137)

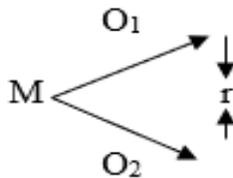
**Figura 10**

*Diagrama variable de respuesta*



*Fuente: ITS Mónica Mariscal (2009)*

La investigación fue transversal, con la manipulación de una variable y la comparación con el parámetro de control.



Donde:

M= Muestra

$O_1$  =Observación de la V.1.

$O_2$  = Observación de la V.2.

r = Correlación entre dichas variables.

## 2.2. Operacionalización de variables

**Variable Independiente:** Cenizas de cáscara de huevo y adición parcial de fibras de acero reciclado.

**Variable Dependiente:** Propiedades físico mecánicas de un concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

## Figura 11

### *Variables de la investigación*

Variables	Dimensiones	Indicadores
Propiedades físico mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	Propiedades del Concreto Fresco	Asentamiento, Peso Unitario
	Propiedades del Concreto Endurecido	Esfuerzo, Modulo de Ruptura
	Resistencia a la Compresión y Tracción Diametral	Deformación Unitaria
	Resistencia a la Flexión	Volumen
Cenizas de cáscara de huevo y adición parcial de fibras de acero reciclado.	Ceniza de cáscara de huevo	Porcentajes de Sustitución y Adición
	Fibra de acero	Granulometría
	Agregado Grueso	$f'c \text{ (Kg/cm}^2)$
	Agregado Fino	

*Fuente; Elaboración propia*

## **Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

### **Población**

Según Sampieri (2014), la población es el conjunto de los casos que concuerda con una serie de especificaciones.

La población por tratarse de una investigación cuasi experimental estará constituida por probetas y viguetas de concreto armado de la ciudad de Lima.

## Muestra

Según Sampieri (2014), la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población.

Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización. (Sampieri, 2014, p.189)

El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia; por ello se tomó 126 probetas cilíndricas y 63 probetas prismática de las cuales 18 probetas cilíndricas más 9 vigas prismática fueron diseñadas con concreto convencional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y las 108 probetas cilíndricas más 54 vigas prismática restante fueron diseñadas con concreto convencional, pero sustituyendo parcialmente ceniza de cáscara de huevo y adicionando en parte fibras de acero reciclado.

## Tabla 6

*Número de probetas ensayadas a compresión.*

Descripción	Ensayos a la compresión		
	7 días	14 días	28 días
Diseño convencional	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 2% y adición de FAR al 1%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 2% y adición de FAR al 2%	3.00	3.00	3.00

Diseño convencional con sustitución por CCH al 4% y adición de FAR al 1%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 4% y adición de FAR al 2%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 6% y adición de FAR al 1%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 6% y adición de FAR al 2%	3.00	3.00	3.00
<b>Subtotal</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>
<b>Total</b>		<b>63.00</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 7**

*Número de vigas ensayadas a flexión.*

Descripción	Ensayos a la flexión		
	7 días	14 días	28 días
Diseño convencional	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 2% y adición de FAR al 1%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 2% y adición de FAR al 2%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 4% y adición de FAR al 1%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 4% y adición de FAR al 2%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 6% y adición de FAR al 1%	3.00	3.00	3.00

Diseño convencional con sustitución por CCH al 6% y adición de FAR al 2%	3.00	3.00	3.00
<b>Subtotal</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>
<b>Total</b>		<b>63.00</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 8**

*Número de probetas ensayadas a tracción por compresión diametral.*

Descripción	Ensayos a la tracción por compresión diametral		
	7 días	14 días	28 días
Diseño convencional	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 2% y adición de FAR al 1%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 2% y adición de FAR al 2%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 4% y adición de FAR al 1%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 4% y adición de FAR al 2%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 6% y adición de FAR al 1%	3.00	3.00	3.00
Diseño convencional con sustitución por CCH al 6% y adición de FAR al 2%	3.00	3.00	3.00
<b>Subtotal</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>
<b>Total</b>		<b>63.00</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.1.1. Unidad de Estudio

La probeta o espécimen de concreto:

Para compresión de  $\varnothing = 6$  “ y  $L = 12$  “. (ASTM C39)

Para flexión sección cuadrada 150 x 150 milímetros y 500 milímetros de longitud.

(ASTM C78)

### Técnicas e instrumentos

#### Técnicas: (Sampieri, 2014, p.199)

La observación directa.

Análisis de materiales.

Fórmulas.

Diseño de mezclas.

Ensayos.

#### Instrumentos de recolección datos.

Según Sampieri (2014), la etapa de recolección de los datos resulta de vital importancia para el estudio, de ella dependen tanto la validez interna como externa. Cualquier instrumento de recolección de datos debe cubrir tres requisitos: confiabilidad, validez y “objetividad”.

(Sampieri, 2014, p. 262)

Se empleó la Ficha de observación directa ya que este instrumento permite ser metódico en cuanto al cumplimiento del cronograma para recolección de datos: recolección de las muestras de los agregados de una determinada cantera, pruebas de los respectivos ensayos de los agregados. Conjuntamente el Método de ACI para el diseño de mezcla a la que incluiremos un

porcentaje de sustitución parcial de cemento por ceniza de cáscara de huevo y un porcentaje de adición parcial de fibra de acero reciclado considerando las rupturas de las probetas en sus diferentes edades de 7, 14 y 28 días.

### **Técnicas de análisis de datos**

Según Sampieri (2014), en la actualidad, el análisis cuantitativo de los datos se lleva a cabo *por computadora u ordenador*.

Se procedió a la comparación y análisis porcentual que arrojaron los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio a las muestras de concreto patrón y concreto al sustituir cemento parcialmente por un porcentaje de cenizas de cáscara de huevos y adicionarle parcialmente un porcentaje de fibra de acero reciclado. Asimismo, se ha utilizado el programa estadístico IBM SPSS v25, para poder evaluar los resultados obtenidos del laboratorio, el cual es un software de análisis estadístico predictivo que ofrece técnicas avanzadas fácil de usar. A fin de validar nuestra herramienta, se analizó en el IBM SPSS v25 la prueba de “T-Student” con un nivel de significancia del 5%, los cuales nos determinarán la fiabilidad del instrumento de investigación y así poder tener un respaldo probabilístico de dichos resultados.

### **Aspectos éticos**

La presente investigación ha respetado la propiedad intelectual de cada autor; así como sus teorías y conocimientos, citándolos apropiadamente y precisando las fuentes bibliográficas. Por ende; la presente tesis corresponde a una búsqueda ingenieril que está al alcance de la universidad sin incurrir en delitos de plagios.

### **Procedimiento.**

A continuación, se describe la secuencia de actividades que se realizaron para recaudar las respectivas materias primas a usar en la presente indagación:

La cáscara de huevo a utilizar en los ensayos se obtuvo a través del laboratorio MATESTLAB S.A.C. ubicada en la ciudad San Martín de Porres-Lima. Esto como consecuencia de la recolección en negocios aledaños dedicados al rubro de la venta de comida diaria.

Una vez acumulado; se procedió a quitar la membrana que es como una telita delgada que se encuentra adherida a la cara interna de la misma, seguidamente se lavó solo con agua y sin ningún detergente la cáscara.

Continuando; se procedió al secado libre sobre una tela bajo el sol para facilitar el mismo.

Todos los días se le dio vueltas con una varilla para lograr un secado uniforme.

Después de días de secado; se procedió a juntar toda la cáscara de huevo para llenarlo en un costalillo limpio y seco que no contamine el material para luego llevarlo al molino.

Seguidamente a ello se pasa por la malla N° 200 para obtener muestras finas pues el tamaño influye en el desarrollo.

Finalmente, las cenizas fueron calcinadas en un horno industrial a  $420^{\circ}\text{C}$  y en dos jornadas como consecuencia de la capacidad del horno.

## **Figura 12**

*Residuos de cáscara de huevo*



*Fuente: Reyes, 2019*

Del mismo modo, y previo a los pasos realizados para la obtención de la otra materia prima que son las fibras de acero, se describe la secuencia lógica de actividades que se realizaron para desarrollar el diseño de mezcla según la norma ACI 211, para ello es importante saber las características físicas a requerir para este diseño:

### **Figura 13**

*Características físicas.*

---

P. Especif. De Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )
P. Especif. De Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )
P. Especif. De masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )
Absorción (%)
Contenido de Humedad /%)
Módulo de Fineza
% < Malla N° 200 (0.75 μm)

---

*Fuente: Samuel Huaquisto Cáceres & Germán Belizario Quispe, 2018.*

Los ensayos se realizaron en el laboratorio MATESTLAB SAC, el mismo que se encuentra ubicado en Lima, distrito de san Martín de Porres a una temperatura ambiente de 22 grados centígrados.

**Figura 14:**

*Ensayos en el laboratorio MATESTLAB SA*

Relación agua - cemento y resistencia a la compresión del concreto

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c (kg/cm²)	RELACION AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.33	...
400	0.42	...
350	0.48	0.49
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.60
150	0.80	0.70

Fuente: Norma ACI

Volúmenes unitarios del agua

ASENTAMIENTO	AGUA EN LITROS PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES DE AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIAS INDICADAS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO							
1' a 2'	297	199	191	179	166	154	138	113
3' a 4'	228	156	145	133	121	109	100	124
5' a 7'	213	148	136	124	112	100	118	149
	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO							
1' a 2'	181	121	110	100	90	82	72	57
3' a 4'	202	130	118	108	98	90	82	72
5' a 7'	235	152	140	130	120	110	100	100

Fuente: Norma ACI

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Norma ACI

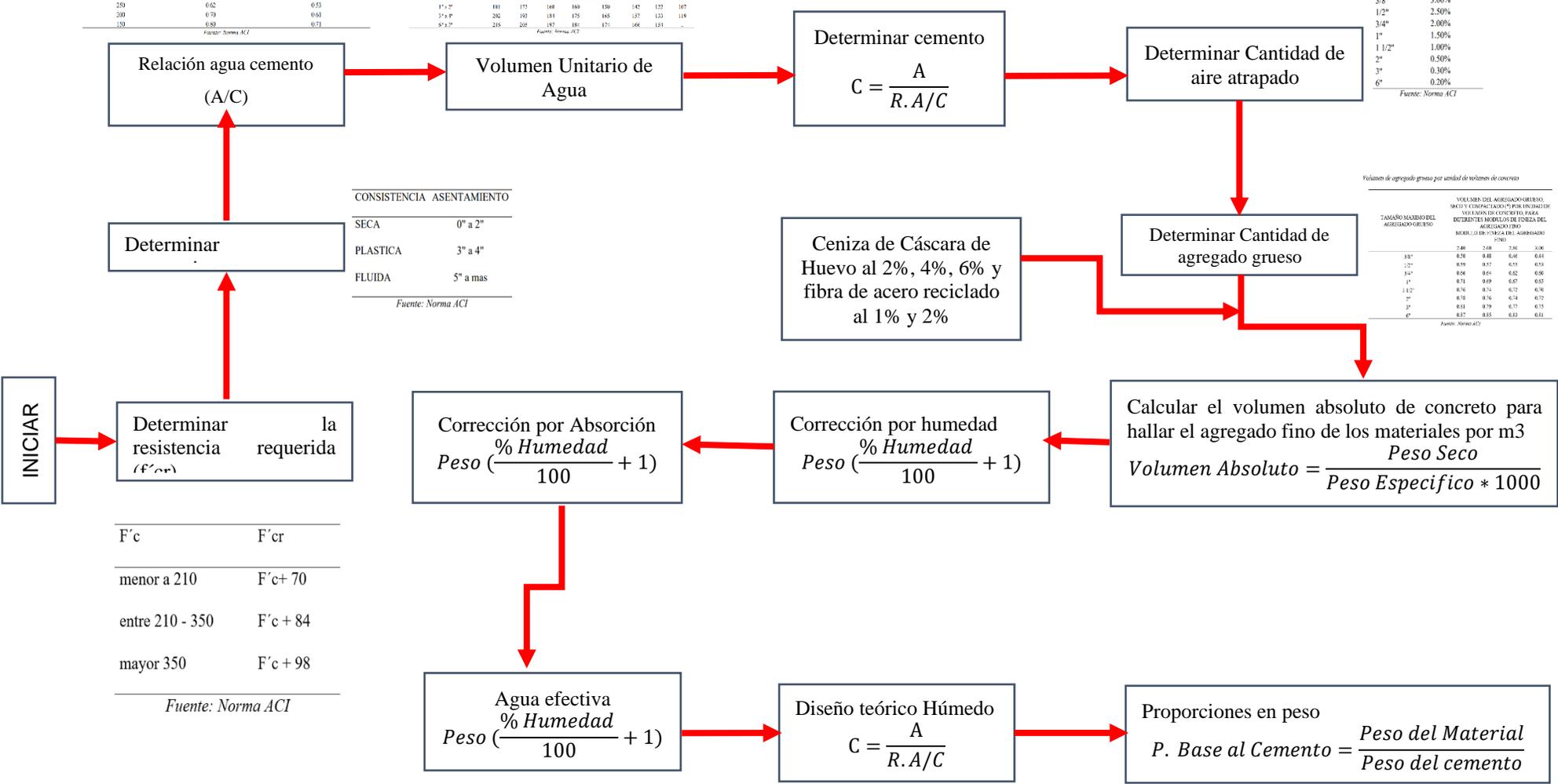
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" a 2"
PLASTICA	3" a 4"
FLUIDA	5" a mas

Fuente: Norma ACI

Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO SECO Y COMPACTADO (%) POR UNIDADES DE VOLUMEN DE CONCRETO PARA DIFERENTES MODELOS DE FUERZA DEL AGREGADO FINO			
	2.00	2.50	3.00	3.50
3/8"	0.26	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.39	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.56	0.61	0.62	0.56
1"	0.71	0.69	0.67	0.57
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.56
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Norma ACI



F'c	F'cr
menor a 210	F'c+ 70
entre 210 - 350	F'c + 84
mayor 350	F'c + 98

Fuente: Norma ACI

Fuente: Propia

La técnica que se está implementando es de observación directa apoyándonos en la norma del diseño de mezcla ACI 211, sustituyendo el cemento parcialmente por cenizas de cáscara de huevo y adicionando parcialmente fibras de acero reciclado en un concreto convencional de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , lo que denominaremos como probetas de control.

Teniendo en cuenta el diseño de mezcla según la norma ACI 211, hicimos el siguiente procedimiento:

- a) Se reunió las fibras de acero reciclados mediante el proceso de reciclaje en factorías automotrices y talleres electro mecánicos.
- b) Se procedió a la limpieza del material reciclado para su posterior almacenamiento.

### Figura 15

*Reciclado y limpieza de fibras de acero*



*Fuente: Propia*

- c) Ensayo granulométrico del agregado grueso y fino.
- d) Se precisó el Tamaño máximo (TM) y tamaño máximo nominal (TMN) de los agregados.
- e) Ensayo de contenido de humedad y absorción.
- f) Se determinó la resistencia requerida ( $f'cr$ ).

**a) Materiales y equipo:**

En los materiales se utilizaron el agregado grueso y agregado fino; mientras que dentro de los equipos se empleó una columna de tamices de: 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200, balanza, taras y un cucharón metálico.

**b) Procedimiento.**

- **Agregado Fino**

Se tomó una muestra de la cantera seleccionada, se procedió a cuartear, luego se pasó a pesar la muestra considerando para ello que ya se debe tener listo la columna de tamices ordenadas según la norma ASTM D-422, ASSHTO T88. En seguida llenamos el agregado, tapamos la columna y se procede a agitar por un prólogo de 10min, para luego pesar lo que ha sido retenido por cada malla y en el fondo de la cacerola.

- **Agregado grueso**

Se tomó una muestra de la cantera seleccionada para luego continuar con el cuarteo, seguidamente se pesó la muestra obtenida, para luego introducir el agregado en las mallas correctamente ordenadas de acuerdo a la norma ASTM D-422, ASSHTO T88 para ser agitado. Una vez terminado el tamizado, se procede a pesar lo que se ha retenido en cada malla.

Una vez finalizados los ensayos del árido fino y grueso, se realizan los cálculos correspondientes para cada caso.

**c) Ensayo de Peso Unitario (NTP 400.017, 1999)**

Este ensayo determina el peso de la unidad de volumen de material a granel en las condiciones de compactación y humedad expresada en kg/m<sup>3</sup>. Se puede realizar el ensayo sobre agregado fino y agregado grueso.

Se aplicará el siguiente procedimiento para obtener el Peso Unitario según la Norma Técnica Peruana (NTP 400.017).

$$P.U = \frac{G - T}{V} \quad (1)$$

$$P.U = \frac{G - T}{F} \quad (2)$$

Donde:

P.U: Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

G: Peso del recipiente de medida más agregado en kg (lb)

T: Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V: Volumen de la medida en m<sup>3</sup> (p<sup>3</sup>)

F: Factor de medida en m<sup>-3</sup> (p<sup>-3</sup>)

Esto para obtener el peso unitario por este método de ensayo solo para agregado en estado seco. Si se tiene saturado con superficie seca (SSS) para calcular el peso unitario se requiere el siguiente procedimiento.

$$P. U_{sss} = P. U \left( 1 + \frac{A}{100} \right) \quad (3)$$

Donde:

P.U<sub>sss</sub>: Peso Unitario en la condición Saturado Superficial Seco en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>).

A: Porcentaje de absorción del agregado determinado de acuerdo con la norma NTP 400.021 o NTP 400.022.

Para obtener el contenido de vacíos del agregado utilizando el peso unitario calculado según el peso unitario del agregado (1) (2)

$$\% \text{ vacíos} = 100 \frac{(P. E * W) - P. U}{P. E * W} \quad (4)$$

Donde:

P.E: Peso Específico de masa (base seca) de acuerdo a la norma NTP 400.022

P.U: Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

W: Densidad del agua, 998 kg/m<sup>3</sup> (62.3 lb/p<sup>3</sup>)

- **Materiales y equipos**

Entre los materiales se utilizó agregado grueso y agregado fino, y como equipo una balanza con presión de 0.1%, una varilla compactadora, una varilla lisa redonda de acero de 5/8” de diámetro y 24” de largo, teniendo un extremo o ambos redondeando a una punta semiesférica de 5/8” de diámetro, un recipiente volumétrico para el molde y un cucharón metálico de tamaño convencional para llenar el molde.

- **Procedimiento**

Se desarrollará este método de ensayo el cual relaciona la masa/volumen del agregado, en condiciones suelto y compactadas como también se determinará el cálculo de porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado según su densidad de masa.

- d) **Peso Unitario Suelto para el Agregado Fino y Grueso**

- **Paso 1**

Se determina el peso del molde, se coloca un molde en un lugar nivelado sobre la bandeja metálica, luego con el cucharón metálico se coloca el agregado dentro del molde hasta una altura que no exceda 2". Posterior a ello se procedió a nivelar con una varilla y pesar el molde con el agregado incluido. Recordar que se debe de hacer 3 repeticiones.

- e) **Peso Unitario Compactado para el Agregado Fino y Grueso**

- **Paso 1**

Se determina el peso del molde, sin demora se coloca el molde en un lugar nivelado sobre la bandeja metálica y con el cucharón metálico se coloca el agregado al molde hasta la altura de un tercio del mismo. Luego se da 25 golpes con la varilla y se le agrega hasta dos tercios del molde, de nuevo se da 25 golpes con la varilla, se pesa el molde con el agregado incluido hasta rebosar el molde, se vuelve a dar 25 golpes con la varilla, para al final pesar el molde con el agregado incluido.

- f) **Peso específico y absorción.**

Este tipo de ensayo se realiza a los materiales para determinar, las propiedades física y mecánicas del agregado (NTP 400.021/ASTM C127).

Así como:

Peso específico de masa SSS y aparente.

Porcentaje de absorción y contenido de humedad.

**g) Ensayo de Contenido de Humedad.**

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C. (NTP 339.185)

**Para el agregado grueso se utilizaron piedras chancadas**

**Tabla 9**

*CH% del Agregado Grueso*

N° de muestra	1	2	3
P. T			
P.T +A.G			
P.T + A. S			

*Fuente: Elaboración propia*

- **Para el agregado fino se utilizaron arena gruesa**

**Tabla 10**

*CH% del Agregado Fino*

N° de muestra	1	2	3
P. T			
P.T + A.F			
P.T + A. S			

*Fuente: Elaboración propia*

**Donde:**

**P.T:** Peso de la tara

**A.G:** Agregado Grueso

**A.F:** Agregado Fino

**A.S:** Agregado seco

- **Materiales y equipos**

Como material se utilizó el agregado grueso o fino con humedad natural; en cuanto a los equipos se utilizó un horno con un intervalo de 95°C a 105°C, una balanza, taras, guantes que protejan del calor, un cucharón metálico y recipiente para muestras.

- **Procedimiento**

Sin importar si el material utilizado sea agregado grueso o fino; en primer lugar, se debe pesar la tara, luego se toma un cálculo aproximado de material, se llena el agregado húmedo en las taras y se pesa. Esto es llevado al horno durante 24 horas a una temperatura de 100°C, se saca del horno para dejarlo enfriar y se vuelve a pesar (tara + muestra seca).

Culminado el ensayo se procede a realizar los cálculos de contenido de humedad.

## Para la Elaboración de especímenes cilíndricas y prismáticas

### a) Ensayo de concreto fresco.

Para determinar la docilidad del concreto fresco se realizó por el método de la prueba de revenimiento (asentamiento) con el cono de Abrams, elaborado en el laboratorio (NTP 339.035, 1999).

#### ● Material y equipos.

Muestras de concreto fresco.

Cono de Abrams.

Varilla pisón compactador de acero liso (5/8" x 0.60cm)

Una bandeja metálica.

Un cucharón metálico

Wincha

#### ● Material y equipos.

Placa de acero liso (no absorbente)

Molde humedecido

Apoyo del molde sobre la placa de acero liso.

Presión con los dos pies sobre los estribos del molde

Llenado del molde en tres capas.

Compactación con la varilla pisón compactadora con 25 penetraciones en forma de espiral, en toda su profundidad (primera capa).

En la segunda y tercera capa la compactación será con una penetración de 1” de la capa anterior.

En la última capa se adiciona un excedente de concreto para luego hacer el varillado y enrasado del concreto.

Hacemos presión con los dos brazos sobre las asas y dejamos de hacer presión con los pies retirando suavemente de los estribos del cono

Levantamos el molde suavemente de un tiempo de 5 a 10 segundos, en forma vertical de un solo movimiento.

Finalmente realizamos la medición del asentamiento, volteando el cono de Abrams y colocando sobre ella la varilla.

**Figura 16**

*Elaboración del concreto con ceniza de cáscara de huevo y fibra de acero reciclada*



Fuente: Propia

**Figura 17**

*Elaboración de probetas de concreto con cenizas de cáscara de huevo y fibra de acero reciclada*



*Fuente: Propia*

**Figura 18**

*Elaboración de viguetas prismáticas armadas con cenizas de cáscara de huevo y fibra de acero reciclada*



*Fuente: Propia*

De acuerdo a la secuencia lógica presentada con antelación, se mostrará los ensayos realizados a los agregados y el diseño de mezcla para la elaboración del concreto patrón:

**Tabla 11**

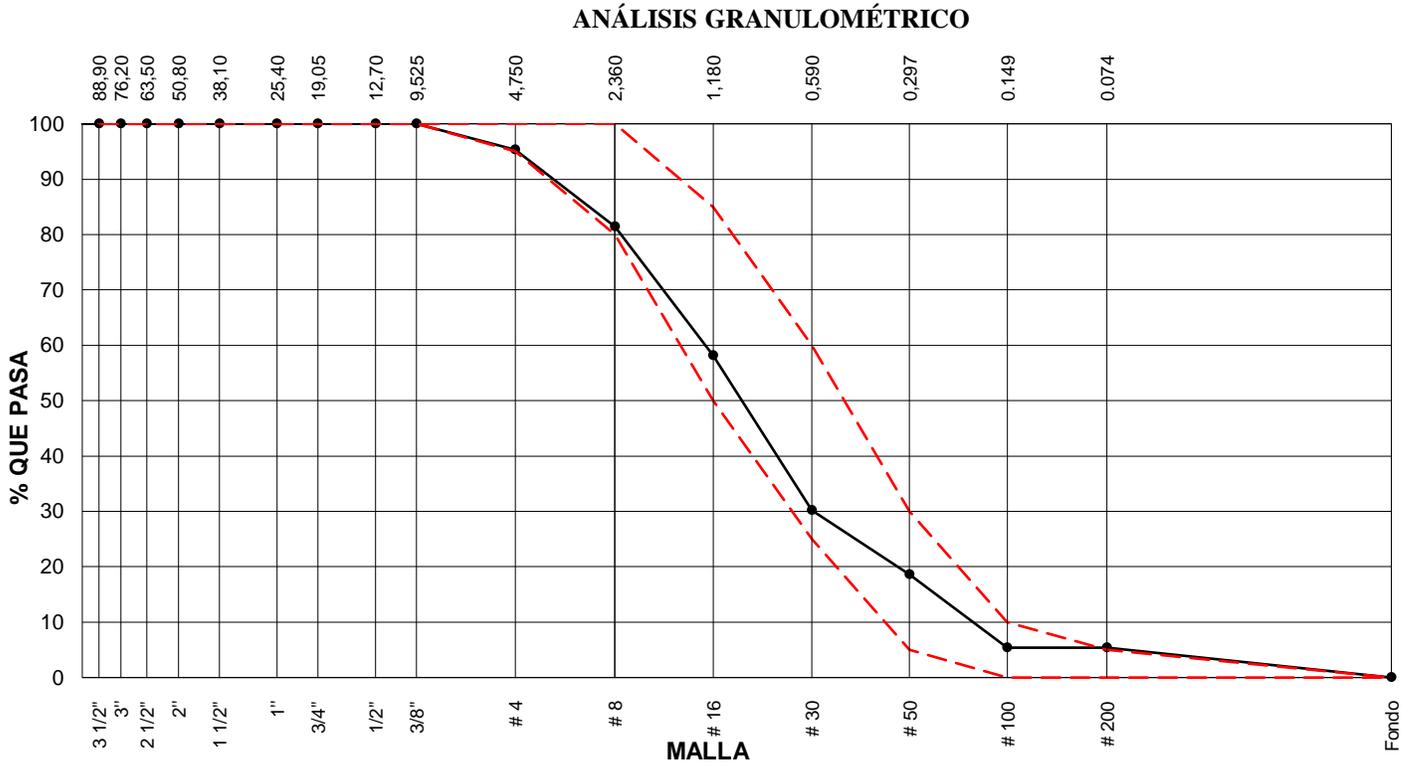
*Agregado Fino ASTM C33 - Arena Gruesa*

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"	
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	30.0	4.65	4.65	95.35	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	90.0	13.95	18.60	81.40	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	150.0	23.26	41.86	58.14	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	180.0	27.91	69.77	30.23	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	75.0	11.63	81.40	18.60	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	85.0	13.18	94.57	5.43	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.57	5.43	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	35.0	5.43	100.00	0.00	0.00	0.00

*Fuente: Propia*

**Figura 19**

*Análisis granulométrico del Agregado Fino ASTM C33 - Arena Gruesa*



*Fuente: Propia*

**Tabla 12**

*Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - Arena Gruesa*

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2695
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2745
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1775

P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1650
Absorción (%)	1.80
Contenido de Humedad (%)	0.47
Módulo de Fineza	3.11
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.53

*Fuente: Propia*

**Tabla 13**

*Agregado Grueso ASTM C33 HUSO # 56*

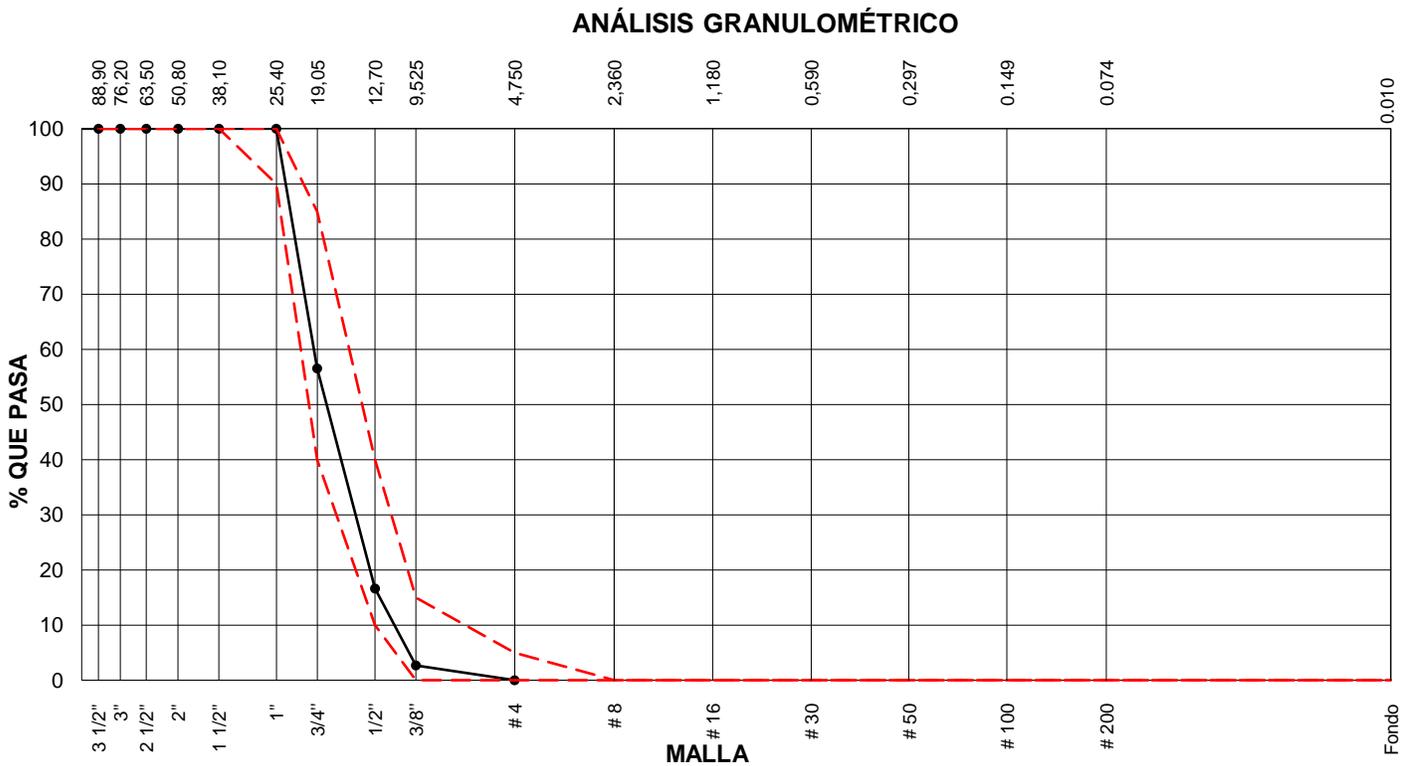
AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56							
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"	
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1152.1	43.48	43.48	56.52	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	83.38	16.62	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	370.2	13.97	97.35	2.65	0.00	15.00

# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

**Figura 20**

*Análisis granulométrico del Agregado Grueso ASTM C33 HUSO # 56*



Fuente: Propia

**Tabla 14**

*Características físicas del Agregado Grueso ASTM C33 HUSO # 56*

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2658
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2698
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1660
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1570
Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1 "
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 (0.75 □ □ m)	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08

*Fuente: Propia*

Según los datos obtenidos y el diseño de mezcla según la norma ACI 211, se obtendrá el siguiente procedimiento para el **concreto patrón**:

- 1.0  $F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ .
- 2.0 Relación agua/cemento: 0.56.
- 3.0 Determinación del agua: 193 litros.
- 4.0 Aire atrapado: 1.5 %
- 5.0 Cantidad de cemento: 345 kg
- 6.0 Factor cemento:  $345/42.5: 8.1 \text{ bls/m}^3$ .
- 7.0 Datos de laboratorio

**Tabla 15**

*Datos de laboratorio*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	0.08%	1.01%	7.48	1570	1660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	0.47%	1.80%	3.11	1650	1775	

*Fuente: Elaboración propia*

- 8.0 Cálculo del volumen de agregados

**Tabla 16**

*Cálculo del volumen de agregados*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN N	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	---	0.08%	1.01%	7.48	1570	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	---	0.47%	1.80%	3.11	1650	

*Fuente: Elaboración propia*

9.0 Volumen de pasta: 0.3474 m<sup>3</sup>

10.0 Volumen de agregados: 0.6826 m<sup>3</sup>

11.0 Proporción de agregados secos.

Agregado grueso  $\approx 0.3724$  m<sup>3</sup>  $\approx 979$  kg.

Agregado fino  $\approx 0.3102$  m<sup>3</sup>  $\approx 836$  kg.

12.0 Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad.

Agregado grueso: 980 kg.

Agregado fino: 840 kg.

13.0 Agua efectiva corregida por absorción y humedad

Agua: 213 litros.

14.0 Volumen de tanda de prueba: 0.03 m<sup>3</sup>.

Cemento SOL Tipo 1 10.34 kg

Agua	6.40 L
Agregado grueso	29.41 kg
Agregado fino	25.20 kg
Slump Obtenido	4"

15.0 Proporción en volumen de obra.

**Cem. A.F. A.G. Agua**

1 : 2.4 : 2.84: 26.3 L / bolsa

De acuerdo a la secuencia lógica presentada con antelación, se mostrará los ensayos realizados a los agregados y el diseño de mezcla para la elaboración del concreto con 1% A.R y 2% C.C.H:

### Tabla 17

#### Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA

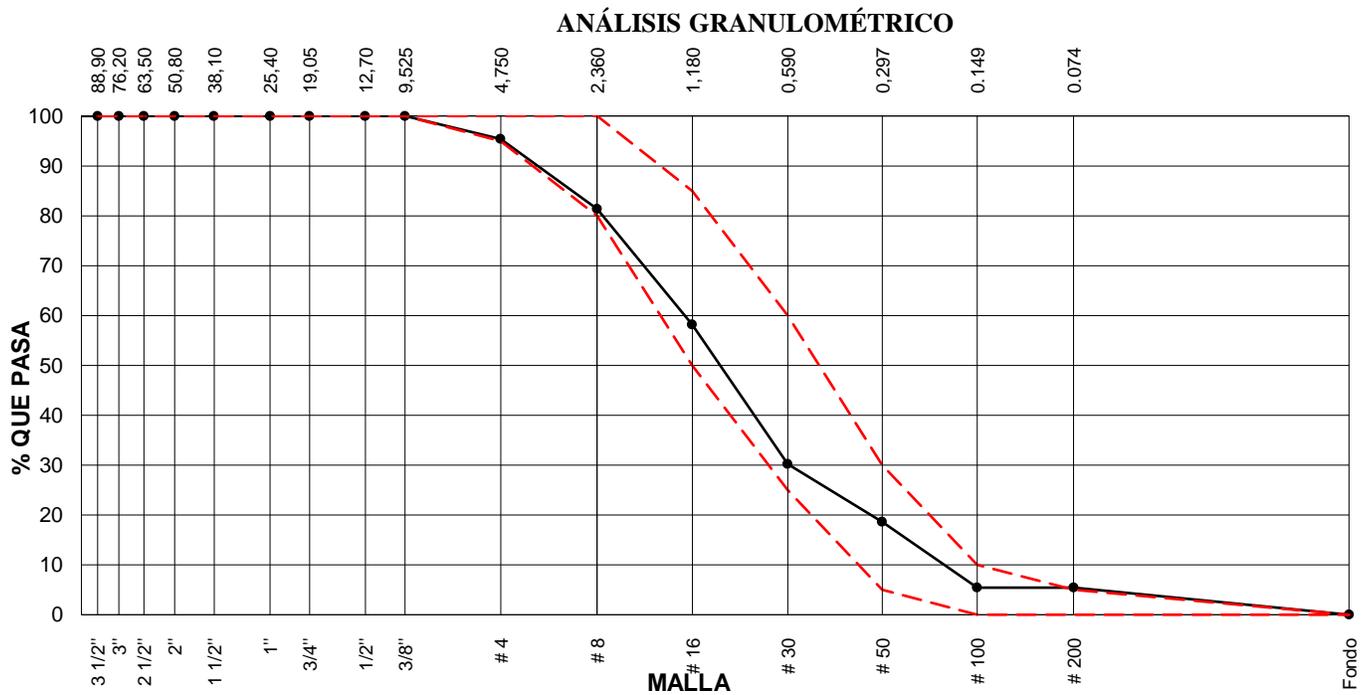
AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"	
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00

1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	30.0	4.65	4.65	95.35	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	90.0	13.95	18.60	81.40	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	150.0	23.26	41.86	58.14	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	180.0	27.91	69.77	30.23	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	75.0	11.63	81.40	18.60	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	85.0	13.18	94.57	5.43	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.57	5.43	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	35.0	5.43	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Propia

Figura 21

Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA



Fuente: Propia

**Tabla 18**

*Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - Arena Gruesa*

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2695
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2745
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1775
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1650
Absorción (%)	1.80
Contenido de Humedad (%)	0.47
Módulo de Fineza	3.11
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.53

*Fuente: Propia*

**Tabla 19**

*Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

<b>AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56</b>							
	Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00

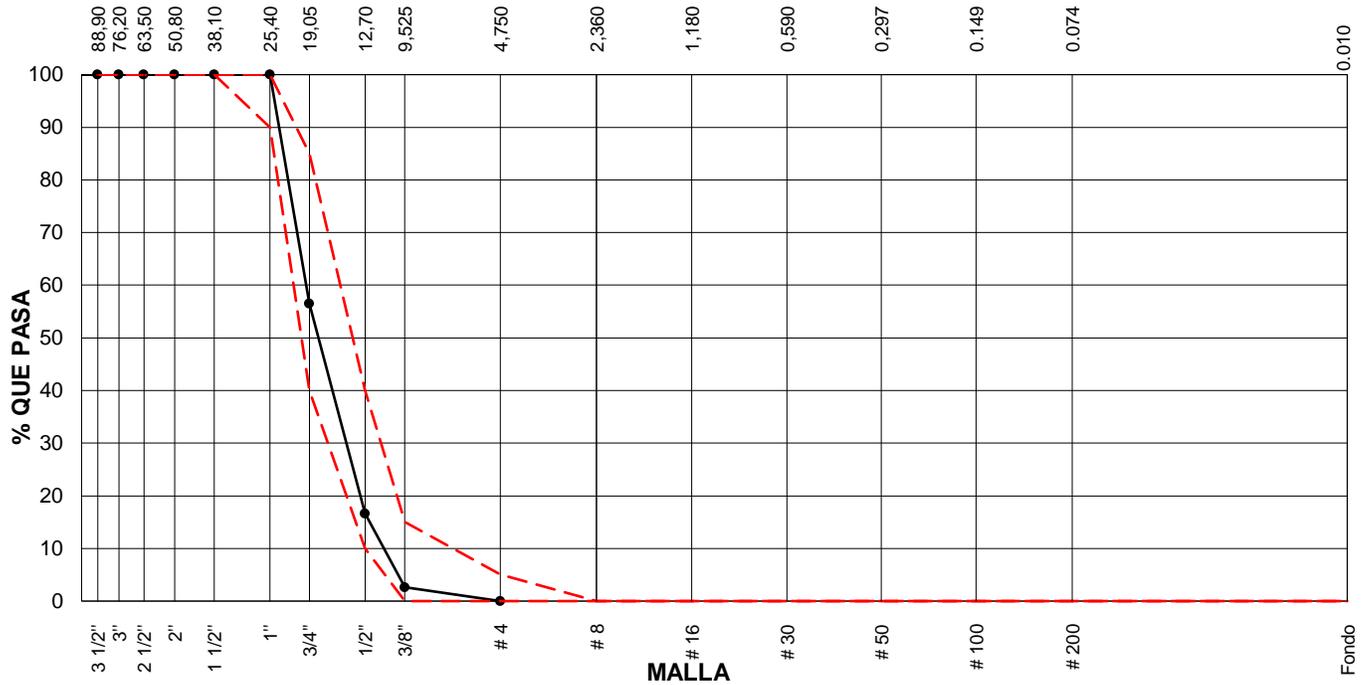
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1152.1	43.48	43.48	56.52	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	83.38	16.62	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	370.2	13.97	97.35	2.65	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

*Fuente: Propia*

## Figura 22

*Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Fuente: Propia

**Tabla 20**

*Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especific. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Especific. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2658
P. Especific. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2698
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1660
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1570

Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1 "
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08

---

*Fuente: Propia*

Según los datos obtenidos y el diseño de mezcla según la norma ACI 211, se obtendrá el siguiente procedimiento para el concreto con 1% A.R y 2% C.C.H:

- 1.0  $F'_{cr} = 294 \text{ kg/m}^3$ .
- 2.0 Relación agua/cemento: 0.56.
- 3.0 Determinación del agua: 193 litros.
- 4.0 Aire atrapado: 1.5 %
- 5.0 Cantidad de cemento: 345 kg.
- 6.0 Factor cemento:  $345/42.5 = 8.1 \text{ bls/m}^3$ .
- 7.0 Cálculo del peso de cenizas de cáscara de huevo:  $6.89 \text{ kgxm}^3 \text{ 2.0\%}$

8.0 Cálculo de la cantidad de cemento menos el reemplazo de cáscara de huevo:

337.75 kgxm<sup>3</sup>

9.0 Cálculo de la adición de fibra de acero reciclado: 3.45 kgxm<sup>3</sup> 1.0%

10.0 Datos de laboratorio

**Tabla 21**

*Datos de laboratorio*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	0.08%	1.01%	7.48	1570	<b>1660</b>	<b>3/4</b>
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	0.47%	1.80%	3.11	1650	1775	

*Fuente: Propia*

11.0 Cálculo del volumen de agregados

**Tabla 22**

*Cálculo del volumen de agregados*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	3.45	kg x m <sup>3</sup>	1.0%
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>			
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>			
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>			

			HUMEDA	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	---	0.08%	1.01%	7.48	1570	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	---	0.47%	1.80%	3.11	1650	

*Fuente: Propia*

12.0 Volumen de pasta: 0.3174 m<sup>3</sup>

13.0 Volumen de agregados: 0.6826 m<sup>3</sup>

14.0 Proporción de agregados secos.

Agregado grueso  $\approx 0.3724 \text{ m}^3 \approx 979 \text{ kg}$  .

Agregado fino  $\approx 0.3102 \text{ m}^3 \approx 836 \text{ kg}$  .

15.0 Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad.

Agregado grueso: 980 kg

Agregado fino: 840 kg.

16.0 Agua efectiva corregida por absorción y humedad

Agua: 213 litros.

17.0 Volumen de tanda de prueba: 0.03 m<sup>3</sup>.

Cemento SOL Tipo 1 10.34 kg

Agua 6.40 L

Agregado grueso 29.41 kg

Agregado fino 25.20 kg

Slump Obtenido 4 1/2"

Ceniza de cáscara de huevo 0.21 kg

Fibra de acero reciclado 0.10 kg

18.0 Proporción en volumen de obra.

**Cem. A.F. A.G. Agua**

1 : 2.4 : 2.84 : 26.3 L / bolsas

De acuerdo a la secuencia lógica presentada con antelación, se mostrará los ensayos realizados a los agregados y el diseño de mezcla para la elaboración del concreto con 1% de A.R. y 4% de C.C.H:

**Tabla 23**

*Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA*

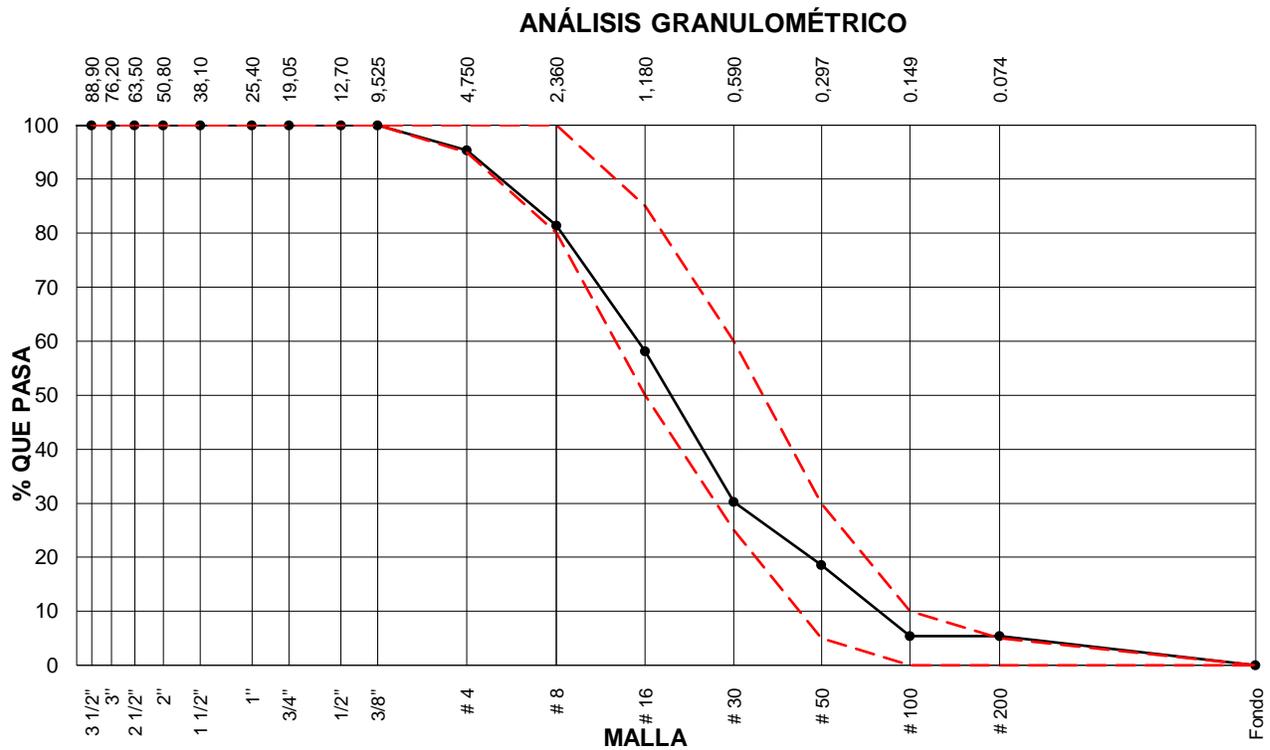
AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00

# 4	4.75 mm	30.0	4.65	4.65	95.35	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	90.0	13.95	18.60	81.40	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	150.0	23.26	41.86	58.14	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	180.0	27.91	69.77	30.23	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	75.0	11.63	81.40	18.60	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	85.0	13.18	94.57	5.43	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.57	5.43	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	35.0	5.43	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 23

Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA



Fuente: Propia

**Tabla 24**

*Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - Arena Gruesa*

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2695
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2745
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1775
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1650
Absorción (%)	1.80
Contenido de Humedad (%)	0.47
Módulo de Fineza	3.11
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.53

*Fuente: Propia*

**Tabla 25**

*Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

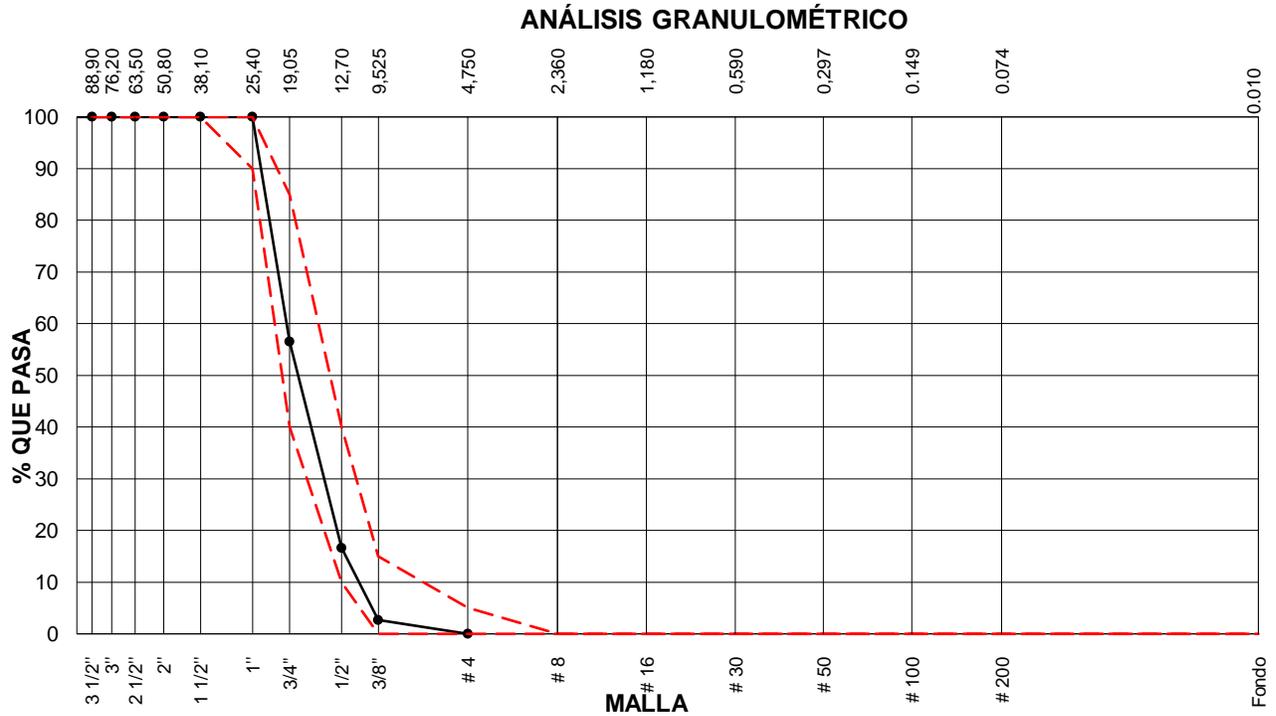
AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"

4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1152.1	43.48	43.48	56.52	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	83.38	16.62	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	370.2	13.97	97.35	2.65	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

*Fuente: Propia*

**Figura 24**

*Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*



*Fuente: Propia*

**Tabla 26**

*Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2658
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2698
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1660

P. Unitario Suelto ( $\text{kg/m}^3$ )	1570
Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1 "
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 ( $0.75 \square \square \text{m}$ )	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08

---

*Fuente: Propia*

Según los datos obtenidos y el diseño de mezcla según la norma ACI 211, se obtendrá el siguiente procedimiento para el concreto con 1% A.R. y 4% C.C.H:

- 1.0  $F'_{cr} = 294 \text{ kg/m}^3$ .
- 2.0 Relación agua/cemento: 0.56.
- 3.0 Determinación del agua: 193 litros.
- 4.0 Aire atrapado: 1.5 %
- 5.0 Cantidad de cemento: 345 kg.
- 6.0 Factor cemento:  $345/42.5 = 8.1 \text{ bls/m}^3$ .
- 7.0 Cálculo del peso de la ceniza de cáscara de huevo:  $13.79 \text{ kgxm}^3 \text{ 4.0\%}$

8.0 Cálculo de la cantidad de cemento menos el reemplazo de cáscara de huevo:

330.86 kgxm3

9.0 Cálculo de la adición de fibra de acero reciclado: 3.45 kgxm3 1.0%

10.0 Datos de laboratorio

## Tabla 27

### Datos de laboratorio

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	BS	F	US	UC	MN
Agregado grueso	2630 kg/m3	0.08%	.01%	.48	570	660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m3	0.47%	.80%	.11	650	775	

*Fuente: Propia*

## Cálculo del volumen de agregados

## Tabla 28

### Cálculo del volumen de agregados

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO		
			45	g x m3 1.0%
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0.1094 m3		
Agua	1000 kg/m3	0.1930 m3		
Aire	---	0.0150 m3		

			HUMEDA	ABSORCI	MÓD.	P.U.	
			D	ÓN	FINEZA	SUELTO	
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	---	0.08%	1.01%	7.48	1570	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	---	0.47%	1.80%	3.11	1650	

*Fuente: Propia*

10.0 Volumen de pasta: 0.3174 m<sup>3</sup>

11.0 Volumen de agregados: 0.6826 m<sup>3</sup>

12.0 Proporción de agregados secos.

Agregado grueso  $\approx 0.3724 \text{ m}^3 \approx 979 \text{ kg}$  .

Agregado fino  $\approx 0.3102 \text{ m}^3 \approx 836 \text{ kg}$  .

13.0 Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad.

Agregado grueso: 980 kg

Agregado fino: 840 kg.

11.0 Agua efectiva corregida por absorción y humedad

Agua: 213 litros.

12.0 Volumen de tanda de prueba: 0.03 m<sup>3</sup>.

Cemento SOL Tipo 1 10.34 kg

Agua 6.40 L

Agregado grueso 29.41 kg

Agregado fino 25.20 kg

Slump Obtenido 5"

Ceniza de cáscara de huevo 0.41 kg

Fibra de acero reciclado 0.10 kg.

13.0 Proporción en volumen de obra.

**Cem. A.F. A.G. Agua**

1 : 2.4 : 2.84 : 26.3 L / bolsa

De acuerdo a la secuencia lógica presentada con antelación, se mostrará los ensayos realizados a los agregados y el diseño de mezcla para la elaboración del concreto con 1% de A.R. y 6% de C.C.H:

**Tabla 29**

*Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA*

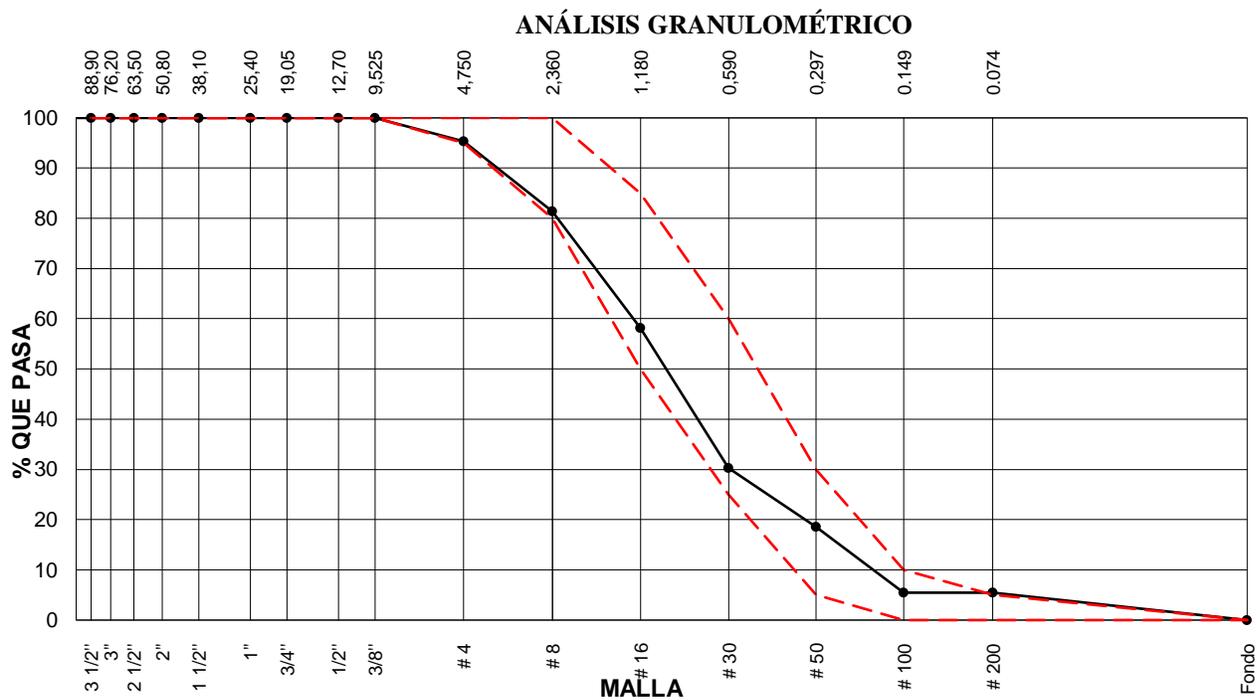
AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00

1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	30.0	4.65	4.65	95.35	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	90.0	13.95	18.60	81.40	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	150.0	23.26	41.86	58.14	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	180.0	27.91	69.77	30.23	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	75.0	11.63	81.40	18.60	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	85.0	13.18	94.57	5.43	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.57	5.43	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	35.0	5.43	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Propia

Figura 25

Análisis granulométrico de Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA



Fuente: Propia

**Tabla 30**

*Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA*

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	269 5
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	271 0
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	274 5
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	177 5
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	165 0
Absorción (%)	1.80
Contenido de Humedad (%)	0.47
Módulo de Fineza	3.11
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.53

*Fuente: Propia*

**Tabla 31**

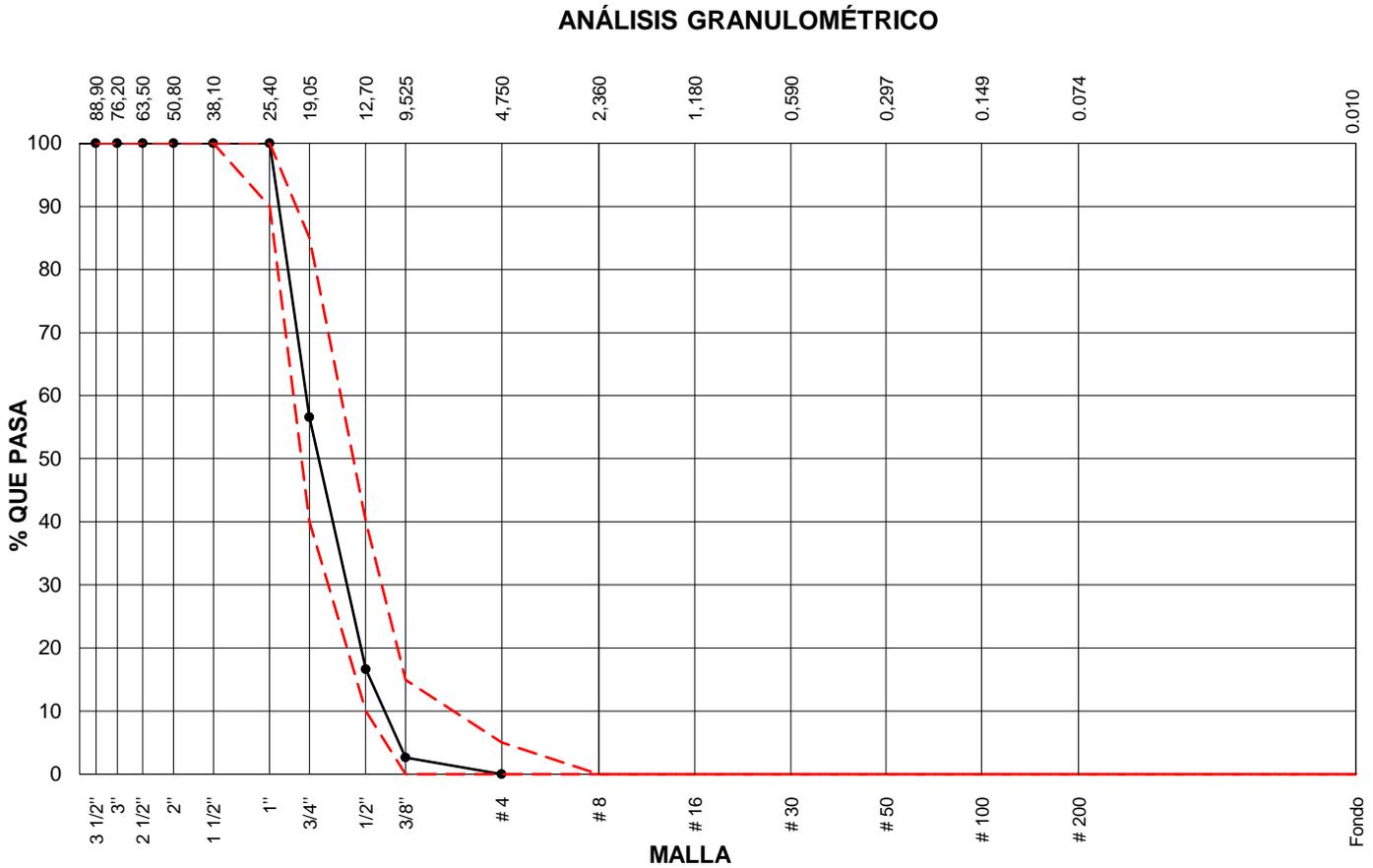
*Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1152.1	43.48	43.48	56.52	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	83.38	16.62	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	370.2	13.97	97.35	2.65	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

*Fuente: Propia*

**Figura 26**

*Análisis granulométrico de Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*



*Fuente: Propia*

**Tabla 32**

*Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2658

P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2698
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1660
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1570
Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1 "
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 (0.75 □ □ m)	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08

---

*Fuente: Propia*

Según los datos obtenidos y el diseño de mezcla según la norma ACI 211, se obtendrá el siguiente procedimiento para el concreto con 1% de A.R. y 6% de C.C.H:

- 1.0 F'cr = 294 kg/m<sup>3</sup>.
- 2.0 Relación agua/cemento: 0.56.
- 3.0 Determinación del agua: 193 litros.
- 4.0 Aire atrapado: 1.5 %
- 5.0 Cantidad de cemento: 345 kg.

6.0 Factor cemento: 345/42.5: 8.1 bls/m<sup>3</sup>.

7.0 Cálculo del peso de la ceniza de cáscara de huevo: 20.68 kgxm<sup>3</sup> 6.0%

8.0 Cálculo de la cantidad de cemento menos el reemplazo de cáscara de huevo:

323.96 kgxm<sup>3</sup>

9.0 Cálculo de la adición de fibra de acero reciclado: 3.45 kgxm<sup>3</sup> 1.0%

10.0 Datos de laboratorio

### Tabla 33

#### *Datos de laboratorio*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	BS	F	US	UC	MN
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	0.08%	.01%	.48	570	160	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	0.47%	.80%	.11	650	775	

*Fuente: Propia*

### Cálculo de Volumen de agregados

### Tabla 34

#### *Calco de Volumen de agregados*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO			
			3.45	gx m <sup>3</sup>	1.0%

Cemento SOL							
Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD.	P.U.	TM
				N	FINEZA	SUELTO	
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	---	0.08%	1.01%	7.48	1570	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	---	0.47%	1.80%	3.11	1650	

*Fuente: Propia*

11.0 Volumen de pasta: 0.3174 m<sup>3</sup>

12.0 Volumen de agregados: 0.6826 m<sup>3</sup>

13.0 Proporción de agregados secos.

Agregado grueso  $\approx 0.3724 \text{ m}^3 \approx 979 \text{ kg}$  .

Agregado fino  $\approx 0.3102 \text{ m}^3 \approx 836 \text{ kg}$  .

14.0 Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad.

Agregado grueso: 980 kg

Agregado fino: 840 kg.

15.0 Agua efectiva corregida por absorción y humedad

Agua: 213 litros.

16.0 Volumen de tanda de prueba: 0.03 m<sup>3</sup>.

Cemento SOL Tipo 1 10.34 kg

Agua 6.40 L

Agregado grueso 29.41 kg

Agregado fino 25.50 kg

Slump Obtenido 5 1/2"

Ceniza de cáscara de huevo 0.62 kg

Fibra de acero reciclado 0.10 kg.

17.0 Proporción en volumen de obra.

**Cem. A.F. A.G. Agua**

1 : 2.4 : 2.84 : 26.3 L / bolsa

De acuerdo a la secuencia lógica presentada con antelación, se mostrará los ensayos realizados a los agregados y el diseño de mezcla para la elaboración del concreto con 2% A.R. y 2% C.C.H:

### Tabla 35

#### *Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA*

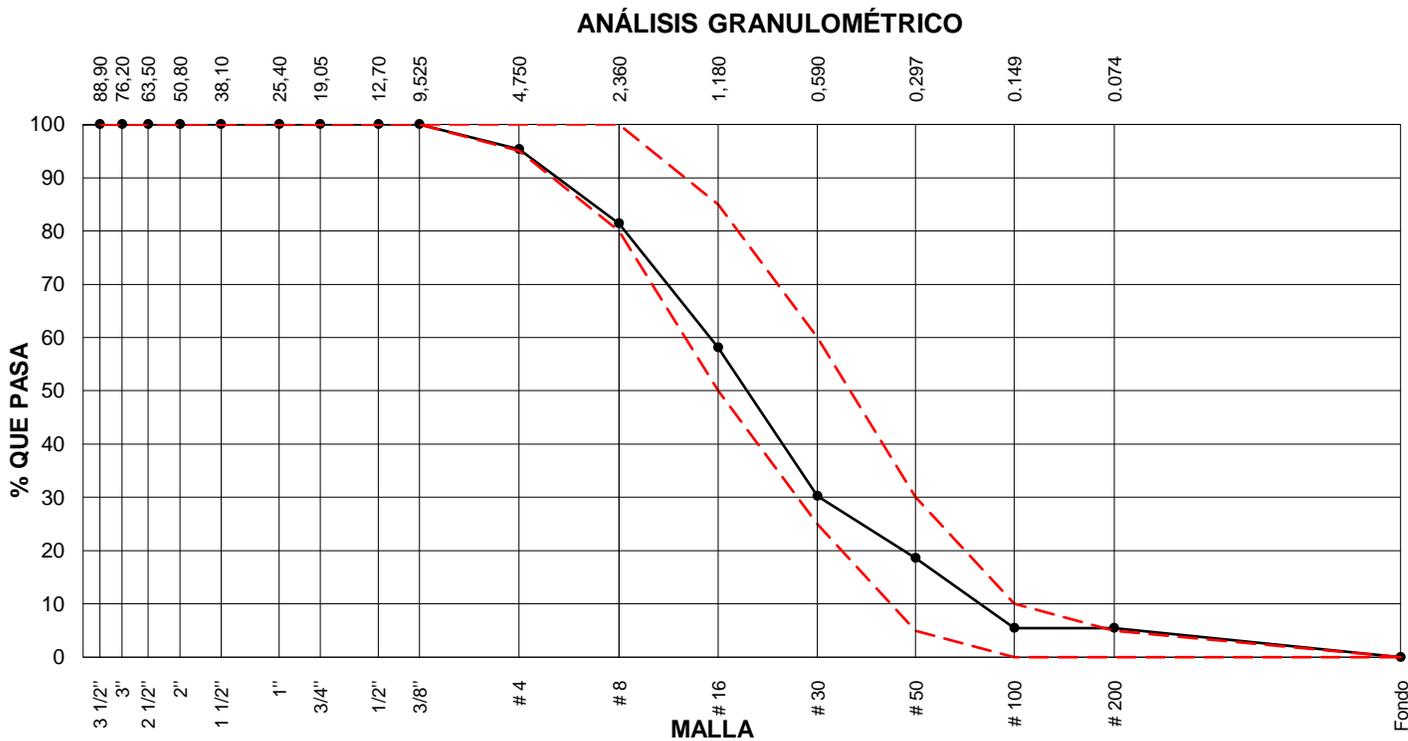
AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00

3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	30.0	4.65	4.65	95.35	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	90.0	13.95	18.60	81.40	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	150.0	23.26	41.86	58.14	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	180.0	27.91	69.77	30.23	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	75.0	11.63	81.40	18.60	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	85.0	13.18	94.57	5.43	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.57	5.43	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	35.0	5.43	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Propia

Figura 27

Análisis granulométrico de Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA



**Tabla 36**

*Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA*

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2695
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2745
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1775
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1650
Absorción (%)	1.80
Contenido de Humedad (%)	0.47
Módulo de Fineza	3.11
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.53

*Fuente: Propia*

**Tabla 37**

*Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

**AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56**

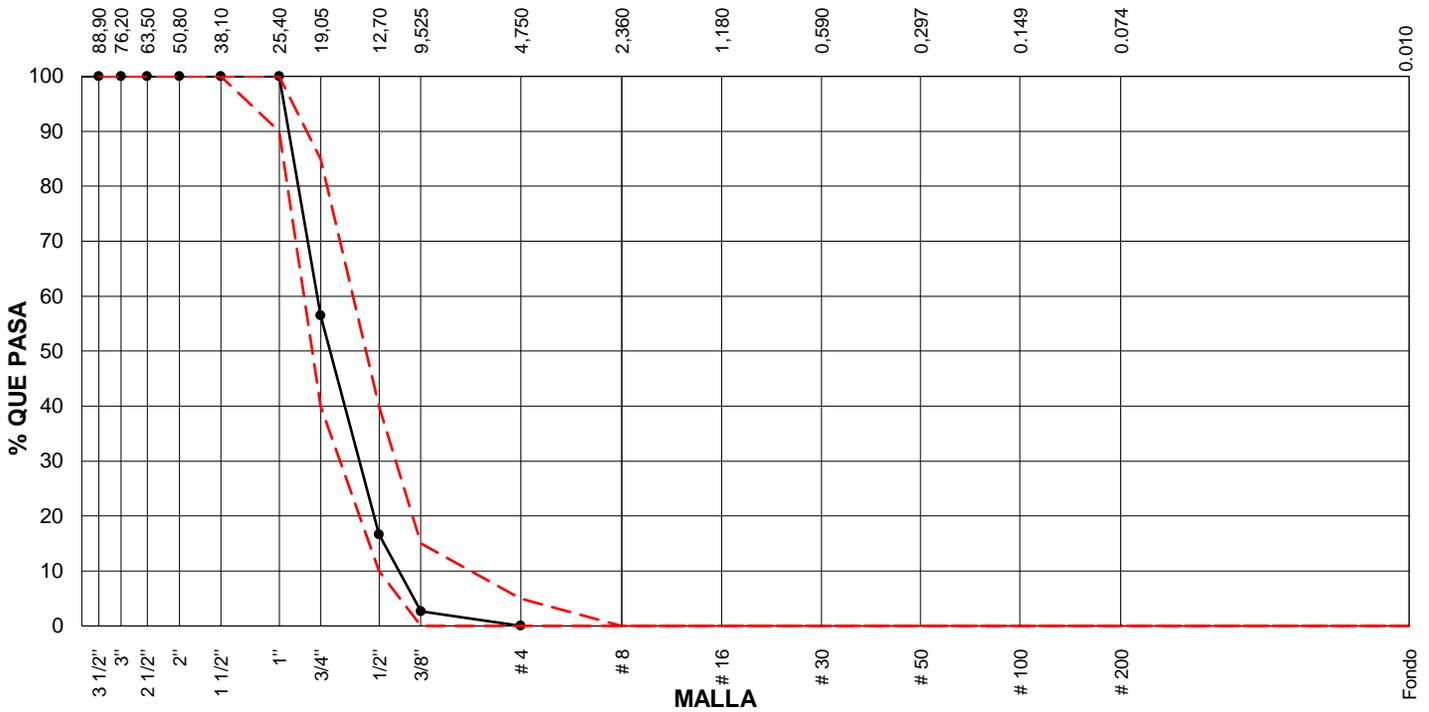
	Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1152.1	43.48	43.48	56.52	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	83.38	16.62	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	370.2	13.97	97.35	2.65	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

*Fuente: Propia*

**Figura 28**

Análisis granulométrico de Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



Fuente: Propia

**Tabla 38**

Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2658

P. Especif. de Masa Aparente ( $\text{kg/m}^3$ )	2698
P. Unitario Compactado ( $\text{kg/m}^3$ )	1660
P. Unitario Suelto ( $\text{kg/m}^3$ )	1570
Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1 "
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 ( $0.75 \square \square \text{m}$ )	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08

---

*Fuente: Propia*

Según los datos obtenidos y el diseño de mezcla según la norma ACI 211, se obtendrá el siguiente procedimiento para el concreto con 2% A.R. y 2% C.C.H:

- 1.0  $F'_{cr} = 294 \text{ kg/m}^3$ .
- 2.0 Relación agua/cemento: 0.56.
- 3.0 Determinación del agua: 193 litros.
- 4.0 Aire atrapado: 1.5 %
- 5.0 Cantidad de cemento: 345 kg.

6.0 Factor cemento: 345/42.5: 8.1 bls/m<sup>3</sup>.

7.0 Cálculo del peso de la ceniza de cáscara de huevo: 6.89 kgxm<sup>3</sup> 2.0%

8.0 Cálculo de la cantidad de cemento menos el reemplazo de cáscara de huevo:

337.75 kgxm<sup>3</sup>

9.0 Cálculo de fibra de acero reciclado: 6.89 kgxm<sup>3</sup> 2.0%

10.0 Datos de laboratorio

### Tabla 39

#### *Datos de laboratorio*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	0.08%	1.01%	7.48	1570	1660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	0.47%	1.80%	3.11	1650	1775	

*Fuente: Propia*

### Cálculo del volumen de agregados

### Tabla 40

#### *Cálculo del volumen de agregados*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO			
			6.89	g x m <sup>3</sup>	2.0%

Cemento SOL							
Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>					
0	0		HUMEDA	ABSORCI	MÓD.	P.U.	TM
kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>		D	ÓN	FINEZA	SUELTO	
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	---	0.08%	1.01%	7.48	1570	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	---	0.47%	1.80%	3.11	1650	

*Fuente: Propia*

11.0 Volumen de pasta: 0.3174 m<sup>3</sup>

12.0 Volumen de agregados: 0.6826 m<sup>3</sup>

13.0 Proporción de agregados secos.

Agregado grueso  $\approx 0.3724 \text{ m}^3 \approx 979 \text{ kg}$  .

Agregado fino  $\approx 0.3102 \text{ m}^3 \approx 836 \text{ kg}$  .

14.0 Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad.

Agregado grueso: 980 kg

Agregado fino: 840 kg.

15.0 Agua efectiva corregida por absorción y humedad

Agua: 213 litros.

16.0 Volumen de tanda de prueba: 0.03 m<sup>3</sup>.

Cemento SOL Tipo 1 10.34 kg

Agua 6.40 L

Agregado grueso 29.41 kg

Agregado fino 25.20 kg

Slump Obtenido 5"

Ceniza de cáscara de huevo 0.21 kg

Fibra de acero reciclado 0.21 kg.

17.0 Proporción en volumen de obra.

**Cem. A.F. A.G. Agua**

1 : 2.8 : 2.84 : 26.3 L / bolsa

De acuerdo a la secuencia lógica presentada con antelación, se mostrará los ensayos realizados a los agregados y el diseño de mezcla para la elaboración del concreto con 2% A.R. y 4% C.C.H:

## Tabla 41

### *Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA*

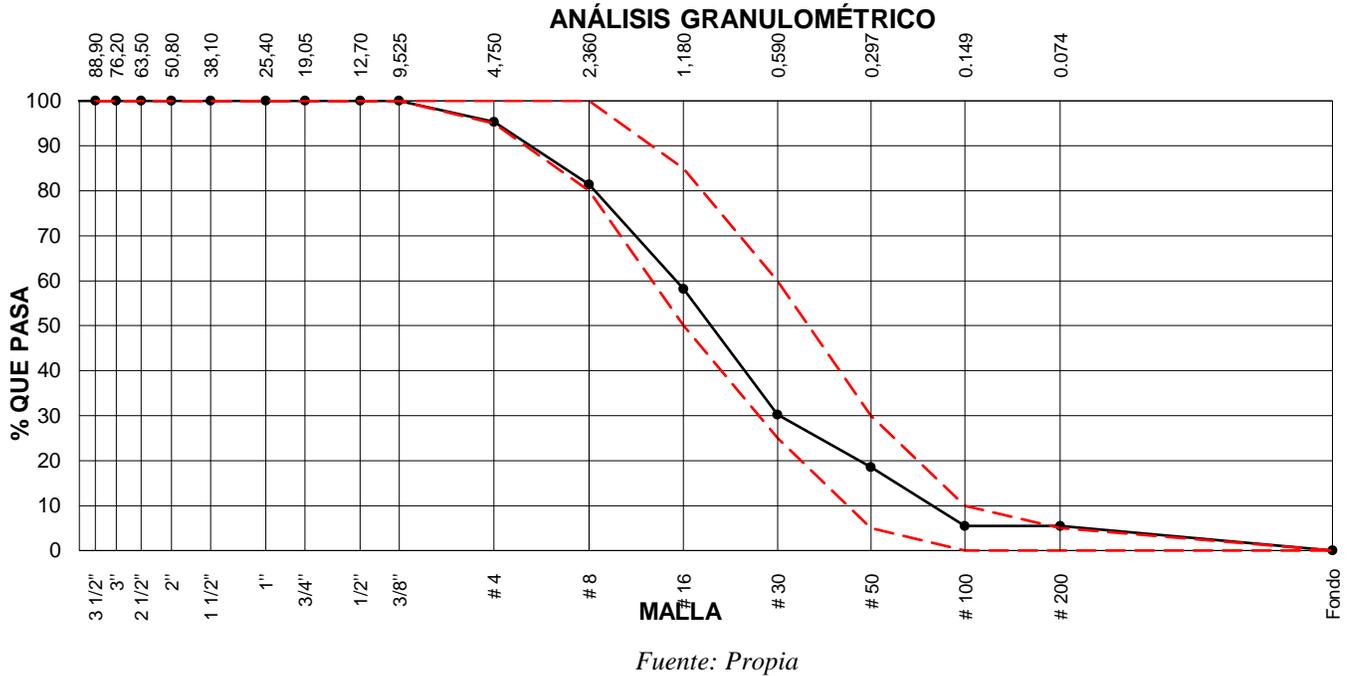
AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"	
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00

2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	30.0	4.65	4.65	95.35	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	90.0	13.95	18.60	81.40	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	150.0	23.26	41.86	58.14	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	180.0	27.91	69.77	30.23	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	75.0	11.63	81.40	18.60	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	85.0	13.18	94.57	5.43	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.57	5.43	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	35.0	5.43	100.00	0.00	0.00	0.00

*Fuente: Propia*

**Figura 29**

*Análisis granulométrico de Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA*



**Tabla 42**

*Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA*

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco ( $\text{kg/m}^3$ )	2695
P. Especif. de Masa SSS ( $\text{kg/m}^3$ )	2710
P. Especif. de Masa Aparente ( $\text{kg/m}^3$ )	2745
P. Unitario Compactado ( $\text{kg/m}^3$ )	1775
P. Unitario Suelto ( $\text{kg/m}^3$ )	1650
Absorción (%)	1.80

Contenido de Humedad (%) 0.47

Módulo de Fineza 3.11

% < Malla N° 200 (0.75 mm) 0.53

*Fuente: Propia*

**Tabla 43**

*Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

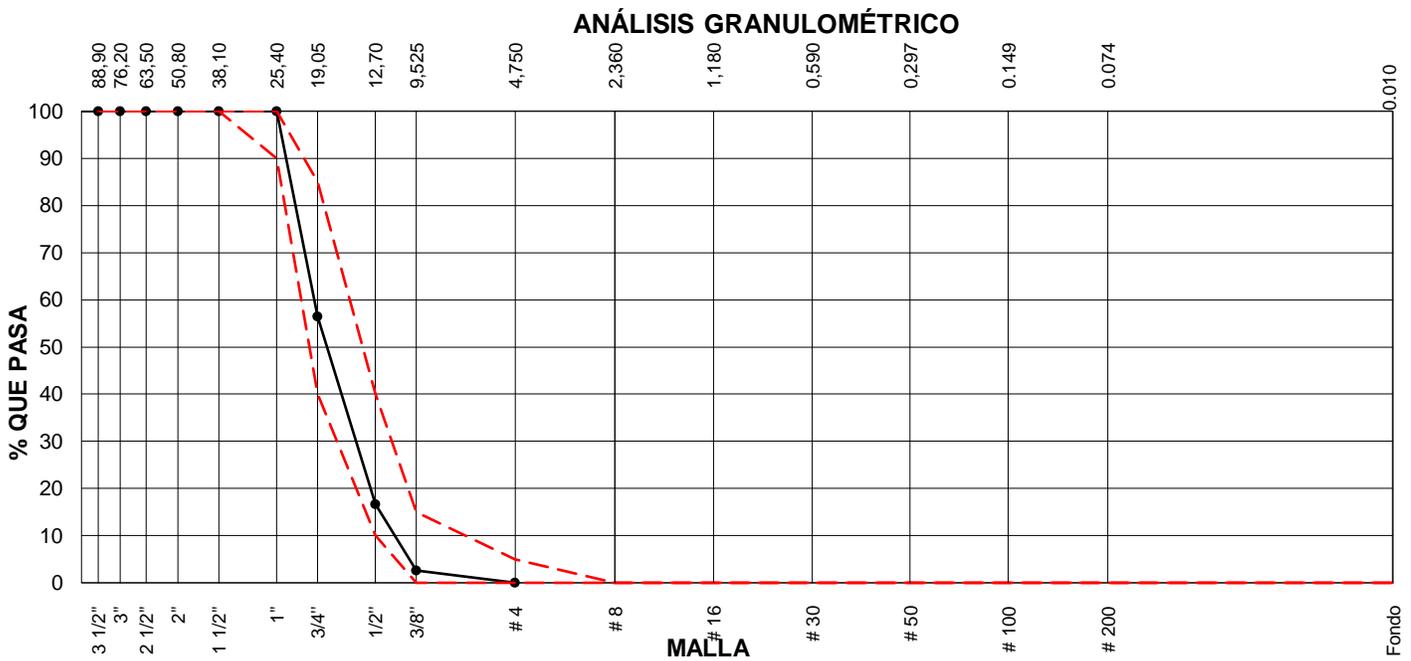
AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1152.1	43.48	43.48	56.52	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	83.38	16.62	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	370.2	13.97	97.35	2.65	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Propia

**Figura 30**

*Análisis granulométrico de Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*



Fuente: Propia

**Tabla 44**

*Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especific. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Especific. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2658

P. Especif. de Masa Aparente ( $\text{kg/m}^3$ )	2698
P. Unitario Compactado ( $\text{kg/m}^3$ )	1660
P. Unitario Suelto ( $\text{kg/m}^3$ )	1570
Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1 "
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 ( $0.75 \square \square \text{m}$ )	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08

---

*Fuente: Propia*

Según los datos obtenidos y el diseño de mezcla según la norma ACI 211, se obtendrá el siguiente procedimiento para el concreto con 2% A.R. y 4% C.C.H:

- 18.0  $F'_{cr} = 294 \text{ kg/m}^3$ .
- 19.0 Relación agua/cemento: 0.56.
- 20.0 Determinación del agua: 193 litros.
- 21.0 Aire atrapado: 1.5 %
- 22.0 Cantidad de cemento: 345 kg.

- 23.0 Factor cemento:  $345/42.5 = 8.1 \text{ bls/m}^3$ .
- 24.0 Cálculo de fibra de acero reciclado:  $15\% \times 345 \text{ kg} = 51.75 \text{ kg}$ .
- 25.0 Cálculo del peso de la ceniza de cáscara de huevo:  $13.79 \text{ kg} \times \text{m}^3 4.0\%$
- 26.0 Cálculo de la cantidad de cemento menos el reemplazo de cáscara de huevo:  
 $330.86 \text{ kg} \times \text{m}^3$
- 27.0 Cálculo de la adición de fibra de acero reciclado:  $6.89 \text{ kg} \times \text{m}^3 2.0\%$
- 28.0 Datos de laboratorio

**Tabla 45**

*Datos de laboratorio*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	BS	F	US	UC	MN
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	0.08%	1.01%	7.48	1570	1660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	0.47%	1.80%	3.11	1650	1775	

*Fuente: Propia*

**Cálculo del volumen de agregados**

**Tabla 46**

*Cálculo del volumen de agregados*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	6.89 g x m <sup>3</sup> 2.0%				
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>					
0 kg/m <sup>3</sup>	0 kg/m <sup>3</sup>		HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	---	0.08%	1.01%	7.48	1570	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	---	0.47%	1.80%	3.11	1650	

*Fuente: Propia*

29.0 Volumen de pasta: 0.3174 m<sup>3</sup>

30.0 Volumen de agregados: 0.6826 m<sup>3</sup>

31.0 Proporción de agregados secos.

Agregado grueso  $\approx 0.3724 \text{ m}^3 \approx 979 \text{ kg}$  .

Agregado fino  $\approx 0.3102 \text{ m}^3 \approx 836 \text{ kg}$  .

32.0 Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad.

Agregado grueso: 980 kg

Agregado fino: 840 kg.

33.0 Agua efectiva corregida por absorción y humedad

Agua: 213 litros.

34.0 Volumen de tanda de prueba: 0.03 m<sup>3</sup>.

Cemento SOL Tipo 1	10.34 kg
Agua	6.40 L
Agregado grueso	29.41 kg
Agregado fino	25.20 kg
Slump Obtenido	5 1/2"
Ceniza de cáscara de huevo	0.41 kg
Fibra de acero reciclado	0.21 kg.

35.0 Proporción en volumen de obra.

**Cem. A.F. A.G. Agua**

1 : 2.4 : 2.84 : 26.3 L / bolsa

De acuerdo a la secuencia lógica presentada con antelación, se mostrará los ensayos realizados a los agregados y el diseño de mezcla para la elaboración del concreto con 2% A.R. y 6% C.C.H:

## **Tabla 47**

*Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA*

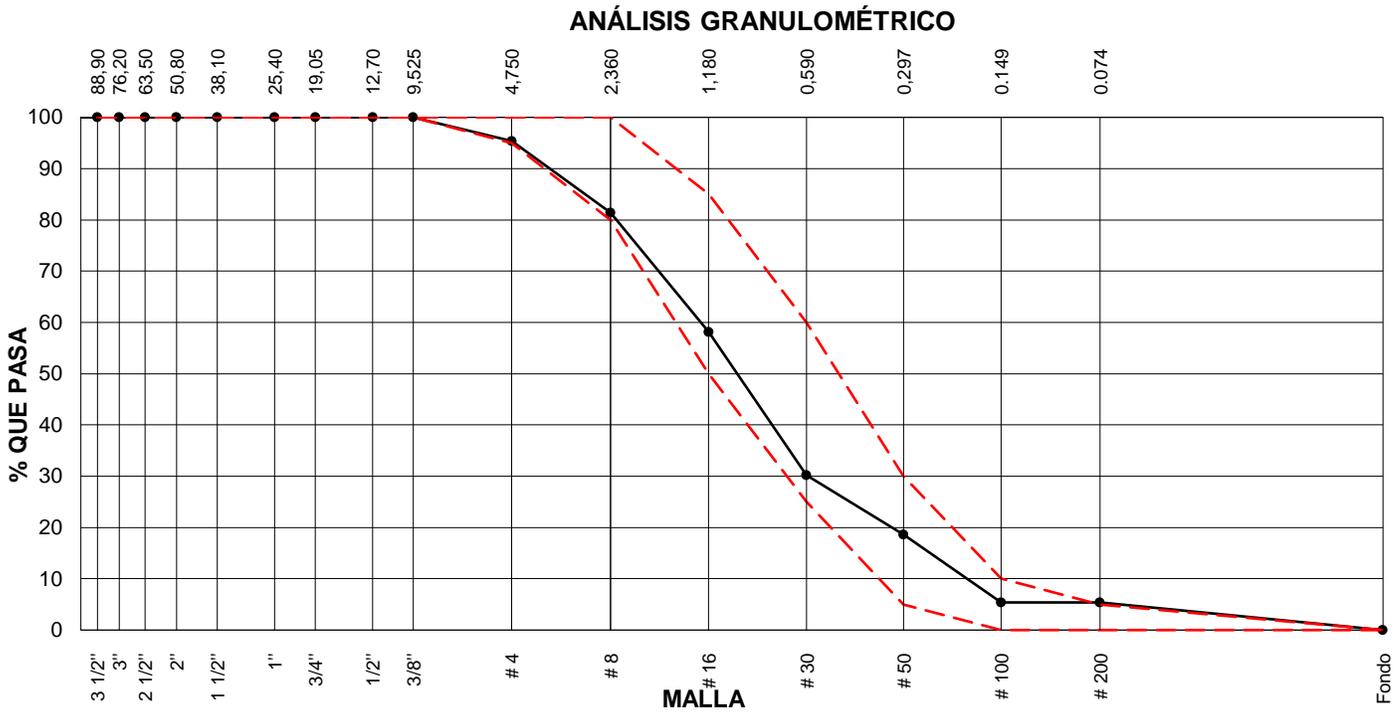
**AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA**

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	30.0	4.65	4.65	95.35	95.00
# 8	2.36 mm	90.0	13.95	18.60	81.40	80.00
# 16	1.18 mm	150.0	23.26	41.86	58.14	50.00
# 30	0.59 mm	180.0	27.91	69.77	30.23	25.00
# 50	0.30 mm	75.0	11.63	81.40	18.60	5.00
# 100	0.15 mm	85.0	13.18	94.57	5.43	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.57	5.43	0.00
Fondo	0.01 mm	35.0	5.43	100.00	0.00	0.00

*Fuente: Propia*

**Figura 31**

Análisis granulométrico de Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA



Fuente: Propia

**Tabla 48**

*Características físicas del Agregado Fino ASTM C33 - ARENA GRUESA*

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2695
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2745
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1775
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1650

Absorción (%)	1.80
Contenido de Humedad (%)	0.47
Módulo de Fineza	3.11
% < Malla N° 200 (0.75 □ □m)	0.53

*Fuente: Propia*

**Tabla 49**

*Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

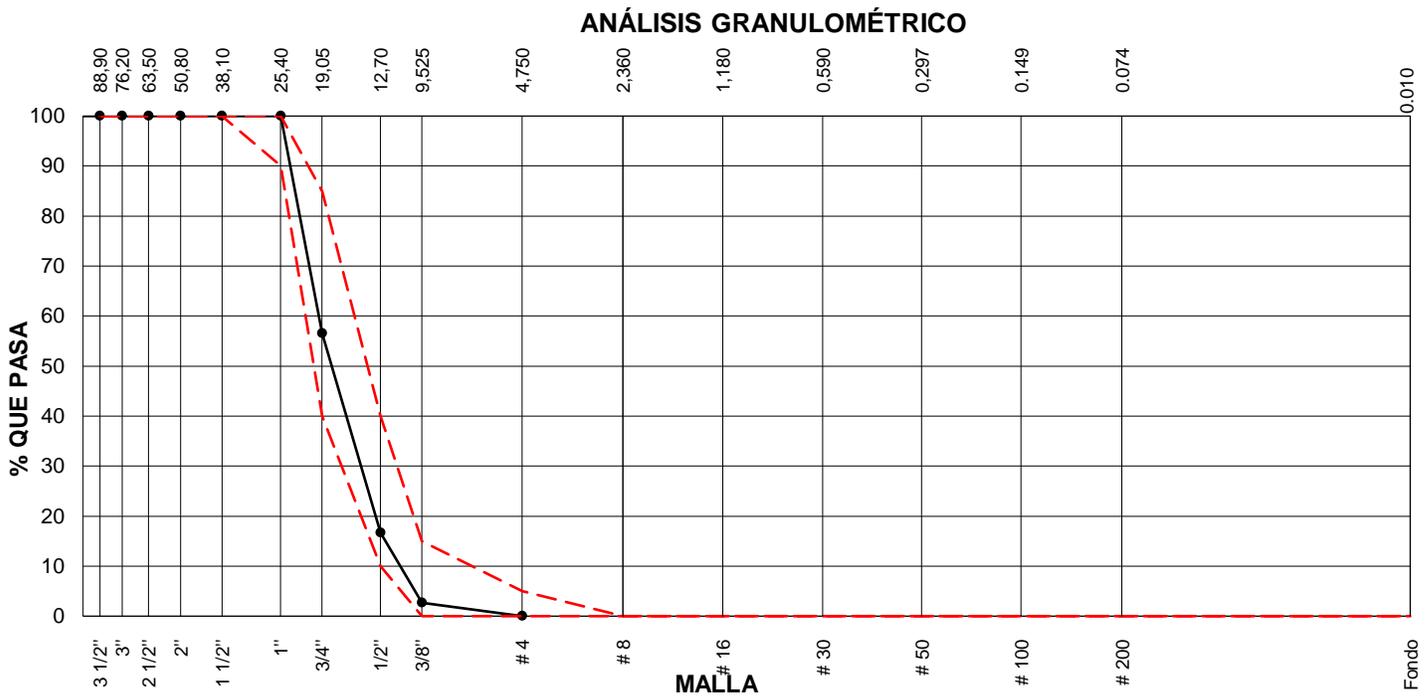
AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1152.1	43.48	43.48	56.52	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	83.38	16.62	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	370.2	13.97	97.35	2.65	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Propia

**Figura 32**

*Análisis granulométrico de Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*



Fuente: Propia

**Tabla 50**

*Características físicas del Agregado grueso ASTM C33 HUSO # 56*

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2658

P. Especif. de Masa Aparente ( $\text{kg/m}^3$ )	2698
P. Unitario Compactado ( $\text{kg/m}^3$ )	1660
P. Unitario Suelto ( $\text{kg/m}^3$ )	1570
Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1 "
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 ( $0.75 \square \square \text{ m}$ )	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08

---

*Fuente: Propia*

Según los datos obtenidos y el diseño de mezcla según la norma ACI 211, se obtendrá el siguiente procedimiento para el concreto con 2% A.R. y 6% C.C.H:

- 36.0  $F'_{cr} = 294 \text{ kg/m}^3$ .
- 37.0 Relación agua/cemento: 0.56.
- 38.0 Determinación del agua: 193 litros.
- 39.0 Aire atrapado: 1.5 %
- 40.0 Cantidad de cemento: 345 kg.

- 41.0 Factor cemento:  $345/42.5 = 8.1 \text{ bl/m}^3$ .
- 42.0 Cálculo de fibra de acero reciclado:  $15\% \times 345 \text{ kg} = 51.75 \text{ kg}$ .
- 43.0 Cálculo del peso de la ceniza de cáscara de huevo:  $20.68 \text{ kg} \times \text{m}^3 \text{ 6.0\%}$
- 44.0 Cálculo de la cantidad de cemento meno el reemplazo de cáscara de huevo:  
 $323.96 \text{ kg} \times \text{m}^3$
- 45.0 Cálculo de adición de acero reciclado:  $6.89 \text{ kgxm}^3 \text{ 2.0\%}$
- 46.0 Datos de laboratorio

### Tabla 51

#### *Datos de laboratorio*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	BS	F	US	UC	MN
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	0.08%	1.01%	7.48	1570	1660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	0.47%	1.80%	3.06	1650	1775	

*Fuente: Propia*

### Cálculo del volumen de agregados

**Tabla 52**

*Cálculo del volumen de agregados*

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	6.89	Kg x 03	2.0%			
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>						
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>						
0 kg/m <sup>3</sup>	0 kg/m <sup>3</sup>							
			HUMEDA D	ABSORCIÓN N	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM	
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	---	0.08%	1.01%	7.48	1570	3/4	
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	---	0.47%	1.80%	3.06	1650		

*Fuente: Propia*

47.0 Volumen de pasta: 0.3174 m<sup>3</sup>

48.0 Volumen de agregados: 0.6826 m<sup>3</sup>

49.0 Proporción de agregados secos.

Agregado grueso  $\approx 0.3724 \text{ m}^3 \approx 979 \text{ kg}$  .

Agregado fino  $\approx 0.3102 \text{ m}^3 \approx 836 \text{ kg}$  .

50.0 Peso húmedo de los agregados - corrección por humedad.

Agregado grueso: 980 kg

Agregado fino: 840 kg.

51.0 Agua efectiva corregida por absorción y humedad

Agua: 213 litros.

52.0 Volumen de tanda de prueba: 0.03 m<sup>3</sup>.

Cemento SOL Tipo 1	10.34 kg
Agua	6.40 L
Agregado grueso	29.41 kg
Agregado fino	25.20 kg
Slump Obtenido	6"
Ceniza de cáscara de huevo	0.62 kg
Fibra de acero reciclado	0.21 kg.

53.0 Proporción en volumen de obra.

**Cem. A.F. A.G. Agua**

1 : 2.4 : 2.84 : 26.3 L / bolsa

Este concreto mostrado ha sido diseñado y ensayado con el fin obtener resultados que demuestren el aumento a la compresión del concreto y el ahorro en acero de construcción en la elaboración de vigas armadas.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### Análisis inferencial

En esta sección realizaremos el análisis inferencial estadístico solo de las hipótesis específicas de acuerdo con los siguientes objetivos específicos planteados que requieran de la misma, a través de la prueba de hipótesis. Cabe indicar que, el objetivo1 se mencionará a través de una descripción teórica.

### Objetivo específico 2,3 y 4

### Planteamiento de la Hipótesis específica

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>).**

$$\mu_{Rx1} = \mu_{Rx2} = \mu_{Rx3} = \mu_{Rx4} = \mu_{Rx5} = \mu_{Rx6} = \mu_{Rx\_tradicional}$$

**Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):**

Existe al menos un  $i / \mu_{Rxi} \neq \mu_{Rx\_tradicional}$

Donde  $\mu_{Rx}$ , es la media de la propiedad del diseño  $i$ .

Donde  $i=1, 2, 3, 4, 5$  y  $6$

Los diseños son las combinaciones de los porcentajes de CCH y FAR

### Estadístico de Prueba

### Consideraciones de las pruebas:

Las pruebas de hipótesis se realizarán para cada tiempo de curado (7, 14 y 28 días).

Las pruebas se realizarán independientemente para cada propiedad.

Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

### **Objetivo específico 1**

Determinar el proceso de obtención de las cenizas de cascara de huevo y la fibra de acero reciclado.

### **Respuesta del objetivo específico 1**

Con respecto a la ceniza de cáscara de huevo; se realizó el óptimo proceso para la obtención de la misma a través del reciclaje del residuo sólido aprovechable (cáscaras de huevos) proveniente de los establecimientos dedicados al rubro de la venta de comida diaria y panaderías. Al ser ambos comercios muy demandantes, se logró recolectar la cantidad aproximada de 45 kilos en apenas algunas manzanas catastrales del distrito de SMP (previo aviso a los dueños de cada establecimiento). Cabe resaltar que, estos negocios normalmente optan por desechar las cáscaras de huevos junto al resto de residuos sólidos sin siquiera clasificarlos (segregarlos) para ser manejados de una manera especial, ya que las membranas adheridas de las cáscaras de huevos atraen a vectores de agentes patógenos (moscas) ocasionando problemas asociados a la salud y medio ambiente. Subsiguiente a la segregación, se procedió con el secado del insumo de manera natural al sol, colocando un costal o tela limpia con un tamaño estándar en el suelo y esparciendo de manera uniforme las cáscaras previamente lavadas solo con agua. Con respecto a estos pasos mencionados; se recalca que, esta labor no requiere de algún personal capacitado ni el uso de herramientas adicionales que dificulten o eleven el precio.

Posteriormente y con el fin de que el tiempo de incineración sea menor, ya que el tamaño influye en el proceso, las cáscaras de huevos se acopian en costalillos limpios para ser triturados o molidos. La molienda puede realizarse de forma manual usando una comba o un molino de granos.

Finalmente, se incineró a una temperatura de 420°C durante 24 horas aproximadamente, esto en dos jornadas o dos días según la capacidad de nuestro horno hasta obtener un polvo de color gris. Cabe mencionar que, a pesar de la calcinación de las cáscaras de huevos, las cenizas obtenidas aún no tienen el tamaño adecuado, por lo que, se procedió a pasar por la malla # 200 para reducir el tamaño y obtener una mayor finura en la ceniza la cual debe tener la misma consistencia del cemento. Culminado con todos los pasos mencionados; la ceniza de cáscara de huevo, ya se encuentra apta para ser usada en los diseños propuestos de acuerdo a las cantidades que señale cada uno de ellos.

Con respecto a las fibras de acero; se realizó un óptimo proceso de obtención de este material contribuyendo con el reciclaje del residuo sólido aprovechable proveniente de las factorías automotrices y talleres electromecánicos del paradero o zona denominada la 50 ubicado entre la Av. Túpac Amaru y Naranjal, ya que esta zona se encuentra rodeada por comercios dedicados a esta actividad, se pudo obtener este material sin costo o restricción alguna ,pues estos residuos sólidos son desechados diariamente y no le dan una finalidad útil. Las fibras de acero; fueron seleccionadas con un tamaño aproximado de 2-3cm de alto y un espesor de 3-5mm o de igual forma si no cuentan con esas características son trasladadas al laboratorio para adecuar estas medidas. Posteriormente a la clasificación(segregación), se limpia las fibras de acero, ya que pueden estar manchadas de aceite u otro componente producto de las actividades de los talleres. Finalmente, se almacena las fibras de acero recicladas en cilindros o costales limpios.

## Objetivo específico 2

Realizar ensayos de resistencia a la compresión y a la tracción diametral de los respectivos cilindros de concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, y del concreto tradicional de  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>.

En las siguientes tablas se muestran los resultados de la resistencia a la compresión de los ensayos en el laboratorio a una edad de 7, 14 y 28 días de curado.

### Respuesta del objetivo específico 2: Resistencia a la compresión

Tablas de resultados de los ensayos:

**Tabla 53**

*Resultados de los ensayos a compresión a los 7 días*

Tipo de diseño	Número de días	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Diseño patrón <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	165
	7.00	170
	7.00	166
<b>Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	176
	7.00	178
	7.00	177
<b>Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	160
	7.00	160
	7.00	160
<b>Diseño con 1% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	156
	7.00	156
	7.00	156
<b>Diseño con 2% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	150
	7.00	150
	7.00	150

<b>Diseño con 2% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	7.00	145
	7.00	140
	7.00	143
<b>Diseño con 2% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	7.00	139
	7.00	136
	7.00	137

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos a compresión realizados a la edad de 7 días entre los 6 diseños propuestos y el diseño patrón nos indica que; solo las probetas del diseño con 1% F.A.R. y 2% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  superan al diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  que inicialmente posee un rango entre  $160 \text{ kg/cm}^2$  y  $170 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, se evidencia que las probetas del diseño con 1% F.A.R. y 2% C.C.H tienen una rotura promedio superior al 75%.

**Tabla 54**

*Resultados de los ensayos a compresión a los 14 días*

<b>Tipo de diseño</b>	<b>Número de días</b>	<b>Esfuerzo (<math>\text{kg/cm}^2</math>)</b>
<b>Diseño patrón <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	190
	14.00	193
	14.00	192
<b>Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	196
	14.00	200
	14.00	199
<b>Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	181
	14.00	184
	14.00	182
<b>Diseño con 1% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	168
	14.00	170
	14.00	170
<b>Diseño con 2% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	161
	14.00	162
	14.00	160

<b>Diseño con 2% F.A.R y 4%</b>	14.00	148
<b>C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	151
	14.00	154
<b>Diseño con 2% F.A.R y 6%</b>	14.00	144
<b>C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	145
	14.00	145

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos a compresión realizados a la edad de 14 días entre los 6 diseños propuestos y el diseño patrón nos indica que; solo las probetas del diseño con 1% F.A.R. y 2% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  superan al diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  que todavía se encuentra con una resistencia cambiante entre los  $190 \text{ kg/cm}^2$  y  $195 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, se verificó que los testigos del diseño con 1% F.A.R. y 2% C.C.H alcanzan una resistencia promedio que supera el 90%.

## Tabla 55

*Resultados de los ensayos a compresión a los 28 días*

Tipo de diseño	Número de días	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Diseño patrón <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	237
	28.00	237
	28.00	237
<b>Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	258
	28.00	259
	28.00	258
<b>Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	245
	28.00	215
	28.00	223
<b>Diseño con 1% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	215
	28.00	207
	28.00	212
	28.00	206

<b>Diseño con 2% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	199
	28.00	200
<b>Diseño con 2% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	195
	28.00	194
	28.00	195
<b>Diseño con 2% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	181
	28.00	181
	28.00	181

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos a compresión realizados a una edad de 28 días entre los 6 diseños propuestos y el diseño patrón nos indica que; solo las probetas de los diseños con 1% F.A.R. y 2% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y 1% F.A.R. y 4% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; superan al diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  que ya se encuentra por encima de los  $237 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, se evidenció que los testigos del diseño de 1% F.A.R. y 2% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  tienen una resistencia promedio que supera el 100% .

## Planteamiento de la Hipótesis específica 2

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La resistencia a la compresión y a la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo (CCH) y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado (FAR), no da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\mu_{Rc1} = \mu_{Rc2} = \mu_{Rc3} = \mu_{Rc4} = \mu_{Rc5} = \mu_{Rc6} = \mu_{Rc\_tradicional}$$

$$\mu_{Td1} = \mu_{Td2} = \mu_{Td3} = \mu_{Td4} = \mu_{Td5} = \mu_{Td6} = \mu_{Td\_tradicional}$$

**Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):** La resistencia a la compresión y a la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo (CCH) y adicionar a la mezcla

fibra de acero reciclado (FAR), da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Existe al menos un  $i / \mu R_{ci} \neq \mu R_{c\_tradicional}$

Existe al menos un  $i / \mu T_{di} \neq \mu T_{d\_tradicional}$

Donde  $\mu R_{ci}$ , es la media de la resistencia a la compresión del diseño  $i$ .

Donde  $\mu T_{di}$ , es la media de tracción diametral del diseño  $i$

### **Cálculo estadístico:**

#### **Estadístico de Prueba**

Dado que la variable respuesta de resistencia a la compresión y la tracción diametral son cuantitativas, además existe una variable independiente llamado factor con seis niveles de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es sí existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta; entonces estamos hablando de un diseño de análisis de varianza de un factor ANOVA. En consecuencia; para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba de rango post hoc de Tukey para cotejar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño tradicional, esta prueba se realizará independiente en las tres edades de curado del concreto que son de 7, 14 y 28 días.

#### **Requisitos para el ANOVA**

Se debe probar los supuestos de Normalidad en la variable dependiente mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) en la variable independiente mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicará la prueba T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

**Prueba del supuesto de Normalidad para la Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado:**

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

**Tabla 56**

*Pruebas de normalidad*

Pruebas de normalidad							
	Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión a los 7 días	Diseño Tradicional	,314	3	.	,893	3	,363
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,219	3	.	,987	3	,780
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	,253	3	.	,964	3	,637

Resistencia a la compresión a los 14 días	Diseño Tradicional	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,292	3	.	,923	3	,463
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	,219	3	.	,987	3	,780
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
Resistencia a la compresión a los 28 días	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño Tradicional	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,285	3	.	,932	3	,497
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	,232	3	.	,980	3	,726
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,337	3	.	,855	3	,253
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) de 0.363, 1.000, 0.780, 0.637, 0.463, 0.497, 0.726 y 0.253 que corresponde para cada diseño son mayores al valor asumido de 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño a las edades de 7, 14 y 28 días siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

**Prueba del supuesto de Homogeneidad para la Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado:**

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

**Tabla 57**

*Prueba de homogeneidad de varianzas*

		<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>			
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión a los 7 días	Se basa en la media	1,602	6	14	,219
	Se basa en la mediana	,519	6	14	,785
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,519	6	6,312	,778
	Se basa en la media recortada	1,510	6	14	,245
Resistencia a la compresión a los 14 días	Se basa en la media	,978	6	14	,476
	Se basa en la mediana	,611	6	14	,718
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,611	6	8,521	,717
	Se basa en la media recortada	,954	6	14	,489
Resistencia a la compresión a los 28 días	Se basa en la media	7,052	6	14	,001
	Se basa en la mediana	1,753	6	14	,181
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,753	6	2,592	,367
	Se basa en la media recortada	6,469	6	14	,002

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene que se basa en la media, indica que para las edades de 7 y 14 días de curado los valores de significancia (sig) de 0.219 y 0.476 son mayores a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que sí existe igualdad de varianzas entre los diseños, mientras que para los 28 días de curado el valor de significancia (sig)

de 0.001 es menor a 0.05, por lo tanto en este caso sí rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que no existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor

### Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado

**Tabla 58**

*Prueba de ANOVA*

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a la compresión a los 7 días	Entre grupos	3418,952	6	569,825	202,819	,000
	Dentro de grupos	39,333	14	2,810		
	Total	3458,286	20			
Resistencia a la compresión a los 14 días	Entre grupos	7495,905	6	1249,317	413,160	,000
	Dentro de grupos	42,333	14	3,024		
	Total	7538,238	20			
Resistencia a la compresión a los 28 días	Entre grupos	12829,619	6	2138,270	54,396	,000
	Dentro de grupos	550,333	14	39,310		
	Total	13379,952	20			

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los resultados de la prueba indican que; con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador ( La resistencia a la compresión y a la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por cenizas de cascara de

huevo (CCH) y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado (FAR), da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para todas las edades debido a que los valores de sig. de la prueba entre grupos o diseños son iguales a 0.000 y es menor al valor de significancia asumido de 0.05. Esto indica que sí existe diferencias significativas entre las medias de las resistencias a la compresión entre el diseño tradicional y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas para las edades de 7 y 14 días de curado, se aplicará la prueba post hoc de Tukey y para la edad de 28 días se aplicará la prueba de T3 de Dunnett para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia a la compresión.

**Prueba de post hoc de Tukey de la resistencia a la compresión a una edad de 7 días de curado.**

**Tabla 59**

*Prueba post hoc de tukey resistencia a la compresión a los 7 días*

Resistencia a la compresión a los 7 días							
HSD Tukey <sup>a</sup>							
Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	3	137,3333					
Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	3		142,6667				
Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	3			150,0000			
Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	3				156,0000		
Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	3					160,0000	
Diseño Tradicional	3						167,0000

Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH 3

177,0000

Sig. 1,000 1,000 1,000 ,117 1,000 1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

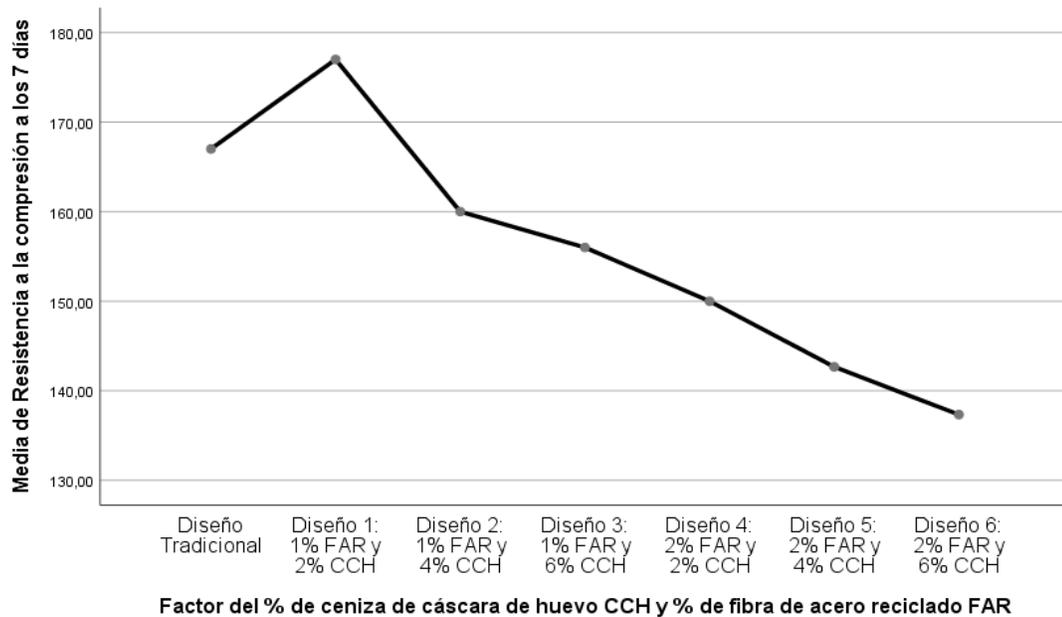
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De acuerdo a la prueba Post Hoc de Tukey; concluimos que con un nivel de significancia del 5% y a una edad de 7 días de curado; la resistencia a la compresión del concreto al sustituir cemento por el 2% de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, da significativamente mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Asimismo; entre el diseño 2 y 3 no hay mayor diferencia matemática, por ello se encuentran en el mismo grupo.

### Figura 33

*Gráfico de medias*



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** El gráfico de medias nos muestra que la resistencia a la compresión del diseño 1 es significativamente mayor que el diseño tradicional, mientras que el diseño tradicional es significativamente mayor que los diseños restantes.

**Prueba de post hoc de Tukey de la resistencia a la compresión a una edad de 14 días de curado.**

**Tabla 60**

*Tabla de post hoc de Tukey resistencia a la compresión a los 14 días*

Resistencia a la compresión a los 14 días								
HSD Tukey <sup>a</sup>								
Subconjunto para alfa = 0.05								
Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	N	1	2	3	4	5	6	7
Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	3	144,6667						
Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	3		151,0000					
Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	3			161,0000				
Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	3				169,3333			
Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	3					182,3333		
Diseño Tradicional	3						191,6667	
Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	3							198,3333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

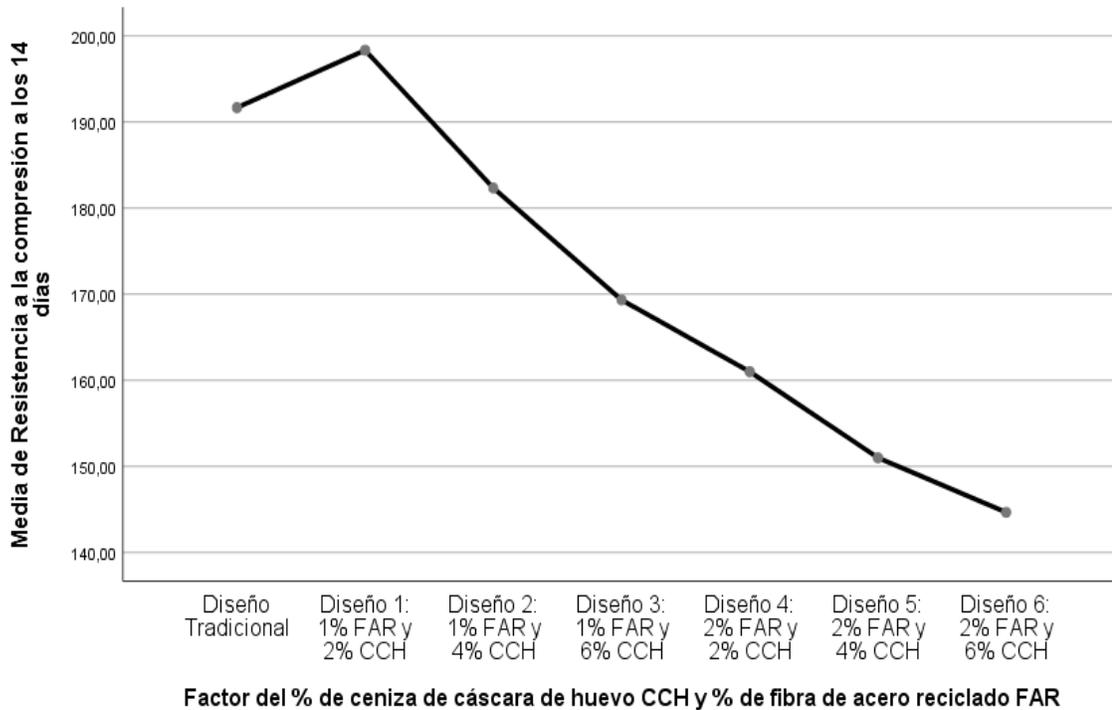
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey, concluimos que con un nivel de significancia del 5% y a una edad de 14 días de curado, la resistencia a la compresión del concreto al sustituir cemento por el 2% de cascara de huevo y adicionar a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, da significativamente mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Figura 34**

*Gráfico de medias*



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** El gráfico de medias nos muestra que, la resistencia a la compresión del diseño 1 es significativamente mayor que el diseño tradicional, mientras que el diseño tradicional es significativamente mayor que los diseños restantes.

## Prueba de post hoc de T3 de Dunnett de la resistencia a la compresión a una edad de

28 días de curado.

**Tabla 61**

### Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: Resistencia a la compresión a los 28 días							
T3 Dunnett							
(I) Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	(J) Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
Diseño Tradicional	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	-21,33333*	,72648	,000	-25,4546	-17,2121	
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	9,33333	8,98765	,968	-78,2871	96,9537	
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	25,66667*	2,40370	,032	4,9044	46,4289	
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	35,33333*	2,26078	,013	16,1119	54,5548	
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	42,33333*	,72648	,000	38,2121	46,4546	
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	56,00000*	,81650	,000	51,5507	60,4493	
Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	Diseño Tradicional	21,33333*	,72648	,000	17,2121	25,4546	
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	30,66667	8,97992	,337	-57,2403	118,5736	
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	47,00000*	2,37463	,010	25,4242	68,5758	
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	56,66667*	2,22985	,005	36,6141	76,7192	
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	63,66667*	,62361	,000	60,2684	67,0649	
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	77,33333*	,72648	,000	73,2121	81,4546	
Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	Diseño Tradicional	-9,33333	8,98765	,968	-96,9537	78,2871	
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	-30,66667	8,97992	,337	-118,5736	57,2403	
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	16,33333	9,26763	,756	-62,7624	95,4291	
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	26,00000	9,23159	,432	-54,0154	106,0154	
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	33,00000	8,97992	,300	-54,9069	120,9069	

	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	46,66667	8,98765	,165	-40,9537	134,2871
Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	Diseño Tradicional	-25,66667*	2,40370	,032	-46,4289	-4,9044
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	-47,00000*	2,37463	,010	-68,5758	-25,4242
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	-16,33333	9,26763	,756	-95,4291	62,7624
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	9,66667	3,19722	,294	-7,7990	27,1324
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	16,66667	2,37463	,085	-4,9091	38,2424
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	30,33333*	2,40370	,022	9,5711	51,0956
Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	Diseño Tradicional	-35,33333*	2,26078	,013	-54,5548	-16,1119
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	-56,66667*	2,22985	,005	-76,7192	-36,6141
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	-26,00000	9,23159	,432	-106,0154	54,0154
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-9,66667	3,19722	,294	-27,1324	7,7990
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	7,00000	2,22985	,370	-13,0526	27,0526
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	20,66667*	2,26078	,043	1,4452	39,8881
Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	Diseño Tradicional	-42,33333*	,72648	,000	-46,4546	-38,2121
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	-63,66667*	,62361	,000	-67,0649	-60,2684
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	-33,00000	8,97992	,300	-120,9069	54,9069
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-16,66667	2,37463	,085	-38,2424	4,9091
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	-7,00000	2,22985	,370	-27,0526	13,0526
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	13,66667*	,72648	,001	9,5454	17,7879
Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	Diseño Tradicional	-56,00000*	,81650	,000	-60,4493	-51,5507
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	-77,33333*	,72648	,000	-81,4546	-73,2121
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	-46,66667	8,98765	,165	-134,2871	40,9537
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-30,33333*	2,40370	,022	-51,0956	-9,5711
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	-20,66667*	2,26078	,043	-39,8881	-1,4452
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	-13,66667*	,72648	,001	-17,7879	-9,5454

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

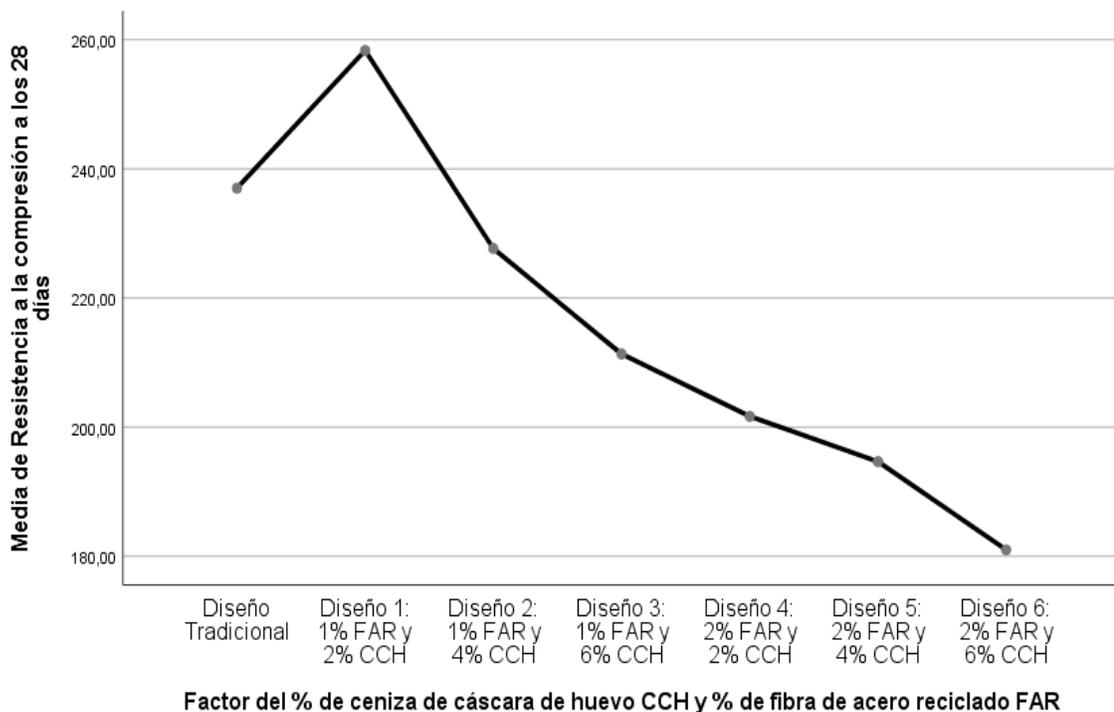
*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados obtenidos en la prueba de T3 de Dunnett; podemos observar que la resistencia a la compresión del diseño 1 es significativamente mayor que el

diseño tradicional, mientras que el diseño tradicional es significativamente mayor que los demás diseños, por lo tanto, concluimos con un nivel de significancia del 5% que a una edad de 28 días de curado, la resistencia a la compresión del concreto al sustituir cemento por el 2% de cascara de huevo e incorporar a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, da significativamente mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Figura 35**

*Gráfico de medias*



*Fuente: Elaboración propia*

Del gráfico de medias se aprecia que; el valor de la compresión del Diseño 1 es mayor que valor promedio del concreto tradicional; asimismo, se logra verificar que este último es mayor que el valor promedio del concreto del Diseño 2.

**Tabla 62**

*Comparativo de promedio de resistencia a la compresión a los 28 días*

Identificación	Promedio Esfuerzo a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
Probeta Cilíndrica Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	258.33
Probeta Cilíndrica Diseño Patrón $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	237.00
Probeta Cilíndrica Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	227.67

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Del comparativo promedio se determina que el valor de la compresión en la probeta cilíndrica del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo en 2% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% en promedio (258.33 kg/cm<sup>2</sup>) es mayor que valor promedio del concreto patrón (237.00 kg/cm<sup>2</sup>), en un 9%; asimismo, se logra verificar que este último es mayor que el valor promedio del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo en 4% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% (227.67 kg/cm<sup>2</sup>), superándolo en 3.94%.

**Respuesta del objetivo específico 2: Tracción diametral**

En las siguientes tablas se muestran los resultados de la tracción diametral de los ensayos en el laboratorio a una edad de 7, 14 y 28 días de curado.

**Tabla 63**

*Resultados de los ensayos a tracción diametral a los 7 días*

Tipo de diseño	Número de días	Esfuerzo a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño patrón $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	7.00	26.1
	7.00	26.2

	7.00	26.2
<b>Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	27.4
	7.00	27.8
	7.00	27.7
<b>Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	23.3
	7.00	23.1
	7.00	23.1
<b>Diseño con 1% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	22.3
	7.00	21.3
	7.00	21.7
<b>Diseño con 2% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	20.2
	7.00	19.8
	7.00	19.9
<b>Diseño con 2% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	20.7
	7.00	20.6
	7.00	20.6
<b>Diseño con 2% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	7.00	19.0
	7.00	18.8
	7.00	18.8

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos a tracción diametral realizados a la edad de 7 días entre los 6 diseños propuestos y el diseño patrón nos indica que; solo las probetas del diseño con 1% F.A.R. y 2% C.C.H  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>; supera al diseño patrón  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> que inicia con un rango promedio de 26 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Tabla 64

*Resultados de los ensayos a tracción diametral a los 14 días*

Tipo de diseño	Número de días	Esfuerzo a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Diseño patrón <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	14.00	29.9
	14.00	30.3

	14.00	30.1
<b>Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	32.6
	14.00	33.0
	14.00	32.3
<b>Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	33.3
	14.00	32.4
	14.00	32.5
<b>Diseño con 1% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	30.8
	14.00	30.7
	14.00	30.6
<b>Diseño con 2% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	30.7
	14.00	29.9
	14.00	29.4
<b>Diseño con 2% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	29.9
	14.00	30.4
	14.00	30.0
<b>Diseño con 2% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	14.00	28.1
	14.00	28.4
	14.00	28.2

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos a tracción diametral realizados a una edad de 14 días entre los 6 diseños propuestos y el diseño patrón nos indica que; solo las probetas de los diseños con 1% F.A.R. y 2% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y con 1% F.A.R. y 4% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; superan al diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con una diferencia significativa.

## Tabla 65

*Resultados de los ensayos a tracción diametral a los 28 días*

Tipo de diseño	Número de días	Esfuerzo a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Diseño patrón <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	34.5
	28.00	34.7
	28.00	34.6

<b>Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	36.8
	28.00	37
	28.00	37
<b>Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	35.7
	28.00	34.9
	28.00	34.4
<b>Diseño con 1% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	32.8
	28.00	33.3
	28.00	32.9
<b>Diseño con 2% F.A.R y 2% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	32.8
	28.00	32.7
	28.00	32.7
<b>Diseño con 2% F.A.R y 4% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	31.5
	28.00	31.4
	28.00	31.4
<b>Diseño con 2% F.A.R y 6% C.C.H <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	28.00	30.1
	28.00	29.9
	28.00	30.0

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos a tracción diametral realizados a una edad de 28 días entre los 6 diseños propuestos y el diseño patrón nos indica que; solo las probetas de los diseños con 1% F.A.R. y 2% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y con 1% F.A.R. y 4% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; superan al diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con una diferencia significativa.

## Cálculo estadístico

**Prueba del supuesto de Normalidad para la Tracción diametral a los 7, 14 y 28 días de curado:**

Planteamiento de la hipótesis:

$H_0$ : los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

**Tabla 66**

*Pruebas de normalidad*

<b>Pruebas de normalidad</b>							
	Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tracción diametral a los 7 días	Diseño Tradicional	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,292	3	.	,923	3	,463
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,219	3	.	,987	3	,780
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	,219	3	.	,987	3	,780
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,292	3	.	,923	3	,463
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	,219	3	.	,987	3	,780
Tracción diametral a los 14 días	Diseño Tradicional	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,204	3	.	,993	3	,843
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,349	3	.	,832	3	,194
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,227	3	.	,983	3	,747
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,314	3	.	,893	3	,363
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
Tracción diametral a los 28 días	Diseño Tradicional	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,219	3	.	,987	3	,780
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,227	3	.	,983	3	,747
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	,314	3	.	,893	3	,363
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig.) de 1.000, 0.843, 0.194, 0.747, 0.363, 0.637 y 0.780 que corresponde para cada diseño son mayores al valor asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño a las edades de 7, 14 y 28 días siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

**Prueba del supuesto de Homogeneidad para la Tracción diametral a los 7, 14 y 28 días de curado:**

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

**Tabla 67**

*Prueba de homogeneidad de varianzas*

		<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>			
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Tracción diametral a los 7 días	Se basa en la media	2,634	6	14	,063
	Se basa en la mediana	1,301	6	14	,319
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,301	6	4,968	,396
	Se basa en la media recortada	2,535	6	14	,071
Tracción diametral a los 14 días	Se basa en la media	2,285	6	14	,095
	Se basa en la mediana	,740	6	14	,626

	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,740	6	6,518	,636
	Se basa en la media recortada	2,147	6	14	,112
Tracción diametral a los 28 días	Se basa en la media	3,818	6	14	,018
	Se basa en la mediana	1,817	6	14	,168
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,817	6	3,511	,311
	Se basa en la media recortada	3,668	6	14	,021

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que para las edades de 7 y 14 días de curado los valores de significancia (sig) de 0.063 y 0.095 son mayores a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños, mientras que para los 28 días de curado el valor de significancia (sig) de 0.018 es menor a 0.05, por lo tanto en este caso si rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que no existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor

**Prueba de ANOVA de un factor para la tracción diametral a los 7, 14 y 28 días de curado**

**Tabla 68**

*Prueba de ANOVA*

<b>ANOVA</b>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.

Tracción diametral a los 7 días	Entre grupos	191,433	6	31,906	582,623	,000
	Dentro de grupos	,767	14	,055		
	Total	192,200	20			
Tracción diametral a los 14 días	Entre grupos	45,431	6	7,572	56,387	,000
	Dentro de grupos	1,880	14	,134		
	Total	47,311	20			
Tracción diametral a los 28 días	Entre grupos	97,546	6	16,258	207,860	,000
	Dentro de grupos	1,095	14	,078		
	Total	98,641	20			

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador para todas las edades, debido a que los valores de sig. de la prueba entre grupos o diseños son iguales a 0.000 y es menor al valor de significancia asumido de 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre las medias de las tracciones diametrales entre el diseño tradicional y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas para las edades de 7 y 14 días de curado, se aplicará la prueba post hoc de Tukey y para la edad de 28 días se aplicará la prueba de T3 de Dunnett para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia a la compresión.

**Prueba de post hoc de Tukey de la tracción diametral a una edad de 7 días de curado.**

**Tabla 69**

*Prueba de post hoc de Tukey de la tracción diametral a los 7 días*

<b>Tracción diametral a los 7 días</b>								
HSD Tukey <sup>a</sup>								
Subconjunto para alfa = 0.05								
Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	N	1	2	3	4	5	6	7
Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	3	18,8667						
Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	3		19,9667					
Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	3			20,6333				
Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	3				21,7667			
Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	3					23,1667		
Diseño Tradicional	3						26,1667	
Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	3							27,6333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

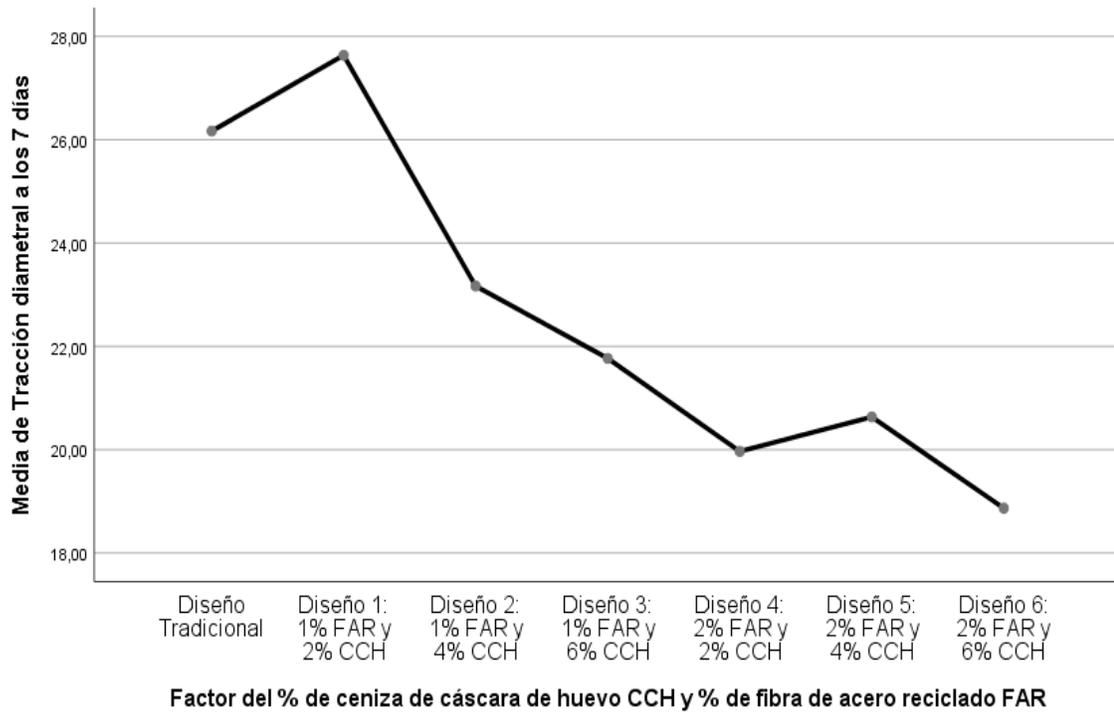
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey; podemos observar que, la tracción diametral del diseño 1 es significativamente mayor que el diseño tradicional, mientras que el diseño tradicional es significativamente mayor que los demás diseños, por lo tanto, concluimos con un nivel de significancia del 5% que a una edad de 7 días de curado, la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por el 2% de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, da significativamente mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

**Figura 36**

Gráfico de medias



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** El gráfico de medias nos muestra que, la tracción diametral del diseño 1 es significativamente mayor que el diseño tradicional, mientras que el diseño tradicional es significativamente mayor que los diseños restantes.

**Prueba de post hoc de Tukey de la resistencia a la tracción diametral a una edad de 14 días de curado.**

**Tabla 70**

*Prueba de hoc de Tukey tracción diametral a los 14 días*

---

<b>Tracción diametral a los 14 días</b>	
HSD Tukey <sup>a</sup>	
N	Subconjunto para alfa = 0.05

---

Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR		1	2	3
Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	3	28,2333		
Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	3		30,0000	
Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	3		30,1000	
Diseño Tradicional	3		30,1000	
Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	3		30,7000	
Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	3			32,6333
Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	3			32,7333
Sig.		1,000	,292	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

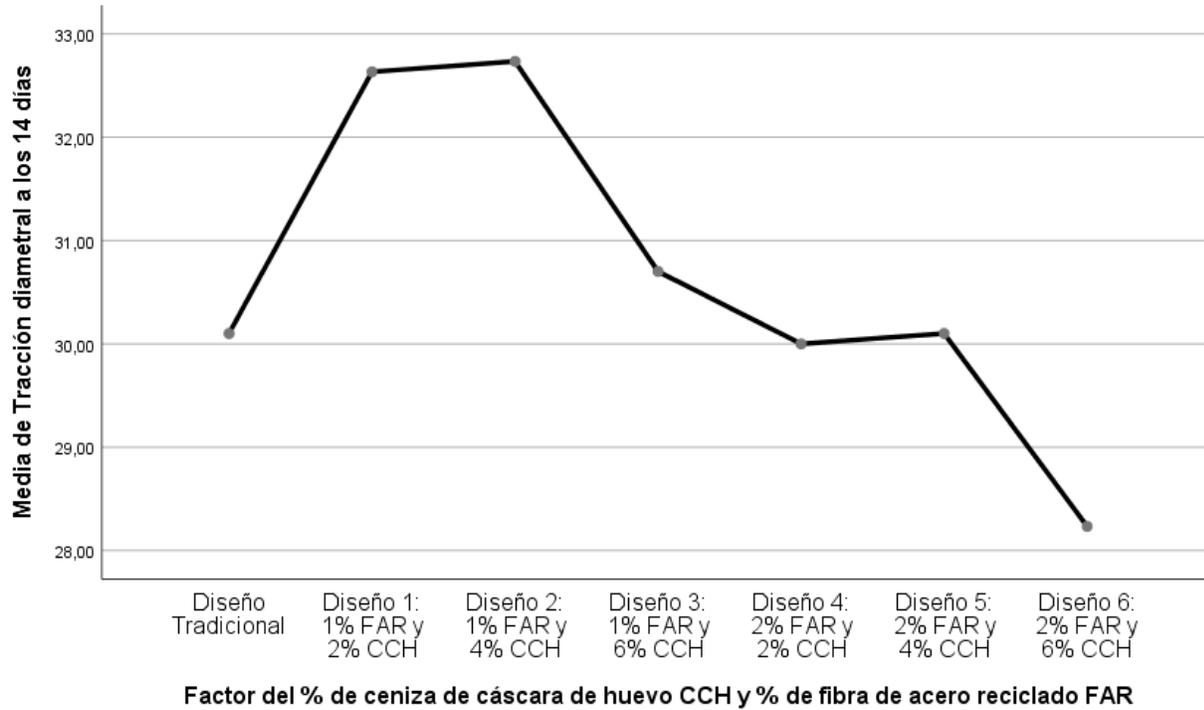
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey; concluimos con un nivel de significancia del 5% que, a una edad de 14 días de curado, la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por el 2% de cascara de huevo y adicionar a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, como también con el 4% de cascara de huevo y 1% de fibra de acero reciclado, dan significativamente mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Sin embargo; entre el diseño 1 y 2 no hay mayores diferencias significativas. Asimismo; solo el diseño 6 resulta levemente desfavorable pues, se encuentra en otro grupo.

### Figura 37

*Gráfico de medias*



*Figura: Elaboración propia*

**Interpretación:** Del grafico de medias; podemos observar que, la tracción diametral del diseño 1 y 2 son significativamente mayor que el diseño tradicional, mientras que el diseño tradicional es significativamente mayor sólo con el diseño 6 y con los demás diseños no existe diferencias significativas.

**Prueba de post hoc de T3 de Dunnett de la tracción diametral a una edad de 28 días de curado.**

**Tabla 71**

*Prueba de post hoc de t3 de Dunnet comparaciones múltiples*

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Tracción diametral a los 28 días

T3 Dunnett

(I) Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR		(J) Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
Diseño Tradicional	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH			-2,33333*	,09280	,000	-2,8542	-1,8125
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH			-,40000	,38297	,968	-3,9738	3,1738
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH			1,60000*	,16330	,027	,3628	2,8372
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH			1,86667*	,07265	,000	1,4545	2,2788
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH			3,16667*	,07265	,000	2,7545	3,5788
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH			4,60000*	,08165	,000	4,1551	5,0449
Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	Diseño Tradicional			2,33333*	,09280	,000	1,8125	2,8542
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH			1,93333	,38550	,163	-1,5612	5,4279
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH			3,93333*	,16915	,002	2,7703	5,0963
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH			4,20000*	,08498	,000	3,6758	4,7242
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH			5,50000*	,08498	,000	4,9758	6,0242
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH			6,93333*	,09280	,000	6,4125	7,4542
Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	Diseño Tradicional			-,40000	,38297	,968	-3,1738	3,9738
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH			-1,93333	,38550	,163	-5,4279	1,5612
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH			2,00000	,40825	,133	-1,0132	5,0132
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH			2,26667	,38115	,125	-1,3683	5,9017
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH			3,56667	,38115	,052	-,0683	7,2017
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH			5,00000*	,38297	,025	1,4262	8,5738
Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	Diseño Tradicional			-1,60000*	,16330	,027	-2,8372	-,3628
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH			-3,93333*	,16915	,002	-5,0963	-2,7703
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH			-2,00000	,40825	,133	-5,0132	1,0132
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH			-,26667	,15899	,788	-1,0530	1,5864
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH			1,56667*	,15899	,034	,2470	2,8864
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH			3,00000*	,16330	,006	1,7628	4,2372
Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	Diseño Tradicional			-1,86667*	,07265	,000	-2,2788	-1,4545
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH			-4,20000*	,08498	,000	-4,7242	-3,6758

	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	-2,26667	,38115	,125	-5,9017	1,3683
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-,26667	,15899	,788	-1,5864	1,0530
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	1,30000*	,06236	,000	,9602	1,6398
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	2,73333*	,07265	,000	2,3212	3,1455
Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	Diseño Tradicional	-3,16667*	,07265	,000	-3,5788	-2,7545
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	-5,50000*	,08498	,000	-6,0242	-4,9758
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	-3,56667	,38115	,052	-7,2017	,0683
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-1,56667*	,15899	,034	-2,8864	-,2470
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	-1,30000*	,06236	,000	-1,6398	-,9602
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	1,43333*	,07265	,001	1,0212	1,8455
Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	Diseño Tradicional	-4,60000*	,08165	,000	-5,0449	-4,1551
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	-6,93333*	,09280	,000	-7,4542	-6,4125
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	-5,00000*	,38297	,025	-8,5738	-1,4262
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-3,00000*	,16330	,006	-4,2372	-1,7628
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	-2,73333*	,07265	,000	-3,1455	-2,3212
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	-1,43333*	,07265	,001	-1,8455	-1,0212

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados obtenidos en la prueba de T3 de Dunnett; podemos observar que, la tracción diametral del diseño 1 es significativamente mayor que el diseño tradicional, mientras que entre los diseños 2 y tradicional no existen diferencias significativas; sin embargo, la tracción diametral del diseño tradicional es significativamente mayor que los demás diseños. Por lo tanto, concluimos con un nivel de significancia del 5% que, a una edad de 28 días de curado, la tracción diametral del concreto al suplir cemento por el 2% de cascara de huevo y adicionar a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, da significativamente mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

### Figura 38

Gráfico de medias

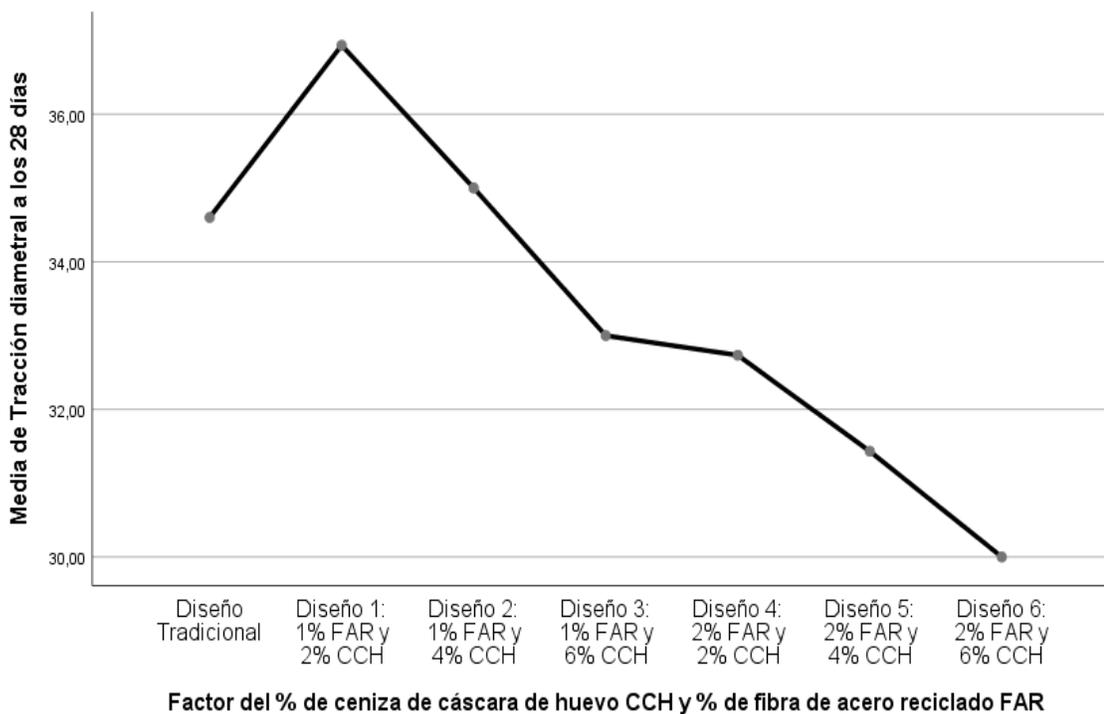


Figura: Elaboración propia

**Interpretación:** Del gráfico de medias; se aprecia que el valor de la tracción diametral del concreto en el Diseño 1 y el Diseño 2 son mayores que el valor promedio del Diseño Tradicional. Asimismo, el Diseño 1 es el que mayor promedio significativo tiene.

**Tabla 72**

*Comparativo de promedio de tracción diametral a los 28 días*

Identificación	Promedio tracción diametral (kg/cm <sup>2</sup> )
Probeta Cilíndrica Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	36.93
Probeta Cilíndrica Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	35.00
Probeta Cilíndrica Diseño Patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	34.60

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** Del comparativo promedio se determina qué; el valor de la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo en 2% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% en promedio ( $36.93 \text{ kg/cm}^2$ ) es mayor que valor promedio del concreto patrón ( $34.60 \text{ kg/cm}^2$ ), en un 6.73%. De igual forma; se logra verificar que el valor promedio del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo en 4% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% ( $35.00 \text{ kg/cm}^2$ ), es mayor que el obtenido con el concreto patrón, superándolo en 1.16%.

### Objetivo específico 3

Realizar ensayos de resistencia a la flexión de las vigas de concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, y del concreto tradicional de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

### Respuesta del objetivo 3:

En las siguientes tablas se muestran los resultados de la resistencia a la flexión de los ensayos en el laboratorio a una edad de 7, 14 y 28 días de curado.

### Tabla 73

*Resultados de los ensayos a la flexión a los 7 días*

Identificación	Edad (días)	Módulo de rotura ( $\text{kg/cm}^2$ )
Viga Diseño Patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7.00	19.00
	7.00	19.00
	7.00	19.00
Viga Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7.00	21.00

	7.00	21.00
	7.00	21.00
Viga Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7.00	17.00
	7.00	18.00
	7.00	17.00
Viga Diseño con 1% F.A.R y 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7.00	16.00
	7.00	16.00
	7.00	17.00
Viga Diseño con 2% F.A.R y 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7.00	14.00
	7.00	15.00
	7.00	15.00
Viga Diseño con 2% F.A.R y 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7.00	13.00
	7.00	14.00
	7.00	14.00
Viga Diseño con 2% F.A.R y 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7.00	13.00
	7.00	13.00
	7.00	13.00

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos a la flexión realizados a la edad de 7 días entre los 6 diseños propuestos y el diseño patrón nos indica que; solo las vigas del diseño con 1% F.A.R. y 2% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  supera a las vigas del diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

#### Tabla 74

*Resultados de los ensayos a la flexión a los 14 días*

Identificación	Edad (días)	Módulo de rotura ( $\text{kg/cm}^2$ )
Viga Diseño Patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14.00	24.00
	14.00	25.00
	14.00	24.00
Viga Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14.00	25.00
	14.00	26.00
	14.00	26.00

Viga Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14.00	23.00
	14.00	23.00
	14.00	23.00
Viga Diseño con 1% F.A.R y 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14.00	21.00
	14.00	22.00
	14.00	22.00
Viga Diseño con 2% F.A.R y 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14.00	20.00
	14.00	19.00
	14.00	19.00
Viga Diseño con 2% F.A.R y 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14.00	18.00
	14.00	18.00
	14.00	18.00
Viga Diseño con 2% F.A.R y 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14.00	17.00
	14.00	18.00
	14.00	17.00

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos a la flexión realizados a una edad de 14 días entre los 6 diseños propuestos y el diseño patrón nos indica que; solo las vigas del diseño con 1% F.A.R. y 2% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  supera a las vigas del diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

## Tabla 75

*Resultados de los ensayos a la flexión a los 28 días*

Identificación	Edad (días)	Módulo de rotura ( $\text{kg/cm}^2$ )
Viga Diseño Patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28.00	37.00
	28.00	38.00
	28.00	37.00
Viga Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28.00	39.00
	28.00	38.00
	28.00	39.00
Viga Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28.00	36.00
	28.00	36.00

	28.00	36.00
Viga Diseño con 1% F.A.R y 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28.00	34.00
	28.00	33.00
	28.00	34.00
Viga Diseño con 2% F.A.R y 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28.00	31.00
	28.00	31.00
	28.00	31.00
Viga Diseño con 2% F.A.R y 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28.00	28.00
	28.00	29.00
	28.00	28.00
Viga Diseño con 2% F.A.R y 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28.00	27.00
	28.00	27.00
	28.00	27.00

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos a la flexión realizados a una edad de 28 días entre los 6 diseños propuestos y el diseño patrón nos indica que; solo las vigas del diseño con 1% F.A.R. y 2% C.C.H  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  supera a las vigas del diseño patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Planteamiento de la Hipótesis específica 3

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo (CCH) y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado (FAR), no da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\mu R_{f1} = \mu R_{f2} = \mu R_{f3} = \mu R_{f4} = \mu R_{f5} = \mu R_{f6} = \mu R_{f\_tradicional}$$

**Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):** La resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo (CCH) y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado (FAR), da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\text{Existe al menos un } i / \mu R_{fi} \neq \mu R_{f\_tradicional}$$

Donde  $\mu_{Rfi}$ , es la media de la resistencia a la flexión del diseño  $i$ .

## **Cálculo estadístico**

### **Estadístico de Prueba**

Dado que la variable respuesta de resistencia a la flexión es cuantitativa; además existe una variable independiente llamado factor con seis niveles de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es si existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta; entonces estamos hablando de un diseño de análisis de varianza de un factor ANOVA. Por consiguiente, para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba de rango post hoc de Tukey para cotejar cuál de los diseños es la que mejor efecto tiene en comparación con el diseño tradicional. Esta prueba se realizará independientemente en las tres edades de curado del concreto que son de 7, 14 y 28 días.

### **Requisitos para el ANOVA**

Se debe probar los supuestos de Normalidad en la variable dependiente mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) en la variable independiente mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicará la prueba T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey

## Prueba del supuesto de Normalidad para la Resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28

### días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

**Tabla 76**

### *Pruebas de normalidad*

Pruebas de normalidad							
	Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión a los 7 días	Diseño Tradicional	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
Resistencia a la flexión a los 14 días	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño Tradicional	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño Tradicional	,253	3	.	,964	3	,637

Resistencia a la flexión a los 28 días	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,253	3	.	,964	3	,637
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) de 1.000 y 0.637 que corresponde para cada diseño son mayores al valor asumido de 0.05, por lo tanto, según la regla no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño a las edades de 7, 14 y 28 días siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

### **Prueba del supuesto de Homogeneidad para la Resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días de curado:**

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

### **Tabla 77**

#### *Prueba de homogeneidad*

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>				
	Estadístico de			
	Levene	gl1	gl2	Sig.

Resistencia a la flexión a los 7 días	Se basa en la media	,405	6	14	,864
	Se basa en la mediana	,133	6	14	,990
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,133	6	11,538	,989
	Se basa en la media recortada	,383	6	14	,878
Resistencia a la flexión a los 14 días	Se basa en la media	,321	6	14	,915
	Se basa en la mediana	,098	6	14	,995
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,098	6	12,298	,995
	Se basa en la media recortada	,302	6	14	,926
Resistencia a la flexión a los 28 días	Se basa en la media	,405	6	14	,864
	Se basa en la mediana	,133	6	14	,990
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,133	6	11,538	,989
	Se basa en la media recortada	,383	6	14	,878

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que, para las edades de 7, 14 y 28 días de curado los valores de significancia (sig.) de 0.864, 0.915 y 0.864 respectivamente son mayores a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor

**Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días de curado**

**Tabla 78**

Prueba de ANOVA

ANOVA						
		Suma de				
		cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a la flexión a los 7 días	Entre grupos	152,476	6	25,413	57,694	,000
	Dentro de grupos	6,167	14	,440		
	Total	158,643	20			
Resistencia a la flexión a los 14 días	Entre grupos	185,333	6	30,889	63,285	,000
	Dentro de grupos	6,833	14	,488		
	Total	192,167	20			
Resistencia a la flexión a los 28 días	Entre grupos	365,905	6	60,984	138,450	,000
	Dentro de grupos	6,167	14	,440		
	Total	372,071	20			

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador ( La resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo (CCH) y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado (FAR), da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  ) para todas las edades; esto debido a que los valores de sig. de la prueba entre grupos o diseños son iguales a 0.000 y es menor al valor de significancia asumido de 0.05. Ello nos muestra que sí existe diferencias significativas entre las medias de las resistencias a la flexión entre el diseño tradicional y al menos uno de los diseños experimentales; ahora debido a que, sí existe igualdad de varianzas para las edades de 7, 14 y 28 días de curado, se aplicará la prueba post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia a la flexión.

**Prueba de post hoc de Tukey de la resistencia a la flexión a una edad de 7 días de curado.**

**Tabla 79**

*Prueba de post hoc de Tukey resistencia a la flexión a los 7 días*

<b>Resistencia a la flexión a los 7 días</b>						
HSD Tukey <sup>a</sup>						
Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	3	13,0000				
Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	3	13,6667				
Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	3	14,6667	14,6667			
Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	3		16,3333	16,3333		
Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	3			17,3333	17,3333	
Diseño Tradicional	3				19,0000	
Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	3					21,0000
Sig.		,091	,091	,542	,091	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

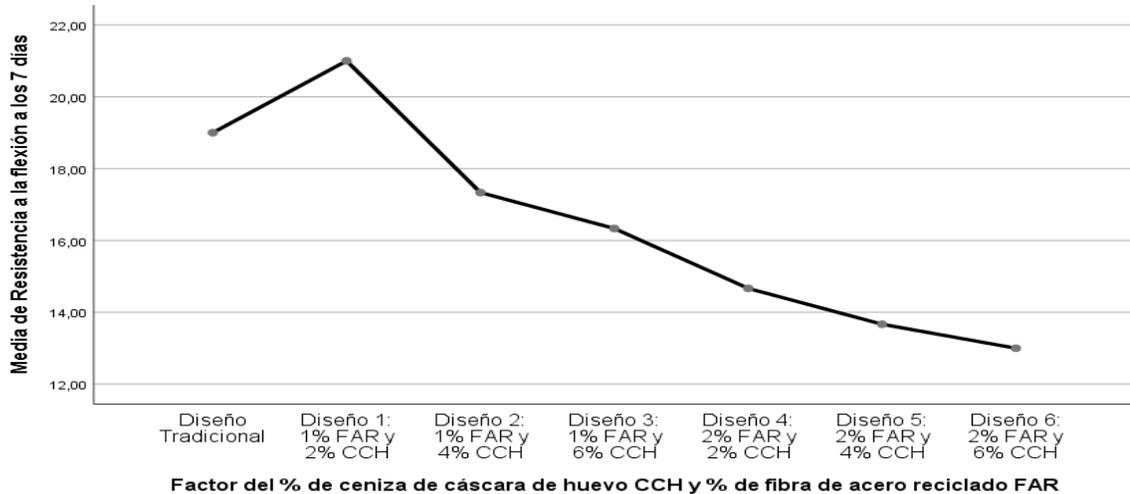
*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados obtenidos en la prueba de Tuckey; concluimos que con un nivel de significancia del 5% y a una edad de 7 días de curado, la resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por el 2% de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla el 1% de

fibra de acero reciclado, da significativamente mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

**Figura 39**

*Gráfico de medias*



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Del gráfico de medias; podemos observar que, la resistencia a la flexión del diseño 1 es significativamente mayor que el diseño tradicional, mientras que entre los diseños 2 y tradicional no existen diferencias significativas. Sin embargo, la resistencia a la flexión del diseño tradicional es significativamente mayor que los demás diseños.

**Prueba de post hoc de Tukey de la resistencia a la flexión a una edad de 14 días de curado.**

**Tabla 80**

*Prueba de post hoc de Tukey resistencia a la flexión a los 14 días*

---

**Resistencia a la flexión a los 14 días**

---

HSD Tukey<sup>a</sup>

Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	3	17,3333				
Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	3	18,0000	18,0000			
Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	3		19,3333			
Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	3			21,6667		
Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	3			23,0000	23,0000	
Diseño Tradicional	3				24,3333	24,3333
Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	3					25,6667
Sig.		,895	,293	,293	,293	,293

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

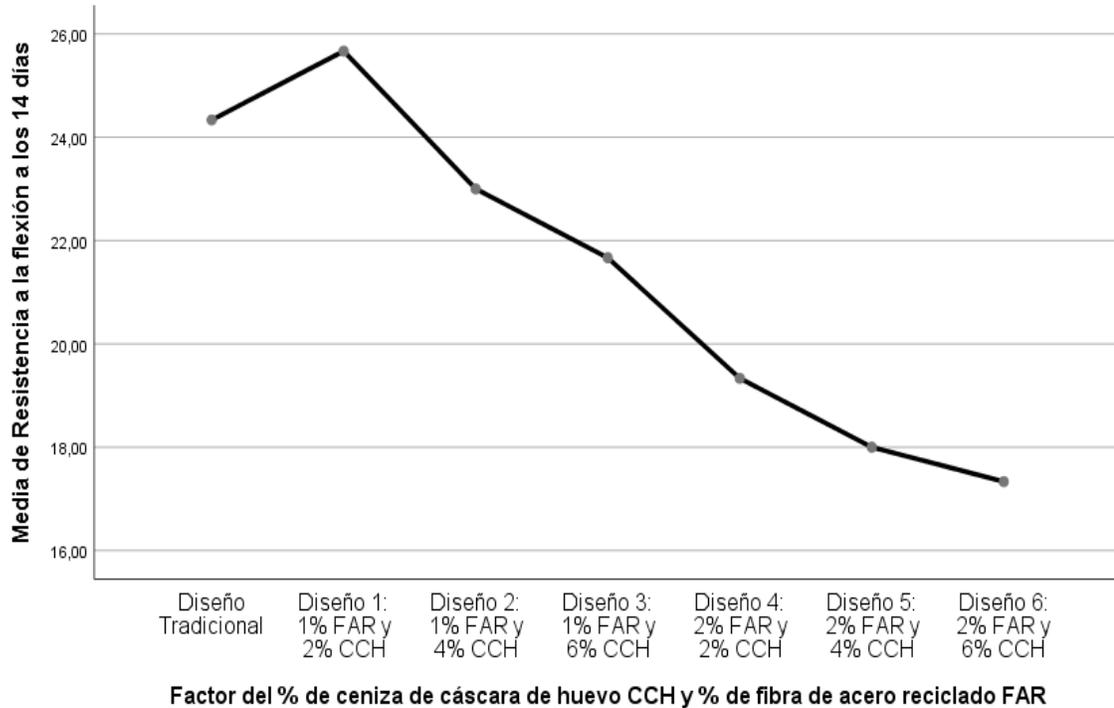
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey; concluimos que con un nivel de significancia del 5% y a una edad de 14 días de curado, la resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por el 2% de cascara de huevo y adicionar a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, dan igual resultado con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo; solo el diseño 4 y 5 se alejan del Diseño Patrón por encontrarse en otro grupo.

## Figura 40

*Gráfico de medias*



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Del gráfico de medias; podemos observar que, la resistencia a la flexión entre diseño 1 y tradicional no existen diferencias significativas, pero ambos diseños son significativamente mayores que los demás.

**Prueba de post hoc de Tukey de la resistencia a la flexión a una edad de 28 días de curado.**

**Tabla 81**

*Prueba de post hoc de tukey resistencia a la flexión a los 28 días*

Resistencia a la flexión a los 28 días						
HSD Tukey <sup>a</sup>						
Factor del % de ceniza de cáscara de huevo CCH y % de fibra de acero reciclado FAR	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5

Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	3	27,0000				
Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	3	28,3333				
Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	3	31,0000				
Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	3	33,6667				
Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	3	36,0000				
Diseño Tradicional	3	37,3333	37,3333			
Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	3	38,6667				
Sig.		,245	1,000	1,000	,245	,245

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

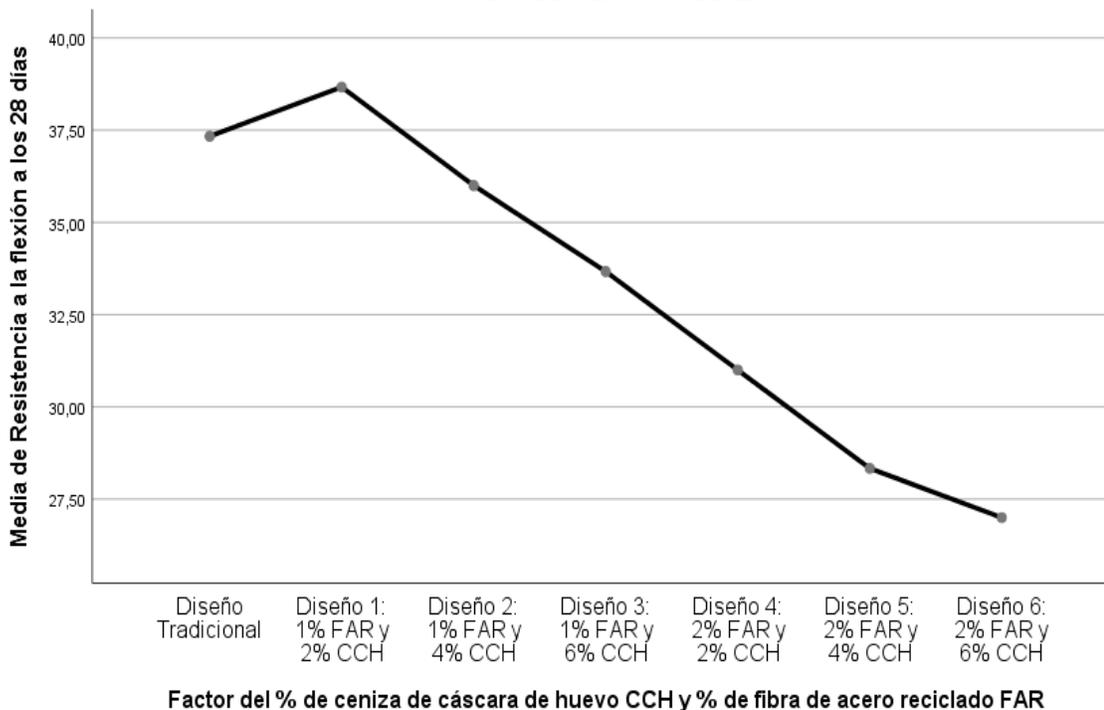
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados obtenidos en la prueba de Tukey; concluimos que con un nivel de significancia del 5% y a una edad de 28 días de curado, la resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por el 2% de cascara de huevo y adicionar a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, dan igual resultado con respecto a la del concreto tradicional de resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

## Figura 41

*Gráfico de medias*



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Del gráfico de medias; podemos observar que, la resistencia a la flexión entre diseño 1 y tradicional no existen diferencias significativas, pero ambos diseños son significativamente mayores que los demás.

## Tabla 82

Comparativo de promedio de módulos de rotura a la flexión a los 28 días

Identificación	Promedio Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
Viga Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	38.67
Viga Diseño Patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	37.33
Viga Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	36.00

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Del comparativo promedio se determina que el valor de la flexión del concreto al reemplazar cemento por cenizas de cáscara de huevo en 2% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% en promedio (38.67 kg/cm<sup>2</sup>) es mayor que valor promedio del concreto patrón (37.33 kg/cm<sup>2</sup>), en un 3.59% ; asimismo, se logra verificar que este último es mayor que el valor promedio del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo en 4% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% (36.00 kg/cm<sup>2</sup>), superándolo en 3.56%.

#### Objetivo específico 4

Evaluar el comparativo de la trabajabilidad de un concreto tradicional de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup> y un concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado.

#### Respuesta del objetivo 4

Datos obtenidos en el ensayo de pérdida de trabajabilidad para el **concreto patrón**:

**Tabla 83**

*Pérdida de trabajabilidad para el concreto patrón*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
DISEÑO PATRON	8:20 AM	26,9°	4 "
DISEÑO PATRON	8:50 AM	27,6°	3 1/2"
DISEÑO PATRON	9:20 AM	27,9°	2 1/2"
DISEÑO PATRON	9:50 AM	28,3°	1 1/2"
DISEÑO PATRON	10:20 AM	28,5°	1"

DISEÑO PATRON 10:50 AM 28,8° 1/2"

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos efectuados en el Diseño Patrón para verificar la pérdida de la trabajabilidad en el concreto nos muestran que; inicia con una adecuada trabajabilidad de 4", existiendo una pérdida de asentamiento promedio en un rango de ½" a 1" cada 30 minutos.

#### Tabla 84

*Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 1% F.A.R y 2% C.C.H*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	9:35 AM	26,4°	4 1/2 "
D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	10:05 AM	27,2°	4"
D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	10:35 AM	27,7°	3 1/2"
D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	11:05 AM	28,5°	2 1/2"
D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	11:35 AM	28,7°	1 1/2 "
D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	12:05 PM	28,8°	1/2"

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos efectuados para el concreto con adición del 1% F.A.R y sustitución del 2% C.C.H para verificar la pérdida de la trabajabilidad en intervalos de 30 minutos; demuestran que el diseño cuenta con un slump inicial adecuado de 4 1/2 "disminuyendo en un rango de ½" a 1" manteniendo así el tiempo de trabajabilidad viable hasta 1:30 minutos después de su colocación inicial.

Datos obtenidos en el ensayo de pérdida de trabajabilidad para el **concreto con 1%**

**F.A.R y 4% C.C.H:**

**Tabla 85**

*Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 1% F.A.R y 4% C.C.H*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	9:50 AM	26,6°	5"
D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	10:20 AM	27,2°	4 1/2"
D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	10:50 AM	27,7°	3 1/2"
D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	11:20 AM	28,1°	2 1/2"
D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	11:50 AM	28,6°	1"
D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	12:20 PM	28,9°	1/2"

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos efectuados para el concreto con adición del 1% F.A.R y sustitución del 4% C.C.H para verificar la pérdida de la trabajabilidad en intervalos de 30 minutos; demuestran que el diseño cuenta con un slump inicial adecuado de 5" disminuyendo en un rango de 1/2" a 1" manteniendo así el tiempo de trabajabilidad viable hasta 1:30 minutos después de su colocación inicial.

Datos obtenidos en el ensayo de pérdida de trabajabilidad para el **concreto con 1% F.A.R y 6% C.C.H:**

**Tabla 86**

*Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 1% F.A.R y 6% C.C.H*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	10:20 AM	26,5°	5 1/2 "

D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	10:50 AM	27,8°	4"
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	11:20 AM	28,5°	3 1/2"
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	11:50 AM	28,8°	2 1/2"
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	12:20 PM	28,9°	1 1/2"
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	12:50 PM	29,2°	1/2"

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos efectuados para el concreto con adición del 1% F.A.R y sustitución del 6% C.C.H para verificar la pérdida de la trabajabilidad en intervalos de 30 minutos; demuestran que el diseño cuenta con un slump inicial fluido de 5 1/2 “disminuyendo en un rango de 1/2” a 1” manteniendo así el tiempo de trabajabilidad viable hasta 1:30 minutos después de su colocación inicial.

Datos obtenidos en el ensayo de pérdida de trabajabilidad para el **concreto con 2% F.A.R y 2% C.C.H:**

### Tabla 87

*Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 2% F.A.R y 2% C.C.H*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	10:35 AM	26,1°	5 "
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	11:05 AM	27,6°	4 1/2"
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	11:35 AM	27,9°	3"
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	12:05 PM	28,4°	2 1/2"
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	12:35 PM	28,7°	1 1/2 "

D. 2% F.A.R - 2% C.C.H    1:05 PM    28,9°    1/2"

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos efectuados para el concreto con adición del 2% F.A.R y sustitución del 2% C.C.H para verificar la pérdida de la trabajabilidad en intervalos de 30 minutos; demuestran que el diseño cuenta con un slump inicial adecuado de 5" disminuyendo en un rango de 1/2" a 1" manteniendo así el tiempo de trabajabilidad viable hasta 1:30 minutos después de su colocación inicial.

Datos obtenidos en el ensayo de pérdida de trabajabilidad para el **concreto con 2% F.A.R y 4% C.C.H:**

**Tabla 88**

*Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 2% F.A.R y 4% C.C.H*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	10:50 AM	26,3°	5 1/2"
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	11:20 AM	27,4°	4 "
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	11:50 AM	27,7°	3 1/2"
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	12:20 PM	28,2°	2"
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	12:50 PM	28,7°	1"
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	1:20 PM	28,8°	1/2"

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos efectuados para el concreto con adición del 2% F.A.R y sustitución del 4% C.C.H para verificar la pérdida de la trabajabilidad en intervalos de 30

minutos; demuestran que el diseño cuenta con un slump inicial fluido de 5 ½ “disminuyendo en un rango de ½” a 1 ½” manteniendo así el tiempo de trabajabilidad viable hasta 1:30 minutos después de su colocación inicial.

Datos obtenidos en el ensayo de pérdida de trabajabilidad para el **concreto con 2%**

### **F.A.R y 6% C.C.H**

#### **Tabla 89**

*Pérdida de trabajabilidad para el concreto con 2% F.A.R y 6% C.C.H*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	11:05 AM	26,8°	6 "
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	11:35 AM	27,7°	5"
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	12:05 PM	28,5°	4"
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	12:35 PM	28,5°	3"
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	1:05 PM	28,8°	1 1/2"
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	1:35 PM	29,4°	1/2"

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Los ensayos efectuados para el concreto con adición del 2% F.A.R y sustitución del 6% C.C.H para verificar la pérdida de la trabajabilidad en intervalos de 30 minutos; demuestran que el diseño cuenta con un slump inicial fluido de 6 “disminuyendo en un rango de 1” manteniendo así el tiempo de trabajabilidad viable hasta 1:30 minutos después de su colocación inicial. Este diseño comparado con el Diseño Patrón que inicia con un slump de 4” es el que mejores resultados tiene ,ya que cuenta con una disminución de trabajabilidad consecutiva.

## Planteamiento de la Hipótesis específica 4

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La trabajabilidad del concreto al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo (CCH) y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado (FAR), no es más eficiente que la de un concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\mu_{\text{Trab1}} = \mu_{\text{Trab2}} = \mu_{\text{Trab3}} = \mu_{\text{Trab4}} = \mu_{\text{Trab5}} = \mu_{\text{Trab6}} = \mu_{\text{Trab\_tradicional}}$$

**Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):** La trabajabilidad del concreto al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo (CCH) y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado (FAR), es más eficiente que la de un concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_{\text{Trabi}} \neq \mu_{\text{Trab\_tradicional}}$$

Donde  $\mu_{\text{Trabi}}$ , es la media de trabajabilidad del diseño  $i$ .

### Cálculos estadísticos:

#### Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta es cuantitativa, además existe dos variables independientes según el tipo de diseño y el tiempo llamados factores de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es si existe un efecto significativo de los factores sobre la variable respuesta trabajabilidad; entonces estamos hablando de un diseño de análisis de varianza de dos factores. Por consiguiente, para probar la hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de dos factores y la prueba de rango post hoc de Bonferroni para determinar cuál es el diseño que mejor efecto tiene sobre la trabajabilidad.

### Prueba de ANOVA de dos factores para la trabajabilidad

#### Tabla 90

*Pruebas de efectos inter - sujetos*

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: TRABAJABILIDAD SLUMP

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	228,060 <sup>a</sup>	41	5,562	278,121	,000	,996
Intersección	657,440	1	657,440	32872,024	,000	,999
VAR_DISEÑO	8,476	6	1,413	70,635	,000	,910
VAR_TIEMPO	213,488	5	42,698	2134,881	,000	,996
VAR_DISEÑO * VAR_TIEMPO	6,095	30	,203	10,159	,000	,879
Error	,840	42	,020			
Total	886,340	84				
Total corregido	228,900	83				

a. R al cuadrado = ,996 (R al cuadrado ajustada = ,993)

*Fuente: elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados podemos observar que el valor sig. para el modelo es igual a 0,000 y menor a 0.05 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador (La trabajabilidad del concreto al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo (CCH) y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado (FAR), es más eficiente que la de un concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ). Esto indica que existe alguna diferencia significativa en la trabajabilidad; de la misma manera podemos observar que existe un efecto significativo por la interacción de los dos factores e individualmente debido a que sus valores sigs. de la prueba son menores a 0.05. Ahora; con la prueba post hoc de Bonferroni veremos en donde existen estas diferencias significativas.

**Prueba Post Hoc de Bonferroni**

## Efecto de los tratamientos

**Tabla 91**

### Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: TRABAJABILIDAD SLUMP						
(I) FACTORES O TRATAMIENTOS	(J) FACTORES O TRATAMIENTOS	Bonferroni			Intervalo de confianza al 95%	
		Diferencia de medias (I- J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Diseño Tradicional	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	-,5833*	,05774	,000	-,7700	-,3966
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	-,6667*	,05774	,000	-,8534	-,4800
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-,7500*	,05774	,000	-,9367	-,5633
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	-,6667*	,05774	,000	-,8534	-,4800
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	-,5833*	,05774	,000	-,7700	-,3966
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	-1,1667*	,05774	,000	-1,3534	-,9800
Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	Diseño Tradicional	,5833*	,05774	,000	,3966	,7700
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	-,0833	,05774	1,000	-,2700	,1034
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-,1667	,05774	,129	-,3534	,0200
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	-,0833	,05774	1,000	-,2700	,1034
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,0000	,05774	1,000	-,1867	,1867
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	-,5833*	,05774	,000	-,7700	-,3966
Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	Diseño Tradicional	,6667*	,05774	,000	,4800	,8534
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,0833	,05774	1,000	-,1034	,2700
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-,0833	,05774	1,000	-,2700	,1034
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,0000	,05774	1,000	-,1867	,1867

	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,0833	,05774	1,000	-,1034	,2700
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	-,5000*	,05774	,000	-,6867	-,3133
Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	Diseño Tradicional	,7500*	,05774	,000	,5633	,9367
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,1667	,05774	,129	-,0200	,3534
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,0833	,05774	1,000	-,1034	,2700
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,0833	,05774	1,000	-,1034	,2700
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,1667	,05774	,129	-,0200	,3534
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	-,4167*	,05774	,000	-,6034	-,2300
Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	Diseño Tradicional	,6667*	,05774	,000	,4800	,8534
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,0833	,05774	1,000	-,1034	,2700
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,0000	,05774	1,000	-,1867	,1867
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-,0833	,05774	1,000	-,2700	,1034
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,0833	,05774	1,000	-,1034	,2700
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	-,5000*	,05774	,000	-,6867	-,3133
Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	Diseño Tradicional	,5833*	,05774	,000	,3966	,7700
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,0000	,05774	1,000	-,1867	,1867
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	-,0833	,05774	1,000	-,2700	,1034
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	-,1667	,05774	,129	-,3534	,0200
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	-,0833	,05774	1,000	-,2700	,1034
	Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	-,5833*	,05774	,000	-,7700	-,3966
Diseño 6: 2% FAR y 6% CCH	Diseño Tradicional	1,1667*	,05774	,000	,9800	1,3534
	Diseño 1: 1% FAR y 2% CCH	,5833*	,05774	,000	,3966	,7700
	Diseño 2: 1% FAR y 4% CCH	,5000*	,05774	,000	,3133	,6867
	Diseño 3: 1% FAR y 6% CCH	,4167*	,05774	,000	,2300	,6034
	Diseño 4: 2% FAR y 2% CCH	,5000*	,05774	,000	,3133	,6867
	Diseño 5: 2% FAR y 4% CCH	,5833*	,05774	,000	,3966	,7700

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,020.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados de la prueba de Bonferroni; para el efecto de los diseños o tratamientos, podemos observar en el comparativo con el diseño tradicional que, sí existe diferencias significativas en la trabajabilidad del diseño tradicional y los demás diseños, debido a que los valores sigs. de las pruebas son mayores a 0.05. También podemos observar que las diferencias de medias son negativas, esto se debe a que la media de la trabajabilidad de los diseños experimentales es mayor al tradicional, por tanto, sí hay un efecto significativo de los tratamientos en la eficiencia de la trabajabilidad con respecto al diseño tradicional.

## Efecto de los tiempos

**Tabla 92**

### *Comparaciones múltiples*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: TRABAJABILIDAD SLUMP						
Bonferroni						
(I) TIEMPO DE MEDICIÓN	(J) TIEMPO DE MEDICIÓN	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Inicial t=0	t = 30 min	,8571*	,05345	,000	,6908	1,0235
	t = 60 min	1,7143*	,05345	,000	1,5479	1,8807
	t = 90 min	2,7143*	,05345	,000	2,5479	2,8807

	t = 120 min	3,7857*	,05345	,000	3,6193	3,9521
	t = 150 min	4,5714*	,05345	,000	4,4051	4,7378
t = 30 min	Inicial t=0	-,8571*	,05345	,000	-1,0235	-,6908
	t = 60 min	,8571*	,05345	,000	,6908	1,0235
	t = 90 min	1,8571*	,05345	,000	1,6908	2,0235
	t = 120 min	2,9286*	,05345	,000	2,7622	3,0949
	t = 150 min	3,7143*	,05345	,000	3,5479	3,8807
t = 60 min	Inicial t=0	-1,7143*	,05345	,000	-1,8807	-1,5479
	t = 30 min	-,8571*	,05345	,000	-1,0235	-,6908
	t = 90 min	1,0000*	,05345	,000	,8336	1,1664
	t = 120 min	2,0714*	,05345	,000	1,9051	2,2378
	t = 150 min	2,8571*	,05345	,000	2,6908	3,0235
t = 90 min	Inicial t=0	-2,7143*	,05345	,000	-2,8807	-2,5479
	t = 30 min	-1,8571*	,05345	,000	-2,0235	-1,6908
	t = 60 min	-1,0000*	,05345	,000	-1,1664	-,8336
	t = 120 min	1,0714*	,05345	,000	,9051	1,2378
	t = 150 min	1,8571*	,05345	,000	1,6908	2,0235
t = 120 min	Inicial t=0	-3,7857*	,05345	,000	-3,9521	-3,6193
	t = 30 min	-2,9286*	,05345	,000	-3,0949	-2,7622
	t = 60 min	-2,0714*	,05345	,000	-2,2378	-1,9051
	t = 90 min	-1,0714*	,05345	,000	-1,2378	-,9051
	t = 150 min	,7857*	,05345	,000	,6193	,9521
t = 150 min	Inicial t=0	-4,5714*	,05345	,000	-4,7378	-4,4051
	t = 30 min	-3,7143*	,05345	,000	-3,8807	-3,5479
	t = 60 min	-2,8571*	,05345	,000	-3,0235	-2,6908
	t = 90 min	-1,8571*	,05345	,000	-2,0235	-1,6908
	t = 120 min	-,7857*	,05345	,000	-,9521	-,6193

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,020.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

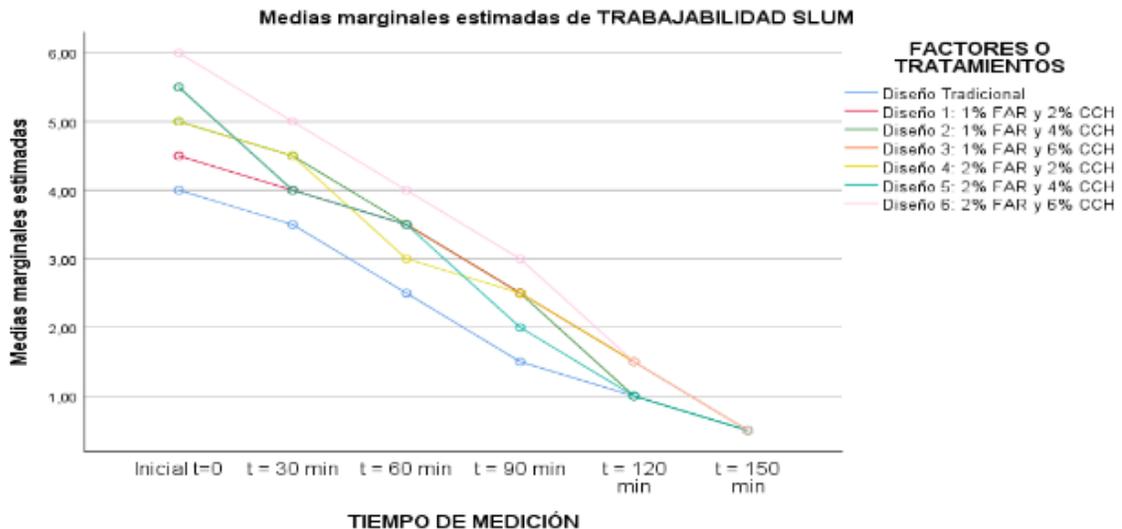
*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** De los resultados para el factor tiempo; podemos observar en comparación al tiempo inicial que, sí existe diferencias significativas en la trabajabilidad según el paso del tiempo. También podemos observar que la diferencia de medias es positiva, esto quiere decir que la trabajabilidad va disminuyendo progresivamente; por lo tanto, existe un efecto en la eficiencia de la trabajabilidad con respecto al diseño tradicional, a medida que pasa el tiempo.

### Efecto de la interacción

### Figura 42

*Medias marginales estimadas de trabajabilidad SLUMP*



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Del gráfico de interactividad de los dos factores diseños y tiempo; podemos observar que sí existe un efecto positivo de los seis diseños experimentales sobre el diseño tradicional debido a que sus graficas se encuentran sobre ella, pero el que mayor efecto positivo tiene es la del diseño 6 con 2% FAR y 6% CCH. En consecuencia; podemos concluir con un nivel de significancia del 5% que, la trabajabilidad del concreto de todos los diseños al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado es más eficiente que la de un concreto tradicional de resistencia  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , siendo la del diseño 6 con 2% FAR y 6% CCH la que mejor efecto positivo tiene.

### **Objetivo específico 5**

Analizar la influencia en el costo del concreto tradicional  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022.

### **Respuesta del objetivo 5:**

Para efecto de análisis en Costos Unitarios; tomaremos como referencia los diseños que mejores resultados obtuvieron en la prueba de ensayos a los testigos para la resistencia a la flexión. Es así que; la influencia del ahorro en producción por  $\text{m}^3$  entre una Viga Diseño con 1% F.A.R y 2% C.C.H  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y una Viga Diseño con 1% F.A.R y 4% C.C.H  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , respecto de la Viga Diseño Patrón, se demuestra en el siguiente análisis:

**Tabla 93**

*Análisis de costos unitarios por unidad cúbica de concreto experimental con 1% de Fibra de Acero Reciclado y 2% Ceniza de*

*Cáscara de Huevo  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

DESCRIP.	UND.	CANT.	P.U.(S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
<i> Materiales</i>					
TABLERO DE MADERA TRATADA, DE 22mm DE ESPESOR, REFORZADO CON VARILLAS Y PERFILES	m2	8.34	118.99	992.38	
ESTRUCTURA SOPORTE PARA ENCONFRADO RECUPERABLE, COMPUESTA DE: Y ACCESORIOS DE MONTAJE	m2	0.03	269.71	8.10	
PUNTAL METÁLICO TELESCÓPICO, DE HASTA 3m DE ALTURA	Ud	0.11	42.41	4.66	
MADERA DE PINO	m3	0.01	755.70	7.56	
PUNTAS DE ACERO DE 20x100 mm	kg	0.17	22.22	3.77	
AGENTE DESMOLDANTE, A BASE DE ACEITES ESPECIALES, EMULSIONABLE EN AGUA PARA ENCOFRADOS METÁLICOS, FENÓLICOS O DE MADERA	l	0.13	6.96	0.90	
SEPARADOR HOMOLOGADO DE VIGAS	Ud	4.00	0.25	1.01	
CEMENTO	bls	7.95	22.50	178.88	

AGUA	m3	0.17	2.20	0.37
AGREGADO FINO	m3	0.30	66.00	19.80
AGREGADO GRUESO	m3	0.33	66.00	21.78
FIBRA DE ACERO RECICLADO AL 1%	kg	3.45	0.17	0.57
CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO RECICLADO AL 2%	kg	6.89	1.00	6.89
<b>Subtotales materiales:</b>				<b>1,246.67</b>

*Equipos*

MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.63	4.64	2.92
<b>Subtotal equipos:</b>				<b>2.92</b>

*Mano de Obra*

OPERARIO ENCOFRADOR	hh	2.577	23.67	61.00
OFICIAL ENCOFRADOR	hh	2.577	16.40	42.26
PEÓN DE CONSTRUCCIÓN	hh	1.299	15.15	19.68
OPERARIO ESPECIALIZADO EN VACIADO DE CONCRETO	hh	0.421	23.69	9.97
OFICIAL ESPECIALIZADO EN VACIADO DE CONCRETO	hh	1.695	16.40	27.80
<b>Subtotal mano de obra:</b>				<b>160.71</b>

**Herramientas**

Herramientas	%	2	1,410.13	<b>28.21</b>
Costos directos:				<b>1,438.51</b>

*Fuente: Propia*

**Interpretación:** Los datos obtenidos de la tabla 93 refleja solo en el ítem “materiales” la inclusión del porcentaje de ceniza de cáscara de huevo y fibras de acero reciclado estimados para este diseño. En el caso de la Ceniza de cáscara de huevo el costo incluyó el servicio de quemado en horno industrial y con respecto a la Fibra de acero el servicio de traslado en Lima Norte. Como consecuencia de ello se genera un total de s/ 1,438.50 por m<sup>3</sup>.

**Tabla 94**

*Análisis de costos unitarios por unidad cúbica de concreto experimental con 1% de Fibra de Acero Reciclado y 4% Ceniza de Cáscara de Huevo  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

DESCRIP.	UND.	CANT.	P.U.(S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
<i>Materiales</i>					
TABLERO DE MADERA TRATADA, DE 22mm DE ESPESOR, REFORZADO CON VARILLAS Y PERFILES	m2	8.34	118.99	992.38	
ESTRUCTURA SOPORTE PARA ENCONFRADO RECUPERABLE, COMPUESTA DE:	m2	0.03	269.71	8.10	
ACCESORIOS DE MONTAJE					
PUNTAL METÁLICO TELESCÓPICO, DE HASTA 3m DE ALTURA	Ud	0.11	42.41	4.66	
MADERA DE PINO	m3	0.01	755.70	7.56	
PUNTAS DE ACERO DE 20x100 mm	kg	0.17	22.22	3.77	
AGENTE DESMOLDANTE, A BASE DE ACEITES ESPECIALES, EMULSIONABLE EN AGUA PARA	1	0.13	6.96	0.90	
ENCOFRADOS METÁLICOS, FENÓLICOS O DE MADERA					
SEPARADOR HOMOLOGADO DE VIGAS	Ud	4.00	0.25	1.01	
CEMENTO	bls	7.78	22.50	175.05	
AGUA	m3	0.17	2.20	0.37	
AGREGADO FINO	m3	0.30	66.00	19.80	
AGREGADO GRUESO	m3	0.33	66.00	21.78	
FIBRA DE ACERO RECICLADO AL 1%	kg	3.45	0.17	0.57	

CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO RECICLADO AL 4%	kg	13.79	1.00	13.79
			<b>Subtotales materiales:</b>	<b>1,249.74</b>

*Equipos*

MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.63	4.64	2.92
			<b>Subtotal equipos:</b>	<b>2.92</b>

*Mano de Obra*

OPERARIO ENCOFRADOR	hh	2.577	23.67	61.00
OFICIAL ENCOFRADOR	hh	2.577	16.40	42.26
PEÓN DE CONSTRUCCIÓN	hh	1.299	15.15	19.68
OPERARIO ESPECIALIZADO EN VACIADO DE CONCRETO	hh	0.421	23.69	9.97
OFICIAL ESPECIALIZADO EN VACIADO DE CONCRETO	hh	1.695	16.40	27.80
			<b>Subtotal mano de obra:</b>	<b>160.71</b>

*Herramientas*

Herramientas	%	2	1,413.37	<b>28.27</b>
--------------	---	---	----------	--------------

Costos directos: **1,441.64**

*Fuente: Propia*

**Interpretación:** Los datos obtenidos de la tabla 94 refleja solo en el ítem “materiales” la inclusión del porcentaje de ceniza de cáscara de huevo y fibras de acero reciclado estimados para este diseño. En el caso de la Ceniza de cáscara de huevo el costo incluyó el servicio de quemado en horno industrial y con respecto a la Fibra de acero el servicio de traslado en Lima Norte. Como consecuencia de ello se genera un total de s/ 1,441.64 por m<sup>3</sup>.

### Tabla 95

*Análisis de costos unitarios por unidad cúbica de Concreto Patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

DESCRIP.	UND.	CANT.	P.U.(S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
<i>Materiales</i>					
TABLERO DE MADERA TRATADA, DE 22mm DE ESPESOR, REFORZADO CON VARILLAS Y PERFILES	m2	8.34	118.99	992.38	
ESTRUCTURA SOPORTE PARA ENCONFRADO RECUPERABLE, COMPUESTA DE: Y ACCESORIOS DE MONTAJE	m2	0.03	269.71	8.10	
PUNTAL METÁLICO TELESCÓPICO, DE HASTA 3m DE ALTURA	Ud	0.11	42.41	4.66	
MADERA DE PINO	m3	0.01	755.70	7.56	
PUNTAS DE ACERO DE 20x100 mm	kg	0.17	22.22	3.77	
AGENTE DESMOLDANTE, A BASE DE ACEITES ESPECIALES, EMULSIONABLE EN AGUA PARA	l	0.13	6.96	0.90	

ENCOFRADOS METÁLICOS, FENÓLICOS O DE MADERA

SEPARADOR HOMOLOGADO DE VIGAS	Ud	4.00	0.25	1.01
CEMENTO	bls	8.1	22.50	182.25
AGUA	m3	0.17	2.20	0.37
AGREGADO FINO	m3	0.30	66.00	19.80
AGREGADO GRUESO	m3	0.33	66.00	21.78
<b>Subtotales materiales:</b>				<b>1,242.58</b>

*Equipos*

MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.63	4.64	2.92
<b>Subtotal equipos:</b>				<b>2.92</b>

*Mano de Obra*

OPERARIO ENCOFRADOR	hh	2.577	23.67	61.00
OFICIAL ENCOFRADOR	hh	2.577	16.40	42.26
PEÓN DE CONSTRUCCIÓN	hh	1.299	15.15	19.68
OPERARIO ESPECIALIZADO EN VACIADO DE CONCRETO	hh	0.421	23.69	9.97
OFICIAL ESPECIALIZADO EN VACIADO DE CONCRETO	hh	1.695	16.40	27.80
<b>Subtotal mano de obra:</b>				<b>160.71</b>

**Herramientas**

Herramientas	%	2	1,406.21	<b>28.12</b>
Costos directos:				<b>1,434.33</b>

*Fuente: Propia*

**Interpretación:** Los datos mostrados en la tabla 95 muestran en el ACU's los materiales, equipos y mano de obra convencional usada para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Como consecuencia de ello se genera un total de s/ 1,434.33 por m<sup>3</sup>.

**Tabla 96**

*Comparativo ACU's entre concreto patrón versus concreto experimental más 1% de fibra de acero reciclado y sustitución de cemento por 2% de ceniza de cáscara de huevo.*

	COSTO DIRECTO	DIFERENCIA	PORCENTAJE	DIFERENCIA PORCENTUAL
<b>Concreto Patrón</b>	S/ 1,434.33		100%	
<b>Concreto experimental más 1% de F.A.R y sustitución de cemento por 2% de C.C.H</b>	S/ 1,438.51	S/ 4.18	100.29%	0.29%

*Fuente: Propia*

**Interpretación:** La tabla 96 señala una diferencia de S/4.18 entre el ACU's del Diseño Patrón y el Diseño con adición del 1% de Fibra de acero reciclado y sustitución del 2% de Ceniza de cáscara de huevo en el concreto propuesto. Asimismo, la diferencia porcentual refleja un número menor al 0.5%.

**Tabla 97**

*Comparativo ACU's entre concreto patrón versus concreto experimental más 1% de fibra de acero reciclado y sustitución de cemento por 4% de ceniza de cáscara de huevo.*

	COSTO DIRECTO	DIFERENCIA	PORCENTAJE	DIFERENCIA PORCENTUAL
<b>Concreto Patrón</b>	S/ 1,434.33		100%	
<b>Concreto experimental más 1% de F.A.R y sustitución de cemento por 4% de C.C.H</b>	S/ 1,441.64	S/ 7.31	100.51%	0.51%

*Fuente: Propia*

**Interpretación:** La tabla 96 señala una diferencia de  $S/7.31$  entre el ACU's del Diseño Patrón y el Diseño con adición del 1% de Fibra de acero reciclado y sustitución del 4% de Ceniza de cáscara de huevo en el concreto propuesto. Asimismo, la diferencia porcentual no supera el 1%.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusiones.

El proceso de obtención de las cenizas de cascara de huevo y la fibra de acero reciclado con el fin de ser usado para la creación de un nuevo concreto que puede ser clasificado como “Concreto Verde” genera un impacto directo y positivo en la sociedad, economía y medio ambiente para un mismo fin; concebir una calidad de vida a las futuras generaciones pues a través de ella se logra la creación de empleo a familias sin oportunidad de educación en su mayoría ya que no requiere de personal capacitado, así mismo la conservación del habitat y la concientización al reutilizar desechos de la vida cotidiana para aportar en la disminución de industrias que suscitan emisión de gases de efecto invernadero como son la producción del cemento, material básico para el concreto. Esta lógica coincide con Vásquez (2018) en su tesis “INCREMENTO DE LA RESISTENCIA FLEXIONAL DEL CONCRETO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FIBRAS DE ACERO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS EN LA CIUDAD DE LIMA 2018” quien menciona que las fibras de acero obtenidas del reciclado de neumáticos de desuso resultaron ser una fuente barata y practica de material base para la fabricación de fibras económicas, por otro lado, con estas fibras recicladas estamos contribuyendo contra la no contaminación del medio ambiente. De igual forma; Reyes (2019), en su tesis “RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$  AL SUSTITUIR AL CEMENTO EN 4%, 6% Y 8% POR CÁSCARA DE HUEVO”, concluye que luego de dichos procesos experimentales, la utilización de la cascara de huevo marrón de gallina es apta para sumergirse en el campo de la construcción confirmando así que este es uno más de los subproductos industriales utilizados como materiales cementicios suplementarios (SCM) o reemplazo de cemento y no solo brindan una opción

sustentable a través de la reutilización, sino que también mejoran las propiedades del concreto y reducen los costos.

Referido al análisis y comparación de la resistencia a la compresión en los testigos de concreto con sustitución parcial de cemento por cenizas de cáscara de huevo (CCH) al 2%, 4% y 6%, y adición a la mezcla de fibra de acero reciclado (FAR) al 1% y 2% y del concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para el tiempo de curado a los 7, 14 y 28 días se demuestra que el valor de la compresión del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo en 2% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% en promedio ( $258.33 \text{ kg/cm}^2$ ) es mayor que valor promedio del concreto patrón ( $237.00 \text{ kg/cm}^2$ ), en un 9%; asimismo, se logra verificar que este último es mayor que el valor promedio del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo en 4% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% ( $227.67 \text{ kg/cm}^2$ ), superándolo en 3.94%. Estos datos nos permiten contrastar con Castro (2019), en su tesis titulada “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIAS  $F'c = 210, 280, 350 \text{ KG/CM}^2$  SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO POR CÁSCARA DE HUEVO”, donde verificó el comparativo entre concreto patrón versus los concretos experimentales, en cuanto a su resistencia a la compresión, que el porcentaje dio resultados satisfactorios de 15% como sustitución y del 2% como adición de cáscara de huevo, lo cual indicó que en dichas cantidades actuarían como un reemplazante efectivo del cemento. En relación a la resistencia a la tracción, verificó que se mantiene dentro del rango establecido NTP 339.084, sin variar significativamente. De igual forma con Vásquez (2018) en su tesis “INCREMENTO DE LA RESISTENCIA FLEXIONAL DEL CONCRETO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FIBRAS DE ACERO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS EN LA CIUDAD DE LIMA 2018” en donde menciona que la

aplicación de fibras de acero permite incrementar la resistencia a la compresión de  $227 \text{ kg/cm}^2$  a  $242 \text{ kg/cm}^2$  es decir aumenta en un 12% con respecto del concreto convencional. Por último; en la tesis de Valencia y Quintana (2016) sobre el “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO” se señala que la fibra de acero genera que el concreto se vuelva ligeramente más resistente, dúctil cuando éste se somete a fuerzas axiales de compresión.

Se analizó y comparo la resistencia a la tracción diametral de los respectivos cilindros de concreto con sustitución parcial de cemento por cenizas de cáscara de huevo (CCH) al 2%, 4% y 6%, y adición a la mezcla fibra de acero reciclado (FAR) al 1% y 2% y del concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para el tiempo de curado de los 7, 14 y 28 días ; deduciendo que, el valor de la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo en 2% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% en promedio ( $36.93 \text{ kg/cm}^2$ ) es mayor que valor promedio del concreto patrón ( $34.60 \text{ kg/cm}^2$ ), en un 6.73%. De igual forma; se logra verificar que el valor promedio del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo en 4% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% ( $35.00 \text{ kg/cm}^2$ ), es mayor que el obtenido con el concreto patrón, superándolo en 1.16%. concordando así con Vásquez (2018), en su tesis titulada “INCREMENTO DE LA RESISTENCIA FLEXIONAL DEL CONCRETO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FIBRAS DE ACERO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS EN LA CIUDAD DE LIMA 2018”, quien corroboró que la aplicación de fibras de acero obtenidas de neumáticos reciclados permitió incrementar la resistencia a la tracción diametral, de  $26.62 \text{ kg/cm}^2$  a  $33.61 \text{ kg/cm}^2$  es decir alcanzando valores del 30% de la resistencia a la tracción diametral del concreto convencional, cayendo en cuenta de que con esta aplicación se optimizaría la cuantía de acero en vigas , losas y otros elementos estructurales involucrados en

la rama de edificaciones que es justamente la línea en la que se ha pensado al plantear estos diseños con sustitución parcial de CCH y adición de FAR. Asimismo, Yeong (2017), en su tesis “PROPERTIES OF CONCRETE CONTAINING EGGSHELL POWDER AS PARTIAL CEMENT REPLACEMENT” señala que se obtuvo mayor resistencia a la compresión, flexión y tracción por división en las muestras con adición de cáscara de huevo secado al horno al curarlas con agua.

Tras el análisis y comparación de la resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo (CCH) al 2%, 4% y 6%, y adición a la mezcla fibra de acero reciclado (FAR) al 1% y 2% y del concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para el tiempo de curado de los 7, 14 y 28 días, se apreció que el comportamiento del valor de la flexión del concreto al reemplazar cemento por cenizas de cáscara de huevo en 2% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% en promedio ( $38.67 \text{ kg/cm}^2$ ) es mayor que valor promedio del concreto patrón ( $37.33 \text{ kg/cm}^2$ ), en un 3.59% ; y al mismo tiempo se logra verificar que este último es mayor que el valor promedio del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo en 4% y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado en 1% ( $36.00 \text{ kg/cm}^2$ ), superándolo en 3.56%. Estos resultados pueden ser comparados con los ensayos a la flexión de Vásquez (2018), en su tesis titulada “INCREMENTO DE LA RESISTENCIA FLEXIONAL DEL CONCRETO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FIBRAS DE ACERO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS EN LA CIUDAD DE LIMA 2018”, ya que la resistencia a la flexión encontrada mejora de manera directa con la cantidad de fibras de acero obtenidas de neumáticos reciclados. Además, de los datos se encontró que es posible lograr mejoras de  $33.61 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $53.77 \text{ kg/cm}^2$  es decir puede aumentar hasta el 50% de la resistencia flexional. De la misma manera, Honorio (2018) en su tesis titulada “INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y

MECÁNICAS DEL CONCRETO, TRUJILLO, 2018”, evidenció, una vez obtenido los resultados de los ensayos a flexotracción a los 28 días de curado, que el concreto con 3% de fibra tiene mayor resistencia a la flexión que el concreto con 1.5%, además este primero controla mejor la fisuración. Resultado similar que hemos logrado de manera óptima solo con uno de los diseños propuestos ya que al contar con la sustitución parcial de CCH en paralelo a la adición de FAR en la mezcla no permite un adecuado comportamiento en el resto de los diseños pues cabe resaltar que esta propiedad es mucho más beneficiosa si solo se usara la FAR.

Al evaluar el comparativo de la trabajabilidad de un concreto tradicional de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$  y un concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y agregar a la mezcla fibra de acero reciclado; constatamos que de los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas con respecto al factor tiempo y de acuerdo a lo corroborado por Honorio (2018) en su tesis titulada “INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO, TRUJILLO, 2018” que el concreto simple en estado fresco tiene mejor trabajabilidad que el concreto elaborado con fibras de acero, pero sucede lo contrario en su estado endurecido, donde tiene menor resistencia que el concreto elaborado con fibras de acero y con la tesis de Valencia y Quintana (2016) sobre el “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO” donde menciona que la manejabilidad del concreto disminuyó significativamente a medida que incrementó la cantidad de fibras en el concreto. Por ende; sí influye la adición de fibras de acero reciclado en la mezcla generando diferencias significativas ya que la trabajabilidad va disminuyendo progresivamente, pero en nuestros diseños la cantidad suministrada de F.A.R se encuentra dentro de los márgenes para no afectar al concreto en su estado fresco por lo que esta reducción es consecutiva en su mayoría. Asimismo, del gráfico de

interactividad de los dos factores diseños y tiempo, deducimos que, sí existe un efecto positivo de los seis diseños experimentales sobre el diseño tradicional, debido a que sus gráficas se encuentran sobre ella. Por otro lado; según Castro (2019), en su tesis titulada “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIAS  $F'c = 210, 280, 350 \text{ KG/CM}^2$  SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO POR CÁSCARA DE HUEVO”, se logró verificar en el ensayo de trabajabilidad que el slump obtenido del concreto patrón y experimentales oscilan entre  $1 \frac{1}{4}''$  a  $5 \frac{1}{4}''$ , dentro de las cuales algunas se encuentran dentro del rango establecido en la norma ASTM C143 y otras están fuera en un margen mínimo. De ello deducimos que, en comparación con los ensayos realizados en nuestra tesis, el slump obtenido representa al de un concreto con una consistencia fluida-plástica de  $4''$  a  $6''$  siendo una mezcla de fácil manipulación y viable para colocación en la rama de edificaciones (elementos verticales y horizontales) siendo la del diseño 6 con 2% FAR y 6% CCH la que mejor efecto positivo tiene.

Con respecto al ACU's de los distintos diseños de concreto propuestos para esta tesis no se encontró antecedentes que se enfoquen en este punto por lo que desarrollaremos esta etapa en función a lo obtenido por nuestra parte. De esta forma; al analizar la influencia en el costo del concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022, notamos que fueron analizados los ACU's de las vigas experimentales con sustitución parcial de cenizas de cáscara de huevo al 2%, 4% y adición parcial de fibra de acero reciclado al 1% , por tener valores de promedio de módulo de rotura a la flexión más cercanos y/o favorables respecto de la viga diseño patrón, los cuales resultaron ser de  $38.67 \text{ kg/cm}^2$  para la viga experimental con 1% de F.A.R y 2% de C.C.H ,  $37.33 \text{ kg/cm}^2$  para la viga diseño patrón y  $36.00 \text{ kg/cm}^2$  para la viga experimental con 1% de

F.A.R y 4% de C.C.H. El precio por metro cúbico de la viga de concreto experimental con 1% de fibra de acero reciclado y 2% de ceniza de cáscara de huevo resultó S/. 1,438.51, mientras que el precio por metro cúbico de la viga de concreto experimental con 1% de fibra de acero reciclado y 4% de ceniza de cáscara de huevo resultó S/. 1,441.64, asimismo, el precio por metro cúbico de la viga diseño patrón resultó S/. 1,434.33. En consecuencia; el Diseño 1 ofrece óptimos beneficios ya que si bien es cierto aumenta en S/4.18 con respecto al ACU's del Diseño Patrón es importante darse cuenta que el componente económico debe estar relacionado con algo más que las ganancias internas; en este caso es compensable con el incremento de las propiedades físico mecánicas de este concreto propuesto. Además, la reutilización de materiales reduce costos, uso de recursos naturales y transporte.

#### **4.2. Conclusiones.**

Las distintas relaciones obtenidas en el proceso experimental realizado, han ayudado a culminar la presente investigación, llegando a las siguientes conclusiones:

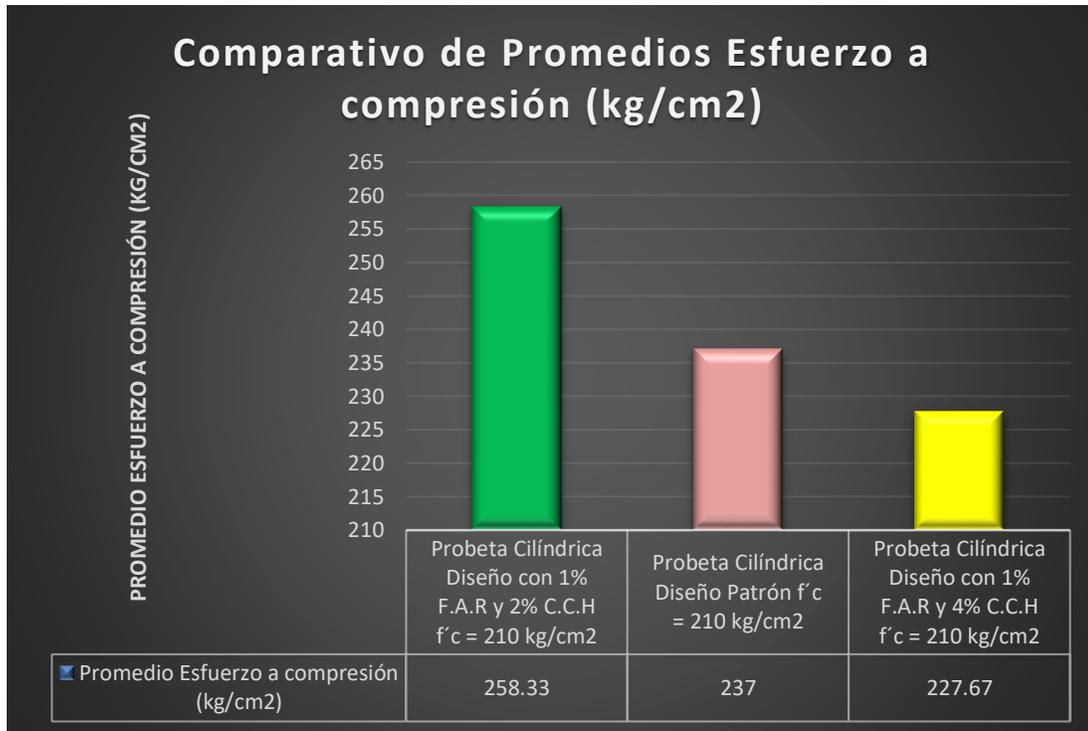
Podemos acreditar que la obtención de la ceniza ha sido realizada de manera óptima, según lo indicado en el CERTIFICADO DE CENIZA, el mismo que fue entregado por el laboratorio, visualizándose en el capítulo de anexos. Asimismo, la obtención de Fibra de acero reciclado pues no se tuvo que recurrir a permisos extraordinarios o desempeñar jornadas mayores de trabajo.

Referido a los ensayos de resistencia a la compresión y a la tracción diametral de los respectivos cilindros de concreto deducimos que; con un nivel de significancia del 5% a la edad de 7, 14 y 28 días de curado, la resistencia a la compresión del concreto al sustituir cemento por el 2% de cascara de huevo y adicionar a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, da significativamente mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia

$f'c=210\text{kg/cm}^2$ . En conclusión, uno de los diseños propuestos se convierte en una alternativa viable para ser usada en el campo de las edificaciones.

**Figura 43**

*Comparativo de Promedios Esfuerzo a compresión (kg/cm2)*



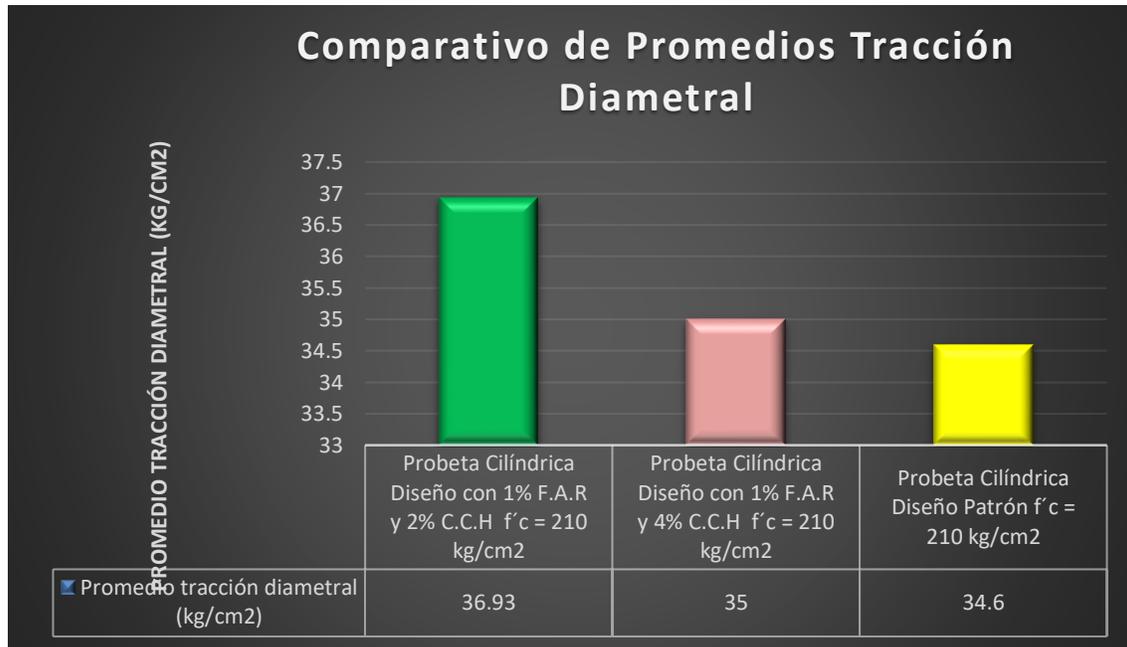
*Fuente: Elaboración propia*

Análogamente; respaldamos con un nivel de significancia del 5% en todos los ensayos propuestos con respecto al Diseño Patrón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  que, a una edad de 7, 14 y 28 días de curado, la tracción diametral del concreto logra significativamente mejores resultados al sustituir cemento por el 2% de cáscara de huevo y añadir a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado. Sin embargo; solo a la edad de 14 días se puede incluir al Diseño 2 que cuenta con la sustitución del 4% de cascara de huevo y la adición del 1% de fibra de acero reciclado. En conclusión; la cantidad

de fibra de acero estimada para los diseños propuestos es adecuada pues en general no existen mayores diferencias con la del Diseño Patrón.

**Figura 44**

*Comparativo de Promedios Tracción Diametral*

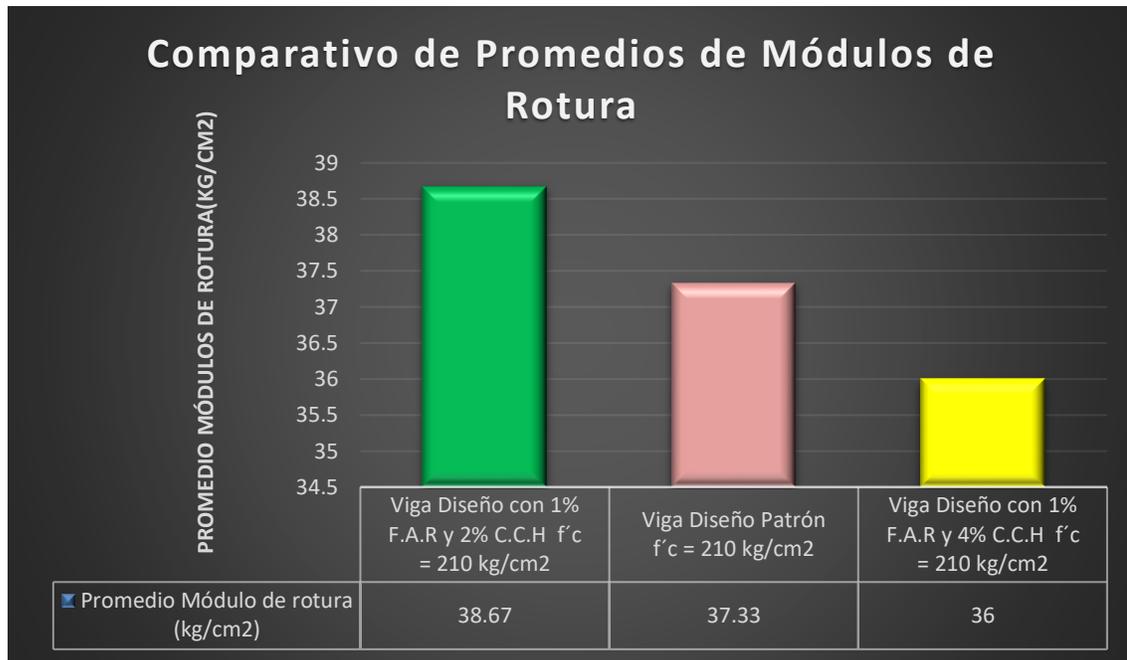


*Fuente: Elaboración propia*

En relación a las pruebas de resistencia a la flexión del concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , se ha encontrado que con un nivel de significancia del 5% en todos los ensayos a los testigos que, a una edad de 7 días de curado, la resistencia a la flexión del concreto al reemplazar cemento por el 2% de cáscara de huevo y sumar a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, da significativamente mejores resultados. Asimismo, resaltamos que a una edad de 14 y 28 días de curado, la resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por el 2% de cascara de huevo y añadir a la mezcla el 1% de fibra de acero reciclado, experimenta el mismo resultado con respecto a la del Diseño Patrón. En conclusión, la adición de fibra de acero es un factor relevante en el aumento de la resistencia a la flexión.

**Figura 45**

*Comparativo de Promedios de Módulos de Rotura*



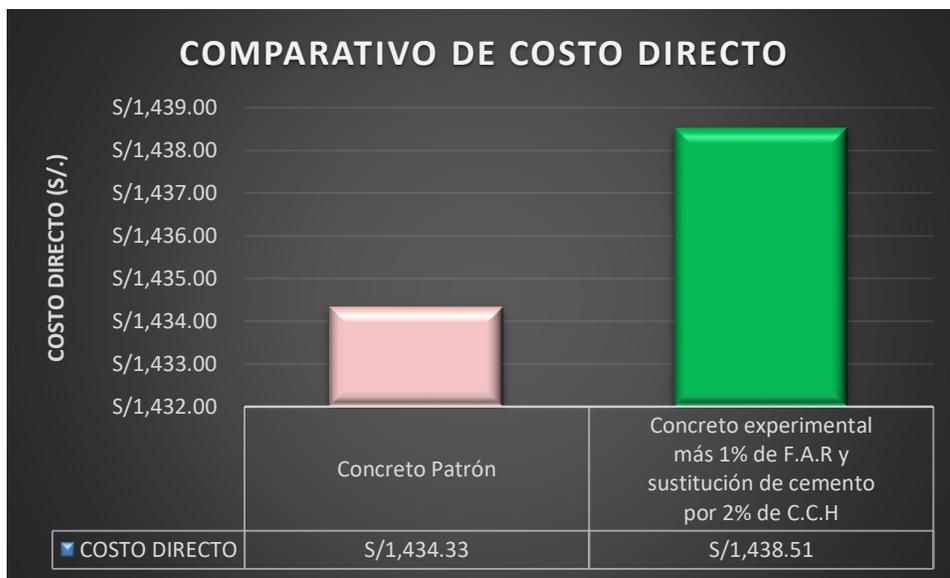
*Fuente: Elaboración propia*

Con respecto a la evaluación del comparativo de la trabajabilidad, confirmamos que con un nivel de significancia del 5%, la trabajabilidad del concreto de todos los diseños propuestos al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado es más eficiente que la de un concreto tradicional de resistencia  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , siendo la del diseño 6 con 2% FAR y 6% CCH la que mejor efecto positivo tiene. En conclusión, se logra un adecuado slump inicial en todos los diseños propuestos que permite una colocación viable del concreto brindando lapsos de tiempo más homogéneos para cualquier maniobra requerida y un fraguado que no interrumpirá los tiempos estimados para la etapa del desencofrado y curado que rodean las 24 horas después del vaciado en las estructuras.

Finalmente; al analizar la influencia en el costo del concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022, concluimos que considerando la relación costo – beneficio; el concreto con adición parcial de 1% de fibra de acero reciclado y sustitución de cemento por 2% de ceniza de cáscara de huevo es el más conveniente respecto de los otros casos analizados ya que es el diseño que obtuvo mejores resultados en las distintas pruebas y en comparación con el Diseño Patrón no existe una gran diferencia considerando que los precios mostrados son los estándar del mercado.

**Figura 46**

*Comparativo de Costo Directo*



*Fuente: Elaboración propia*

## REFERENCIAS

- Aizpurua, L., Moreno, G., & Caballero, K. (2018). *Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros*. Panamá :Universidad Tecnológica de Panamá.
- Arif, S., Rokiah<sup>1</sup>, O., Khairunisa<sup>1</sup>, M., Chong<sup>1</sup>, B., Chek<sup>1</sup>, Y., Youventharan, D., Ramadhansyah, P & Doh, S (2021). *Compressive Strength of Concrete containing Eggshell Powder as Partial Cement Replacement*. Pahang, Malasia: Universidad de Malasia Pahang.
- Bances Contreras, J. A. (2020). *DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO DE SEIS PISOS UBICADO EN SURQUILLO*. Lima, Perú: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Caballero M. Karen E. (2017). *Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas*. Panamá. Prisma Tecnológico, 18.
- Calixtro, Rafael .(2022). *Implementación Cascaras de Huevo como Sustituto Parcial para el Material Cementante en Elaboración de Concreto Arquitectónico para Mobiliario*. Tunja Boyaca. Colombia: Universidad Santo Tomas.
- Castro Gallardo, D. D., & Alfaro Pérez, J. J. (2019). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIAS  $F'c = 210, 280, 350 \text{ KG/CM}^2$  SUSTITUYENDO MATERIAL CEMENTICIO POR CÁSCARA DE HUEVO*. Trujillo, Perú: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO.
- Honorio, P., & Risco Carranza, J. (2018). *Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo, 2018*. Trujillo, Perú: Universidad Privada de Trujillo.
- INEI. (2012). *Consumo per capita de los principales alimentos 2008 - 2009*. Lima: Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

- Ludovico Beraldo, A., & Hideo Nagumo, C. (2018). *COMPUESTO DE CÁSCARA DE HUEVO Y MORTERO DE CEMENTO PORTLAND*. San Pablo, Brasil: Universidad Estatal de Campinas.
- Matías Quispe, S. (2018). *Resistencia de un concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto*. Huaraz, Perú.
- Pacheco Bustos, C., Frias, S., & Gomez, F. (2018). Uso de la cascara de huevo como reemplazo de material cementante en cubos de mortero de cemento hidraulic.
- Parthasarathi, Prakash, & Satyanarayanan. (2017). *EXPERIMENTAL STUDY ON PARTIAL REPLACEMENT OF CEMENT WITH EGG SHELL POWDER AND SILICA FUME*. India: RASĀYAN.
- Polo Honorio, J., & Risco Carranza, J. (2018). *INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO TRUJILLO 2018*. Trujillo, Perú: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
- Perez Mantilla, Y. (2017). *RESISTENCIA DEL CONCRETO  $F'c=210 \text{ KG/CM}^2$  SUSTITUYENDO AL CEMENTO EN 4% Y 8% POR LA CENIZA DE TRONCO DE EUCALIPTO*. Chimbote, Perú: UNIVERSIDAD SAN PEDRO.
- Portugal Barriga, P. (2016). *Tecnología del Concreto de Alto Desempeño*. Paris: Lafayette.
- Ramírez Alquicira, A. (2016). *ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS OBTENIDAS DEL RECICLADO DE LLANTAS*. Ciudad de Mexico, Mexico: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Reibán Ojeda, D. V. (2017). *Evaluación experimental de las características mecánicas de matrices cementicias con adición de cáscara de huevo pulverizado deshidratado y sus aplicaciones en la arquitectura*. Loja, Ecuador: Universidad Tecnica Particular de Loja.

- Reyes Chaupis, M. A. (2019). *Resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo*. Huaraz, Perú: UNIVERSIDAD SAN PEDRO.
- Tamayo Calderom, R. (2019). “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO. En R. T. CALDEROM, *S COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO* (pág. 4). Arequipa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN.
- Vaidya, N. (2019). *Experimental Study of Partial Replacement of Cement with Eggshell Powder in Concrete*. India: nternational Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).
- Valencia Castro, P. A., & Quintana Cruz, C. D. (2016). *ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO AL 12% Y 14%*. BOGOTÁ, Colombia: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.
- Vásquez Toro, J. C. (2018). *Incremento de la resistencia flexional del concreto mediante la aplicación de fibras de acero de neumáticos reciclados en la ciudad de Lima 2018*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.
- YEONG YU, T. (2017). *PROPERTIES OF CONCRETE CONTAINING EGGSHELL POWDER AS PARTIAL CEMENT REPLACEMENT*. Malasia: UNIVERSITI MALAYSIA PAHANG.
- Yunus, Mohd & Nazrif, Muhammad. (2020). *Eggshell as the partial replacement of Portland cement in the production of concrete*. Skudai, Johor, Malaysia: Universidad Tecnológica de Malaysia

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de Consistencia

	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES $y=f(x)$	Indicadores	Disño de la investigación
ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE UN CONCRETO TRADICIONAL $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ AL SUSTITUIR CEMENTO POR CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y ADICIONAR A LA MEZCLA FIBRA DE ACERO RECICLADO. LIMA NORTE 2022	<p><b>Problema general:</b> ¿De qué manera analizar las propiedades físico – mecánicas de un concreto tradicional <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Elaborar un comparativo de las propiedades físico-mecánicas de un concreto tradicional <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> y un concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y al adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Hipótesis Nula (Ho): Las propiedades físico-mecánicas de un concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y al adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado no da mejores resultados que de un concreto tradicional de <math>210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p>	<p><b>VARIABLE dependiente (y):</b> Análisis de las propiedades físico mecánicas de un concreto tradicional <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> en Lima Norte 2022 <u>DIMENSIONES</u> D1. Propiedades del concreto fresco. D2. Propiedades del concreto endurecido. D3. Resistencia a la compresión y tracción diametral. D4: Resistencia a la flexión D5: Ceniza de cáscara de huevo</p>	<p>Asentamiento Peso unitario Esfuerzo Módulo de ruptura Deformación unitaria Volumen</p>	<p>Tipología: Investigación Aplicada. Método: Enfoque Cuantitativo Disño: cuasi experimental. En tiempo: Transversal</p>

			<p>Alterna(Ha): Las propiedades físico-mecánicas de un concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y al adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado da mejores resultados que de un concreto tradicional de resistencia <math>210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p>	<p>D6: Fibra de acero D7: Agregado grueso D8: Agregado fino</p>		
<p><b>Problemas específicos:</b> ¿La resistencia a la compresión y a la tracción diametral que presentan las probetas al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado frente a la muestra tradicional de <math>210 \text{ Kg/cm}^2</math> dan mejores resultados? ¿La resistencia a la flexión que presentan las probetas al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b> Realizar ensayos de resistencia a la compresión y a la tracción diametral de los</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b> Hipótesis Nula (Ho): La resistencia a la compresión y a la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE (x):</b> Concreto con sustitución parcial de cemento por cenizas de cáscara de huevo y</p>	<p>Porcentaje de sustitución y adición Granulometría <math>F'c</math> (<math>\text{kg/cm}^2</math>)</p>		

<p>adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado frente a la muestra tradicional de 210 Kg/cm<sup>2</sup> dan mejores resultados?</p> <p>¿La trabajabilidad del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado frente a la muestra tradicional de 210 Kg/cm<sup>2</sup> es más eficiente?</p>	<p>respectivos cilindros de concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, y del concreto tradicional <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p> <p>Realizar ensayos de resistencia a la flexión de los respectivos cilindros de concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, y del concreto tradicional</p>	<p>cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, no da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>Hipótesis Alternativa (Ha): La resistencia a la compresión y a la tracción diametral del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, da mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p>Hipótesis Nula (Ho): La resistencia a la flexión del</p>	<p>adición parcial de fibras de acero reciclado</p>		
--	---	---	---	--	--

	<p><math>f'c=210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p> <p>Evaluar el comparativo de la trabajabilidad de un concreto tradicional de resistencia <math>210 \text{ Kg/cm}^2</math> y un concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado.</p>	<p>concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, no dá mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia <math>210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p> <p>Hipótesis Alternativa (Ha): La resistencia a la flexión del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, dá mejores resultados con respecto a la del concreto tradicional de resistencia <math>210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p> <p>Hipótesis Nula (Ho): La</p>			
--	---	---	--	--	--

		<p>trabajabilidad del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado no es mas eficiente que la de un concreto tradicional de resistencia <math>210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p> <p>Hipótesis Alternativa (Ha): La trabajabilidad del concreto al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado es mas eficiente que la de un concreto tradicional de resistencia <math>210 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p>			
--	--	---	--	--	--

*Fuente: Elaboración Propia*

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>		
	Código	EQ-PO-01	
	Versión	01	
	Fecha	15-03-2022	
		Página	3 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H.Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO:	15/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 15/03/2022	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	1% A.R - 2% C.H

- RELACION AGUA CEMENTO  
R a/c = 0,56
- DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua z = 193 L
- CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 1,5%
- DATOS DE LABORATORIO
6. PORCENTAJE DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO  
Porcentaje: 2,0%
7. PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO RECICLADO  
Porcentaje: 1,0%

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m3	0,08%	1,01%	7,48	1570	1660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m3	0,47%	1,80%	3,11	1650	1775	

### Anexo N°2: Certificados de Laboratorio

- OBSERVACIONES:
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
  - Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
	M.		M.
	A.		A.
		Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 21601726572 NICOLOSCOMPAÑÁ BARRETO GERENTE GENERAL	

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	15-03-2022
		Página	1 de 4

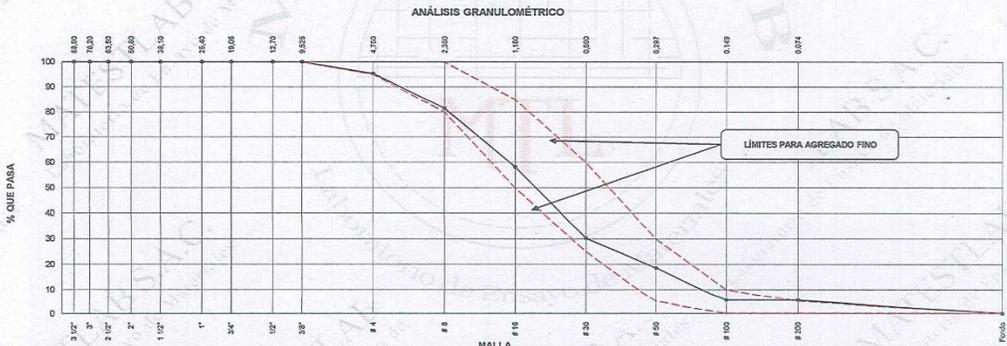
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elias Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	15/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 15/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: M1		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.00 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	30.0	4.65	4.65	95.35	95.00
# 8	2.36 mm	80.0	13.86	18.80	81.40	80.00
# 16	1.18 mm	150.0	23.26	41.86	58.14	50.00
# 30	0.59 mm	180.0	27.91	69.77	30.23	25.00
# 50	0.30 mm	75.0	11.63	81.40	18.60	5.00
# 100	0.15 mm	85.0	13.18	94.57	5.43	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.57	5.43	0.00
Fondo	0.01 mm	35.0	5.43	100.00	0.00	0.00

TARA	238.2
T+MH	3236.2
T+MS	3222.1
T+ML	3206.2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Específ. de Masa Seco (kg/m³)	2695
P. Específ. de Masa SSS (kg/m³)	2710
P. Específ. de Masa Aparente (kg/m³)	2745
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1775
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1650
Absorción (%)	1.80
Contenido de Humedad (%)	0.47
Módulo de Finiza	3.11
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.53



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	VERIFICADO POR Nombre y firma:  KELY YANINA FLORES LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. O.P. N° 183999	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20304139672 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	
	Código	EQ-FO-01
	Versión	01
	Fecha	15-03-2022
	Página	2 de 4

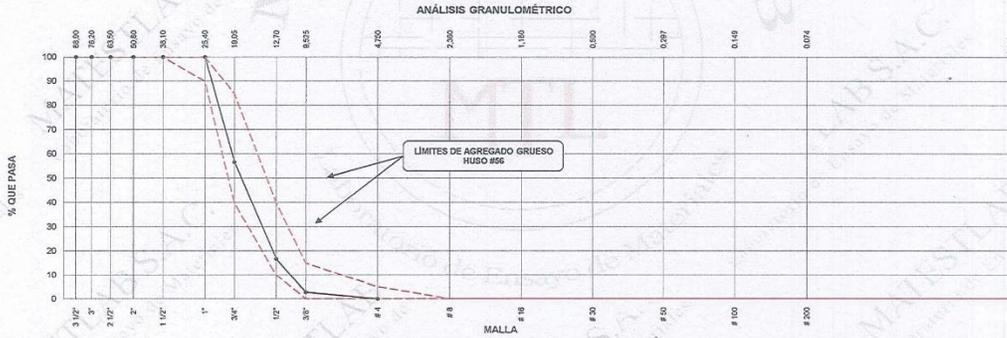
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	15/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 15/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56					
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP" "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 100.00
3 1/2"	89.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00 90.00
3/4"	19.05 mm	1192.1	43.48	43.48	90.00 85.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	83.38	85.00 40.00
3/8"	9.53 mm	370.2	13.97	97.25	40.00 15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	15.00 5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	5.00 0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00 0.00

TARA	555.2
T+MH	3575.6
T+MS	3573.2
T+ML	3550.2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Específ. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Específ. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2658
P. Específ. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2688
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1660
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1570
Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.78
Contenido de Humedad (%)	0.08



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KEVIN RIVERA TINOSO LOZADA INGENIERO CIVIL ROL CIP N° 183999	Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20614739572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	IQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	15-03-2022
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Siguéñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	15/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 15/03/2022	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	1% A.R - 2% C.H

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA  
 $F'_{cr} = 294$

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO  
Cemento = 345 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO  
 $R_{a/c} = 0,56$

6. FACTOR CEMENTO  
Bolsas x m3 = 8,1 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua = 193 L

7. CÁLCULO DEL PESO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO  
6,89 kg x m3 2,0%

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 1,5%

8. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO MENOS EL REMPLAZO DE CÁSCARA DE HUEVO  
337,75 kg x m3

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0,1094 m3
Agua	1000 kg/m3	0,1930 m3
Aire	---	0,0150 m3
Volumen de pasta		0,3174 m3
Volumen de agregados		0,6826 m3

10. CÁLCULO DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO  
3,45 kg x m3 1,0%

11. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS  
Agregado grueso = 0,3724 m3 = 979 kg  
Agregado fino = 0,3102 m3 = 836 kg

14. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m3  
Cemento SOL Tipo 1 10,34 kg  
Agua 6,40 L  
Agregado grueso 29,41 kg  
Agregado fino 25,20 kg  
Slump Obtenido 4 1/2"  
Ceniza de cáscara de huevo 0,21 kg  
Fibra de acero reciclado 0,10 kg

12. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD  
Agregado grueso 980 kg  
Agregado fino 840 kg

13. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD  
Agua 213 L

15. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA  
CEM A.F. A.G. AGUA  
1 : 2,4 : 2,84 : 26,3 L / bolsa

**OBSERVACIONES:**

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFES DE	COC - LEM
	M:		
	A:		
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		MATESTLAB S.A.C. RUC 2060138572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	16-03-2022
		Página	1 de 4

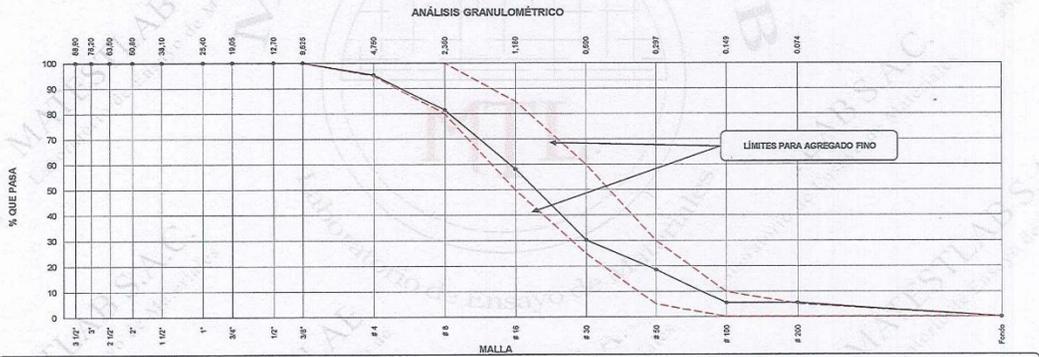
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

PROYECTO	Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	16/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	16/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: M1		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUPP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3 1/2"	88,90 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	12,70 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	9,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
# 4	4,75 mm	30,0	4,85	4,85	65,35	95,00
# 8	2,36 mm	90,0	13,95	18,60	81,40	80,00
# 16	1,18 mm	150,0	23,28	41,88	58,14	50,00
# 30	0,59 mm	180,0	27,91	69,77	30,23	25,00
# 50	0,30 mm	75,0	11,63	81,40	18,60	5,00
# 100	0,15 mm	85,0	13,18	94,57	5,43	0,00
# 200	0,07 mm	0,0	0,00	94,57	5,43	0,00
Fondo	0,01 mm	35,0	5,43	100,00	0,00	0,00

TARA	238,2
T+MH	3235,2
T+MS	3222,1
T+ML	3259,2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2595
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2745
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1775
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1650
Absorción (%)	1,80
Contenido de Humedad (%)	0,47
Módulo de Fineza	3,11
% < Malla N° 200 (0,75 µm)	0,53



<b>MATESTLAB S.A.C.</b> REALIZADO POR Nombre y firma: 	<b>MATESTLAB S.A.C.</b> VERIFICADO POR Nombre y firma: KELLY YANET ROSCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC: DIF N° 183999	<b>MATESTLAB S.A.C.</b> AUTORIZADO POR Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C RUC: 20614789572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
---	---	---

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	BQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	16-03-2022
		Página	2 de 4

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

PROYECTO : Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022. REGISTRO N°: 2022 - TS221

SOLICITANTE : Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo REALIZADO POR : D. Castillo

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : H. Flores

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO : 16/03/2022

FECHA DE EMISIÓN : 16/03/2022 TURNO : Diumo

Código de Muestra : ---  
 Lote : ---  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1192.1	43.48	56.52	40.00	65.00
1/2"	12.70 mm	1067.4	39.90	63.38	16.62	10.00
3/8"	9.53 mm	370.2	13.97	97.35	2.65	0.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00	0.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 30	0.60 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 200	0.075 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00

TARA	555.2
T+MH	3575.6
T+MS	3573.2
T+ML	3550.2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2650
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2650
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2698
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1660
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1570
Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	VERIFICADO POR Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY ROSA TIRUCOLOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	AUTORIZADO POR Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20604736572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL



	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	16/03/2022
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Siguññas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	16/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 16/03/2022	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	1% A.R - 4% C.H

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	$F'_{cr} = 294$	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO	Cemento = 345 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	$R_{a/c} = 0,96$	6. FACTOR CEMENTO	Bolsas x m <sup>3</sup> = 8,1 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	Agua = 193 L	7. CÁLCULO DEL PESO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	13,79 kg x m <sup>3</sup> 4,0%
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	Aire = 1,5%	8. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO MENOS EL REPLAZO DE CÁSCARA DE HUEVO	330,86 kg x m <sup>3</sup>

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS	10. CÁLCULO DE LA ADICION DE FIBRA DE ACERO RECICLADO																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0,1094 m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0,1930 m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0,0150 m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Volumen de pasta 0,3174 m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Volumen de agregados 0,8826 m<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>	INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1094 m <sup>3</sup>	Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,1930 m <sup>3</sup>	Aire	---	0,0150 m <sup>3</sup>	Volumen de pasta 0,3174 m <sup>3</sup>			Volumen de agregados 0,8826 m <sup>3</sup>			<table border="1"> <thead> <tr> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>TM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,08%</td> <td>1,01%</td> <td>7,48</td> <td>1570</td> <td>3/4</td> </tr> <tr> <td>0,47%</td> <td>1,80%</td> <td>3,11</td> <td>1650</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM	0,08%	1,01%	7,48	1570	3/4	0,47%	1,80%	3,11	1650	
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1094 m <sup>3</sup>																																
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,1930 m <sup>3</sup>																																
Aire	---	0,0150 m <sup>3</sup>																																
Volumen de pasta 0,3174 m <sup>3</sup>																																		
Volumen de agregados 0,8826 m <sup>3</sup>																																		
HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM																														
0,08%	1,01%	7,48	1570	3/4																														
0,47%	1,80%	3,11	1650																															

11. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	14. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA
Agregado grueso = 0,3724 m <sup>3</sup> = 979 kg	0,03 m <sup>3</sup>
Agregado fino = 0,3102 m <sup>3</sup> = 836 kg	Cemento SOL Tipo 1 10,34 kg
12. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	Agua 6,40 L
Agregado grueso 980 kg	Agregado grueso 29,41 kg
Agregado fino 840 kg	Agregado fino 25,20 kg
13. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	Slump Obtenido 5"
Agua 213 L	Ceniza de cáscara de huevo 0,41 kg
	Fibra de acero reciclado 0,10 kg
	15. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
	- CEM A.F. A.G. AGUA
	1 : 2,4 : 2,84 : 26,3 L / bolsa

OBSERVACIONES:  
 \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB S.A.C.			
 <p>TECNÓLOGO LEM</p> <p>Nombre y firma: _____</p> <p>Mi: _____</p>	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma: _____</p> <p>Mi: _____</p>	<p>ODG - LEM</p> <p>Nombre y firma: _____</p> <p>Mi: _____</p>	<p>Nombre y firma: _____</p> <p>Mi: _____</p>
<p>MATESTLAB S.A.C.</p> <p>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</p>		<p>MATESTLAB S.A.C.</p> <p>RUC 2060185272</p> <p>NICOLLE OLIVERA BARRETO</p> <p>GERENTE GENERAL</p>	

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	17-03-2022
		Página	1 de 4

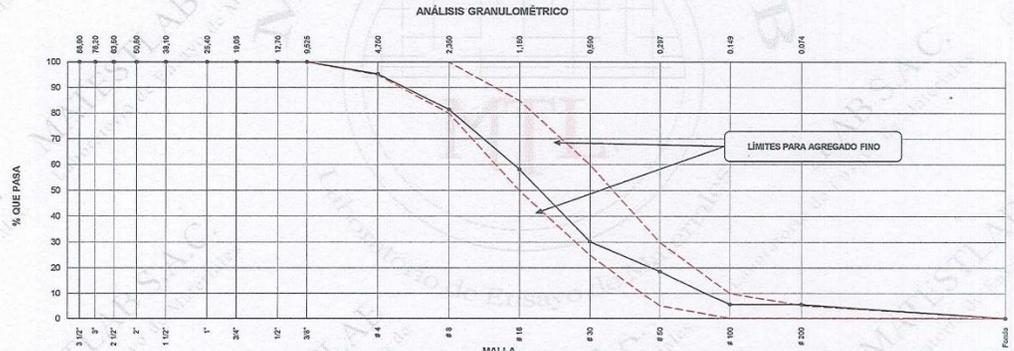
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

PROYECTO	Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	17/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	17/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: M1		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3 1/2"	89,00 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	12,70 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	9,53 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
# 4	4,75 mm	39,0	4,65	4,65	85,35	100,00
# 5	2,36 mm	20,0	13,55	18,60	81,40	100,00
# 10	1,18 mm	150,0	23,28	41,88	58,14	85,00
# 20	0,85 mm	180,0	27,91	69,77	30,23	25,00
# 30	0,60 mm	75,0	11,63	81,40	18,60	5,00
# 100	0,15 mm	85,0	13,18	94,57	5,43	0,00
# 200	0,07 mm	0,0	0,00	94,57	5,43	0,00
Fondo	0,01 mm	35,0	5,43	100,00	0,00	0,00

TARA	238,2
T+MH	3236,2
T+MS	3222,1
T+ML	3208,2

P. Especif. de Masa Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2695
P. Especif. de Masa SSS (g/cm <sup>3</sup> )	2710
P. Especif. de Masa Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2745
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1775
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1650
Absorción (%)	1,80
Contenido de Humedad (%)	0,47
Módulo de Fineza	3,11
% < Malla N° 200 (0,75 µm)	0,53



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma:  	VERIFICADO POR Nombre y firma:  KELVIN TINDOCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC: CIP N° 183999	AUTORIZADO POR Nombre y firma:   NICOLLE COMBA BARRERO GERENTE GENERAL

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	17-03-2022
		Página	2 de 4

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

PROYECTO : Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022. REGISTRO N°: 2022 - TS221

SOLICITANTE : Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo REALIZADO POR : D. Castillo

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : H. Flores

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO : 17/03/2022

FECHA DE EMISIÓN : 17/03/2022 TURNO : Diurno

Código de Muestra : ---  
 Lote : ---  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56					
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1152.1	43.48	56.52	40.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	63.38	16.62
3/8"	9.53 mm	370.2	13.97	97.35	2.65
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00

TARA	555.2
T+MH	3575.6
T+MS	3573.2
T+ML	3550.2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Específ. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Específ. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2638
P. Específ. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2698
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1660
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1570
Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



REALIZADO POR Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	VERIFICADO POR Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC: 2017113559	AUTORIZADO POR Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20501738572 NICOLLE GIMPA BARRETO GERENTE GENERAL
--	---	--

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	17-03-2022
		Página	3 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	Joselyn Tilo Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	17/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	17/03/2022	TURNO :	Diurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	1% A.R - 6% C.H

- |  |   |
|--|---|
| 1. RELACION AGUA CEMENTO<br>R a/c = 0,56             | 6. PORCENTAJE DE CENIZA DE CASCARA DE HUEVO<br>Porcentaje: 6,0% |
| 2. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 193 L | 7. PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO RECICLADO<br>Porcentaje: 1,0%   |
| 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 1,5%          |   |

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	0,08%	1,01%	7,48	1570	1660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	0,47%	1,80%	3,11	1650	1775	

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020

MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM	D.	CCG - LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		MATESTLAB S.A.C. RUC 2060438572	
		NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	BQ-VO-01
		Versión	01
		Fecha	17-03-2022
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

<b>PROYECTO</b>	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	2022 - TS221
<b>SOLICITANTE</b>	: Joselyn Tito Siguñías / Lesly Mabel Elías Alamo	<b>REALIZADO POR :</b>	D. Castillo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: -	<b>REVISADO POR :</b>	H. Flores
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE VACIADO :</b>	17/03/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 17/03/2022	<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Procedencia</b>	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	<b>Asentamiento:</b>	3" - 4"
<b>Cemento</b>	: Cemento SOL Tipo 1	<b>Código de mezcla:</b>	1% A.R. - 6% C.H

**1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA**

$F'_{cr} = 294$

**2. RELACIÓN AGUA CEMENTO**

$R_{a/c} = 0,56$

**3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA**

Agua = 193 L

**4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO**

Aire = 1,5%

**5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO**

Cemento = 345 kg

**6. FACTOR CEMENTO**

Bolsas x m<sup>3</sup> = 8,1 Bolsas

**7. CÁLCULO DEL PESO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO**

20,68 kg x m<sup>3</sup> 6,0%

**8. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO MENOS EL REPLAZO DE CÁSCARA DE HUEVO**

323,96 kg x m<sup>3</sup>

**9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS**

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1094 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,1930 m <sup>3</sup>
Aire	---	0,0150 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	---
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	---
Volumen de pasta		0,3174 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados		0,6826 m <sup>3</sup>

**10. CÁLCULO DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO**

3,45 kg x m<sup>3</sup> 1,0%

**11. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS**

Agregado grueso = 0,3724 m<sup>3</sup> = 979 kg

Agregado fino = 0,3102 m<sup>3</sup> = 836 kg

**12. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado grueso 980 kg

Agregado fino 840 kg

**13. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD**

Agua 213 L

**14. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA** 0,03 m<sup>3</sup>

Cemento SOL Tipo 1 10,34 kg

Agua 6,40 L

Agregado grueso 29,41 kg

Agregado fino 25,20 kg

Slump Obtenido 5 1/2"

Ceniza de cáscara de huevo 0,62 kg

Fibra de acero reciclado 0,10 kg

**15. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA**

CEM A.F. A.G. AGUA  
1 : 2,4 : 2,84 : 26,3 L / bolsa

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEMA	D:
 Nombre y Firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales		 Nombre y Firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELLY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC: CIP N° 183999	 Nombre y Firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20401735072 NICOLE GUMPA BARRETO COORDINADORA GENERAL

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-PO-01
		Versión	01
		Fecha	18-03-2022
		Página	1 de 4

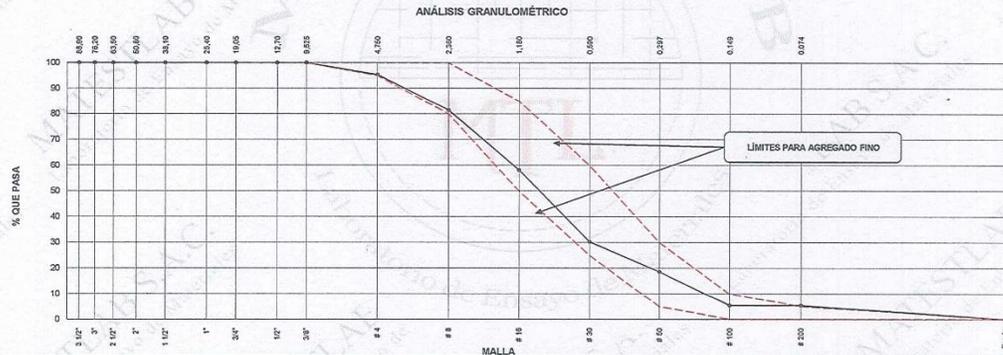
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	18/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 18/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: M1		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3 1/2"	89,00 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	12,70 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	9,53 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
# 4	4,75 mm	33,0	4,65	95,35	95,00	100,00
# 5	2,36 mm	90,0	13,95	86,00	81,40	100,00
# 10	1,18 mm	150,0	23,28	76,72	75,00	100,00
# 20	0,59 mm	180,0	27,91	72,09	75,00	100,00
# 30	0,30 mm	75,0	11,63	88,37	85,00	100,00
# 100	0,15 mm	85,0	13,18	86,82	85,00	100,00
# 200	0,07 mm	0,0	0,00	100,00	100,00	100,00
Fondo	0,01 mm	35,0	5,43	94,57	90,00	100,00

TARA	238,2
T+MH	3236,2
T+MS	3222,1
T+ML	3208,2

P. Específ. de Masa Seco (kg/m³)	2695
P. Específ. de Masa SSS (kg/m³)	2710
P. Específ. de Masa Aparente (kg/m³)	2745
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1775
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1650
Absorción (%)	1,80
Contenido de Humedad (%)	0,47
Módulo de Fineza	3,11
% < Malla N° 200 (0,75 µm)	0,53



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	VERIFICADO POR Nombre y firma:  <b>KELY YANINA TRUJILLO LOZADA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 143399	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 2064732572 NICO ZE CUEVA BARRETO GENERAL

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	18-03-2022
		Página	2 de 4

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

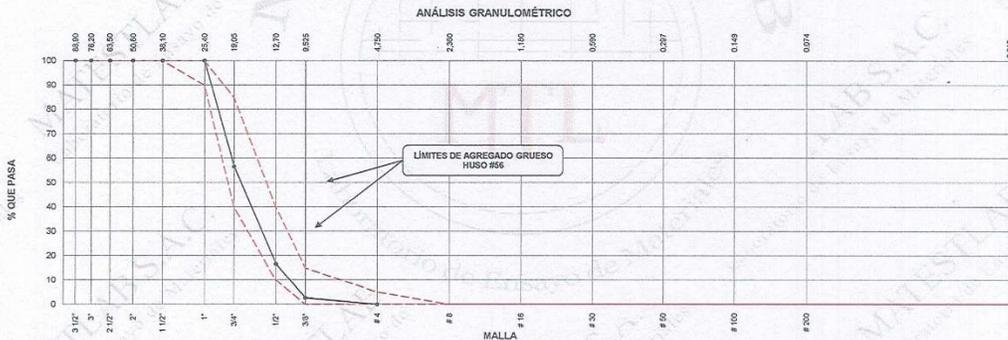
PROYECTO	Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elias Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	18/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	18/03/2022	TURNO :	Diurno

Código de Muestra : ---  
 Lote : ---  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56					
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,0	0,00	100,00	100,00
3 1/2"	89,20 mm	0,0	0,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	1192,1	43,48	56,52	40,00
1/2"	12,70 mm	1057,4	39,90	83,38	16,62
3/8"	9,53 mm	370,2	13,97	97,35	2,65
# 4	4,75 mm	70,3	2,65	100,00	0,00
# 8	2,36 mm	0,0	0,00	100,00	0,00
# 16	1,18 mm	0,0	0,00	100,00	0,00
# 30	0,59 mm	0,0	0,00	100,00	0,00
# 50	0,30 mm	0,0	0,00	100,00	0,00
# 100	0,15 mm	0,0	0,00	100,00	0,00
# 200	0,07 mm	0,0	0,00	100,00	0,00
Fondo	0,01 mm	0,0	0,00	100,00	0,00

TARA	555,2
T+MH	3575,6
T+MS	3573,2
T+ML	3550,2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2558
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2558
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1660
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1570
Absorción (%)	1,01
Tamaño Máximo	1
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Finiza	7,41
% < Malla N° 200 (0,75 µm)	0,76
Contenido de Humedad (%)	0,08



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma: 	VERIFICADO POR Nombre y firma: KELY YARINA TITO LOZADA INGENIERO CIVIL R.O.C. CIP N° 183959	AUTORIZADO POR Nombre y firma: 

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	HQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	18-03-2022
		Página	3 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: --	REVISADO POR :	H.Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	18/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 18/03/2022	TURNO :	Diurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	2% A.R - 2% C.H

- |  |   |
|--|---|
| 1. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br>R a/c = 0,56             | 6. PORCENTAJE DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO<br>Porcentaje: 2,0% |
| 2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 193 L | 7. PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO RECICLADO<br>Porcentaje: 2,0%   |
| 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 1,5%          |   |

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	--						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	0,08%	1,01%	7,48	1570	1660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	0,47%	1,80%	3,11	1650	1775	

OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	COC - LEM	D:
 Nombre y firma: KELY YANET LOZADA INGENIERO CIVIL RUC CIP N° 183999		 Nombre y firma: NICOLÁS ANTONIO BARRERO GERENTE GENERAL	

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	IQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	18/03/2022
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joseph Tito Siguññas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	18/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 18/03/2022	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	2% A.R - 2% C.H

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	F'cr = 294	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO	Cemento = 345 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	R a/c = 0,56	6. FACTOR CEMENTO	Bolsas x m <sup>3</sup> = 8,1 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	Agua = 193 L	7. CÁLCULO DEL PESO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	6,89 kg x m <sup>3</sup> 2,0%
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	Aire = 1,5%	8. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO MENOS EL REPLAZO DE CÁSCARA DE HUEVO	337,75 kg x m <sup>3</sup>

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS	10. CÁLCULO DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0,1094 m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0,1930 m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0,0150 m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0,3174 m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0,6826 m<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>	INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1094 m <sup>3</sup>	Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,1930 m <sup>3</sup>	Aire	---	0,0150 m <sup>3</sup>	Volumen de pasta		0,3174 m <sup>3</sup>	Volumen de agregados		0,6826 m <sup>3</sup>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>TM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,08%</td> <td>1,01%</td> <td>7,48</td> <td>1570</td> <td>3/4</td> </tr> <tr> <td>0,47%</td> <td>1,80%</td> <td>3,11</td> <td>1650</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM	0,08%	1,01%	7,48	1570	3/4	0,47%	1,80%	3,11	1650	
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO																																
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1094 m <sup>3</sup>																																
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,1930 m <sup>3</sup>																																
Aire	---	0,0150 m <sup>3</sup>																																
Volumen de pasta		0,3174 m <sup>3</sup>																																
Volumen de agregados		0,6826 m <sup>3</sup>																																
HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM																														
0,08%	1,01%	7,48	1570	3/4																														
0,47%	1,80%	3,11	1650																															

11. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	14. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA
Agregado grueso = 0,3724 m <sup>3</sup> = 979 kg	0,03 m <sup>3</sup>
Agregado fino = 0,3102 m <sup>3</sup> = 836 kg	Cemento SOL Tipo 1 10,34 kg
12. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	Agua 6,40 L
Agregado grueso 980 kg	Agregado grueso 29,41 kg
Agregado fino 840 kg	Agregado fino 25,20 kg
13. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	Slump Obtenido 5"
Agua 213 L	Ceniza de cáscara de huevo 0,21 kg
	Fibra de acero reciclado 0,21 kg
	15. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
	CEM A.F. A.G. AGUA
	1 : 2,4 : 2,84 : 26,3 L / bolsa

OBSERVACIONES:  
 \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. Nombre y firma: KELY TANTIN LUCIO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. C.º N° 183555	COD - LEM Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738572 NICOLLE QUIMBARRETO GERENTE GENERAL	

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-PO-01
		Versión	01
		Fecha	22-03-2022
		Página	1 de 4

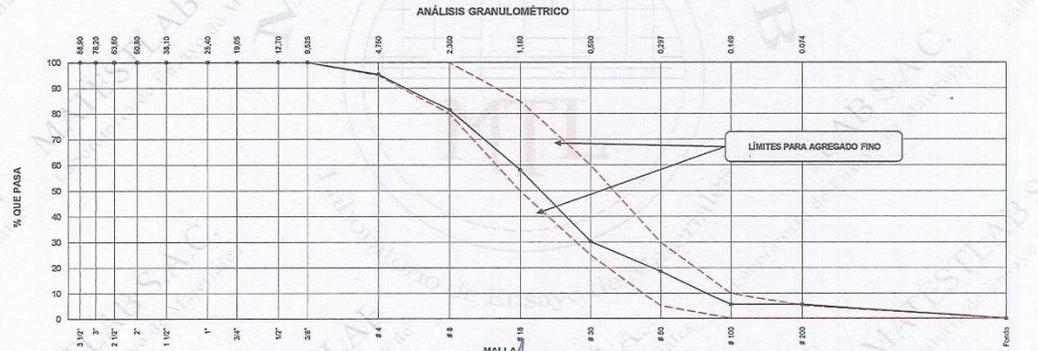
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

PROYECTO	Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	22/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	22/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	M1		
Lote	---		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3 1/2"	89,00 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	12,70 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	9,53 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
# 4	4,75 mm	35,0	4,65	95,35	85,00	100,00
# 8	2,36 mm	90,0	13,55	86,45	60,00	100,00
# 16	1,18 mm	150,0	23,25	76,75	50,00	85,00
# 30	0,59 mm	180,0	27,61	72,39	25,00	60,00
# 50	0,30 mm	75,0	11,63	88,37	5,00	30,00
# 100	0,15 mm	85,0	13,18	86,82	5,43	10,00
# 200	0,07 mm	0,0	0,00	100,00	5,43	5,00
Fondo	0,01 mm	35,0	4,63	100,00	0,00	0,00

TARA	238,2
T+MH	3236,2
T+MS	3221,1
T+ML	3206,2

P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2655
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2745
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1775
P. Unitario Suolto (kg/m³)	1650
Absorción (%)	1,80
Contenido de Humedad (%)	0,47
Módulo de Fineza	3,11
% < Malla N° 200 (0,75 mm)	0,53



<p>REALIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>VERIFICADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC: CIP N° 183999</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20694738572 NICOLLE GILMA BARRETO INGENIERO CIVIL</p>
--	--	---

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-PO-01
		Versión	01
		Fecha	22-03-2022
		Página	2 de 4

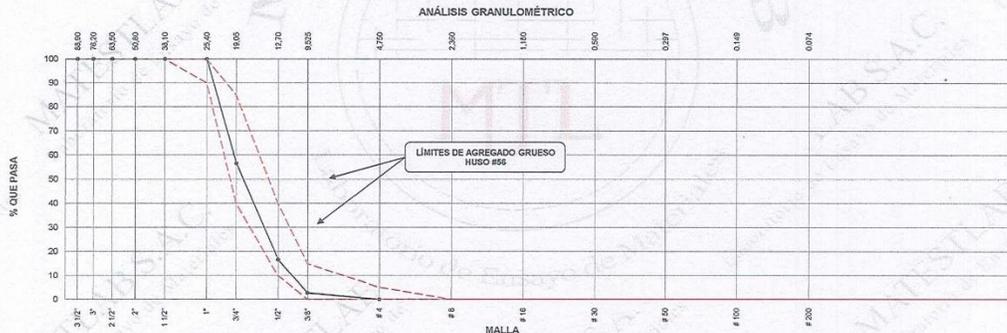
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	22/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 22/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3 1/2"	88,90 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	90,00
3/4"	19,05 mm	1122,1	43,48	43,48	96,82	40,00
1/2"	12,70 mm	1027,4	39,50	83,36	16,62	10,00
3/8"	9,53 mm	370,2	13,97	97,36	2,65	0,00
# 4	4,75 mm	70,3	2,65	100,00	0,00	0,00
# 8	2,36 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	0,00
# 16	1,18 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	0,00
# 30	0,59 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	0,00
# 50	0,30 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	0,00
# 100	0,15 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	0,00
# 200	0,07 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	0,00
Fondo	0,01 mm	0,0	0,00	100,00	0,00	0,00

TARA	555,2
T+MH	3375,6
T+MS	3373,2
T+ML	3550,2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2630
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2658
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2698
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1660
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1570
Absorción (%)	1,01
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Flexión	7,41
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0,76
Contenido de Humedad (%)	0,08



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 183999	Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 2060173872 ING. E. CLAY BARRETO

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	
	Código	EQ-PQ-01
	Versión	01
	Fecha	22-03-2022
	Página	3 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elias Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H.Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desamollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	22/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 22/03/2022	TURNO :	Diurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	2% A.R - 4% C.H

- |  |   |
|--|---|
| 1. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br>R a/c = 0,56             | 6. PORCENTAJE DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO<br>Porcentaje: 4,0% |
| 2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 193 L | 7. PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO RECICLADO<br>Porcentaje: 2,0%   |
| 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 1,5%          |   |

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m3	0,08%	1,01%	7,48	1570	1660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m3	0,47%	1,80%	3,11	1650	1775	

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020
Máquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021
Horno digital PT-H76 198L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	COO - LEM	D:
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	KELY YAN INGENIERO CIVIL R.G. CIP N° 183999	MATESTLAB S.A.C. RUC 20541735572	NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	BQ-VO-01
		Versión	01
		Fecha	22-03-2022
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Josephyn Tito Siguñes / Leidy Mabel Elías Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	22/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 22/03/2022	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	2% A.R - 4% C.H

- |   |  |
|---|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA<br>$F'_{cr} = 294$ | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO<br>Cemento = 345 kg   |
| 2. RELACION AGUA CEMENTO<br>$R_{a/c} = 0,86$                | 6. FACTOR CEMENTO<br>Bolsas x m <sup>3</sup> = 8,1 Bolsas  |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 193 L        | 7. CÁLCULO DEL PESO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO<br>13,79 kg x m <sup>3</sup> 4,0%                   |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 1,5%                 | 8. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO MENOS EL REMPLAZO DE CÁSCARA DE HUEVO<br>330,86 kg x m <sup>3</sup> |

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS	10. CÁLCULO DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO 6,89 kg x m <sup>3</sup> 2,0%
-------------------------------------	--

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1094 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,1930 m <sup>3</sup>
Aire	---	0,0150 m <sup>3</sup>

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	0,08%	1,01%	7,48	1570	3/4
Agregado fino	0,47%	1,80%	3,11	1650	-

Volumen de pasta: 0,3174 m<sup>3</sup>  
Volumen de agregados: 0,6826 m<sup>3</sup>

- |   |   |
|---|---|
| 11. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS<br>Agregado grueso = 0,3724 m <sup>3</sup> = 979 kg<br>Agregado fino = 0,3102 m <sup>3</sup> = 836 kg | 14. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m <sup>3</sup><br>Cemento SOL Tipo 1 10,34 kg<br>Agua 6,40 L<br>Agregado grueso 29,41 kg<br>Agregado fino 25,20 kg<br>Slump Obtenido 5 1/2"<br>Ceniza de cáscara de huevo 0,41 kg<br>Fibra de acero reciclado 0,21 kg |
| 12. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD<br>Agregado grueso 980 kg<br>Agregado fino 840 kg                             | 15. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA<br>CEM A.F. A.G. AGUA<br>1 : 2,4 : 2,84 : 26,3 L / bolsa  |
| 13. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD<br>Agua 213 L   |   |

OBSERVACIONES:  
 \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

<p align="center">MATESTLAB SAC</p>			
<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma: </p> <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Material</p>	<p>DI</p> <p>Nombre y firma: </p> <p>MATESTLAB S.A.C.</p> <p>KELY YANINA MARCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183959</p>	<p>COG - LEM</p> <p>Nombre y firma: </p> <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 20604758572</p> <p>NICOLE GUMPA BARRETO GENERAL</p>	<p>DI</p> <p>DI</p> <p>DI</p>

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	23-03-2022
		Página	1 de 4

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	23/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 23/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: M1		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.00 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	30.0	4.65	95.35	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	90.0	13.96	86.04	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	150.0	23.26	72.74	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	160.0	27.91	72.09	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	75.0	11.63	60.46	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	85.0	13.18	86.82	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.57	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	35.0	5.43	100.00	0.00	0.00

TARA	238.2
T+MH	3235.2
T+MS	3222.1
T+ML	3235.2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2695
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2745
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1775
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1650
Absorción (%)	1.80
Contenido de Humedad (%)	0.47
Módulo de Fincaza	3.11
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.53



REALIZADO POR Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	VERIFICADO POR Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA GARCIA LOZADA Reg. Civil N° 133599	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20904734572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
---	--	--

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	23-03-2022
		Página	2 de 4

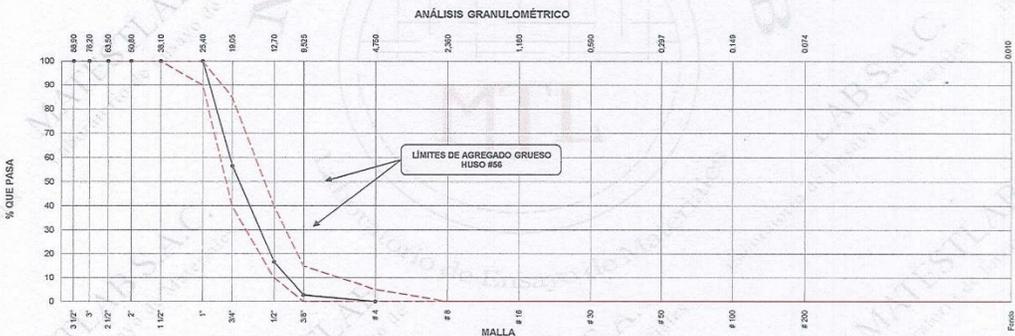
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	23/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 23/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00
3/4"	19.05 mm	1152.1	43.48	43.48	96.52	40.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	83.38	16.62	40.00
3/8"	9.50 mm	370.2	13.97	97.35	2.65	15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00	0.00
# 6	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 10	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 20	0.85 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 40	0.425 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 60	0.25 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 200	0.075 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00

TARA	555.2
T+MH	3575.6
T+MS	3573.2
T+ML	3350.2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Específ. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2630
P. Específ. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2658
P. Específ. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2698
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1660
P. Unitario Suolto (kg/m <sup>3</sup> )	1570
Abstrón (%)	1.01
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Finiza	7.41
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08



<b>MATESTLAB SAC</b> REALIZADO POR Nombre y firma: 	<b>MATESTLAB S.A.C.</b> VERIFICADO POR Nombre y firma: KELY VILLACRUZ INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 183959	<b>MATESTLAB S.A.C.</b> AUTORIZADO POR Nombre y firma: NICOLLE QUMPA BARRETO TECN. CENTRAL
--	---	--

 <p style="text-align: center;"><b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b></p>	Código	RQ-PQ-01
	Versión	01
	Fecha	23-03-2022
	Página	3 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	23/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 23/03/2022	TURNO :	Díurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	2% A.R - 6% C.H

- |  |   |
|--|---|
| 1. RELACION AGUA CEMENTO<br>R a/c = 0,56             | 6. PORCENTAJE DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO<br>Porcentaje: 6,0% |
| 2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 193 L | 7. PORCENTAJE DE FIBRA DE ACERO RECICLADO<br>Porcentaje: 2,0%   |
| 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 1,5%          |   |

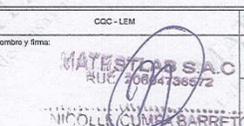
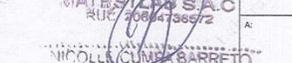
4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m3	0,08%	1,01%	7,48	1570	1660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m3	0,47%	1,80%	3,06	1650	1775	

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO				
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN	
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020	
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020	
Máquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021	
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020	

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
			
			
			Nombre y firma: 
			M:
			A:
			

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	
	Código	EQ-RO-01
	Versión	01
	Fecha	23-03-2022
	Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO :	Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE :	Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO :	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO :	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO:	23/03/2022
FECHA DE EMISIÓN :	23/03/2022	TURNO :	Diurno
Agregado :	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia :	AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento :	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	2% A.R - 6% C.H

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA  
 $F'_{cr} = 294$

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO  
Cemento = 345 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO  
 $R_{a/c} = 0,56$

6. FACTOR CEMENTO  
Bolsas x m<sup>3</sup> = 8,1 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua = 193 L

7. CÁLCULO DEL PESO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO  
20,68 kg x m<sup>3</sup> 6,0%

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 1,5%

8. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO MENOS EL REPLAZO DE CÁSCARA DE HUEVO  
323,96 kg x m<sup>3</sup>

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

10. CÁLCULO DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO RECICLADO  
6,89 kg x m<sup>3</sup> 2,0%

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1094 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,1930 m <sup>3</sup>
Aire	---	0,0150 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	---
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	---
Volumen de pasta		0,3174 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados		0,6826 m <sup>3</sup>

HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
0,08%	1,01%	7,48	1570	3/4
0,47%	1,80%	3,06	1650	

11. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0,3724 m<sup>3</sup> = 979 kg  
Agregado fino = 0,3102 m<sup>3</sup> = 836 kg

14. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m<sup>3</sup>

Cemento SOL Tipo 1 10,34 kg  
Agua 6,40 L  
Agregado grueso 29,41 kg  
Agregado fino 25,20 kg  
Slump Obtenido 6"  
Ceniza de cáscara de huevo 0,62 kg  
Fibra de acero reciclado 0,21 kg

12. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 980 kg  
Agregado fino 840 kg

13. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 213 L

15. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA  
CEM A.F. A.G. AGUA  
1 : 2,4 : 2,84 : 26,3 L / bolsa

**OBSERVACIONES:**

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	MATESTLAB S.A.C.	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
			
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	
		Nombre y firma:	M:
			
		MATESTLAB S.A.C. RUC 2060738672	
		NICOLLE GUERRA BARRETO GERENTE GENERAL	

	<b>DISÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	11-03-2022
		Página	1 de 4

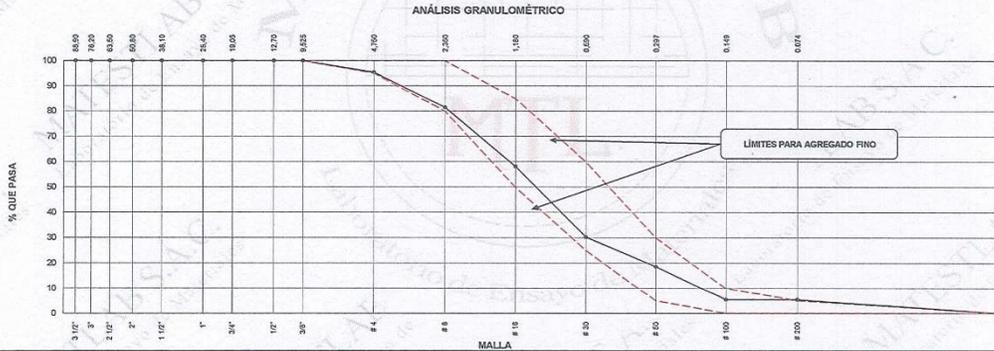
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elias Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H.Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	11/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 11/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: M1		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LM SUPP"	ASTM "LM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.75 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	30.0	4.65	4.65	95.35	95.00
# 5	2.96 mm	90.0	13.95	18.60	81.40	80.00
# 16	1.18 mm	150.0	23.28	41.88	58.14	50.00
# 30	0.59 mm	180.0	27.91	69.77	30.23	25.00
# 50	0.30 mm	75.0	11.63	81.40	18.60	5.00
# 100	0.15 mm	85.0	13.18	94.57	5.43	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.57	5.43	0.00
Fondo	0.01 mm	35.0	5.43	100.00	0.00	0.00

TARA	238.2
T+MH	3238.2
T+MS	3222.1
T+ML	3206.2

P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2695
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2710
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2745
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1775
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1650
Absorción (%)	1.80
Contenido de Humedad (%)	0.47
Módulo de Finiza	3.11
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.53



 REALIZADO POR Nombre y firma: <i>[Firma]</i> <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. VERIFICADO POR Nombre y firma: <i>[Firma]</i> <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA TINOCO LOZADA Reg. N° 177133989	AUTORIZADO POR Nombre y firma: <i>[Firma]</i> <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20604788572 NICOLE CUMBA BARRETO GENERAL
--	---	---

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	11-03-2022
		Página	2 de 4

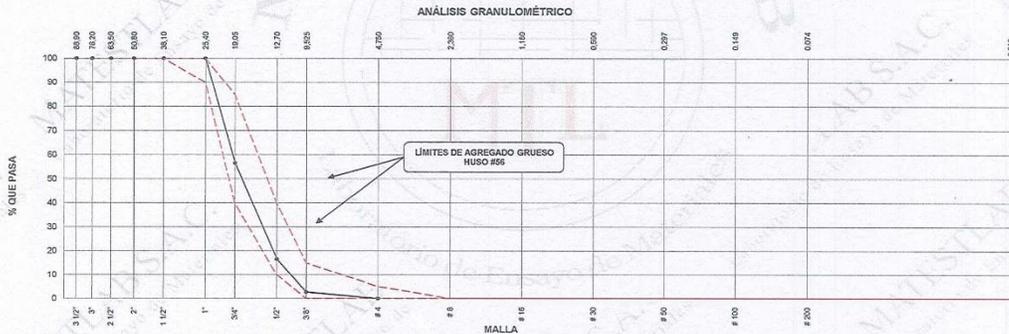
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	11/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 11/03/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Paso Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.00 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1152.1	43.48	56.52	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1057.4	39.90	83.38	16.62	40.00
3/8"	9.50 mm	370.2	13.97	97.35	2.65	15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.65	100.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00

TARA	555.2
T+MH	3575.6
T+MS	3573.2
T+ML	3550.2

P. Específ. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2530
P. Específ. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2658
P. Específ. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2698
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1650
P. Unitario Suavito (kg/m <sup>3</sup> )	1570
Absorción (%)	1.01
Tamaño Máximo	1
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.41
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.76
Contenido de Humedad (%)	0.08



<b>MATESTLAB SAC</b> REALIZADO POR Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	<b>MATESTLAB SAC</b> VERIFICADO POR Nombre y firma: <b>KELY YANARA TUCO LOZADA</b> REG. INSCR. CIVIL 123599	<b>MATESTLAB SAC</b> AUTORIZADO POR Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 2060738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> REG. INSCR. CIVIL 112531
--	--	---

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	11-03-2022
		Página	3 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H.Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	11/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 11/03/2022	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	PATRON

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0,56

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 193 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1,5%

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECIFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	0,08%	1,01%	7,48	1570	1660	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	0,47%	1,80%	3,11	1650	1775	

OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Chauus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020
Máquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020

MATESTLAB SAC			
	TECNICO LEM M: D: A:	MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales M: D: A:	CCC - LEM M: D: A:
Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 183999		Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. RUC 2064734572 NICOLLE CUMPA BARRETO C.C.C.C. - LEM	

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FD-01
		Verión	01
		Fecha	11-03-2022
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO :	Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado, Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE :	Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO :	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO :	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	11/03/2022
FECHA DE EMISIÓN :	11/03/2022	TURNO :	Diurno
Agregado :	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia :	AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento :	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA  
F'cr = 294

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO  
Cemento = 345 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO  
R a/c = 0,56

6. FACTOR CEMENTO  
Bolsas x m<sup>3</sup> = 8,1 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua = 193 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 1,5%

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1094 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,1930 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0,0150 m <sup>3</sup>					
Agregado grueso	2630 kg/m <sup>3</sup>	---	0,08%	1,01%	7,48	1570	3/4
Agregado fino	2695 kg/m <sup>3</sup>	---	0,47%	1,80%	3,11	1650	
Volumen de pasta		0,3174 m <sup>3</sup>					
Volumen de agregados		0,6826 m <sup>3</sup>					

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS  
Agregado grueso = 0,3724 m<sup>3</sup> = 979 kg  
Agregado fino = 0,3102 m<sup>3</sup> = 836 kg

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m<sup>3</sup>  
Cemento SOL Tipo 1 10,34 kg  
Agua 6,40 L  
Agregado grueso 29,41 kg  
Agregado fino 25,20 kg  
Slump Obtenido 4"

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD  
Agregado grueso 980 kg  
Agregado fino 840 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD  
Agua 213 L

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA  
CEM A.F. A.G. AGUA  
1 : 2,4 : 2,84 : 26,3 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM Nombre y firma: D: _____ M: _____ A: _____	MATESTLAB S.A.C. Nombre y firma: D: _____ M: _____ A: _____	COC - LEM Nombre y firma: D: _____ M: _____ A: _____	

	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ENSAYO DE PERDIDA DE TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO FRESCO</b>	Código	EQ-RO-01
		Versión	01
		Fecha	29-04-2022
		Página	1 de 1

PROYECTO	Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS21
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo	REALIZADO POR :	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K. Tinoco
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	20/04/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 20/04/2022	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Diseño Patron / D. 1% F.A.R - 2% C.C.H / D. 1% F.A.R - 4% C.C.H / D. 1% F.A.R - 6% C.C.H / D. 2% F.A.R - 2% C.C.H / D. 2% F.A.R - 4% C.C.H / D. 2% F.A.R - 6% C.C.H		
Presentación	: Concreto en estado fresco		
$f'c$ de diseño	: $210 \text{ kg/cm}^2$		

ENSAYO DE PERDIDA DE TRABAJABILIDAD											
IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP	IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP	IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
DISEÑO PATRON	8:20 AM	26,9°	4"	D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	9:35 AM	26,4°	4 1/2"	D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	9:50 AM	26,6°	5"
DISEÑO PATRON	8:50 AM	27,6°	3 1/2"	D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	10:05 AM	27,2°	4"	D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	10:20 AM	27,2°	4 1/2"
DISEÑO PATRON	9:20 AM	27,5°	2 1/2"	D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	10:35 AM	27,7°	3 1/2"	D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	10:50 AM	27,7°	3 1/2"
DISEÑO PATRON	9:50 AM	28,3°	1 1/2"	D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	11:05 AM	28,5°	2 1/2"	D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	11:20 AM	28,1°	2 1/2"
DISEÑO PATRON	10:20 AM	28,5°	1"	D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	11:35 AM	28,7°	1 1/2"	D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	11:50 AM	28,6°	1"
DISEÑO PATRON	10:50 AM	28,8°	1/2"	D. 1% F.A.R - 2% C.C.H	12:05 PM	28,8°	1/2"	D. 1% F.A.R - 4% C.C.H	12:20 PM	28,9°	1/2"

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	10:20 AM	26,5°	5 1/2"
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	10:50 AM	27,8°	4"
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	11:20 AM	28,5°	3 1/2"
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	11:50 AM	28,8°	2 1/2"
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	12:20 PM	28,9°	1 1/2"
D. 1% F.A.R - 6% C.C.H	12:50 PM	29,2°	1/2"

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	10:35 AM	26,1°	5"
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	11:05 AM	27,8°	4 1/2"
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	11:35 AM	27,9°	3"
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	12:05 PM	28,4°	2 1/2"
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	12:35 PM	28,7°	1 1/2"
D. 2% F.A.R - 2% C.C.H	1:05 PM	28,9°	1/2"

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	10:50 AM	26,3°	5 1/2"
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	11:20 AM	27,4°	4"
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	11:50 AM	27,7°	3 1/2"
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	12:20 PM	28,2°	2"
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	12:50 PM	28,7°	1"
D. 2% F.A.R - 4% C.C.H	1:20 PM	28,8°	1/2"

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	TEMPERATURA	SLUMP
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	11:05 AM	26,8°	6"
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	11:35 AM	27,7°	5"
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	12:05 PM	28,5°	4"
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	12:35 PM	28,5°	3"
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	1:05 PM	28,8°	1 1/2"
D. 2% F.A.R - 6% C.C.H	1:35 PM	29,4°	1/2"

OBSERVACIONES:  
\* Muestras elaboradas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/09/2021	CDR-A20-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/09/2021	CDR-A20-330
Termometro digital	ING-215	24/09/2021	CDR-A20-356
Cono de slump	ING-210	24/09/2021	CDR-A20-355

MATESTLAB SAC			
 TECNICO LEM Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales RUC 2086438572	D. M. A.	Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. RUC 2086438572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	D. M. A.

	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	30-03-2022
		Página	1 de 2

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H.Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	30/03/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 30/03/2022	TURNO :	Diumo
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
Fc de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	18/03/2022	7	15.1	30	29480	4
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	18/03/2022	7	15.1	30	30478	3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	11/03/2022	18/03/2022	7	15.1	30	29887	4
PROBETA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	22/03/2022	7	15.1	30	31482	4
PROBETA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	22/03/2022	7	15.1	30	31847	3
PROBETA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	16/03/2022	23/03/2022	7	15.1	30	31617	3
PROBETA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	23/03/2022	7	15.1	30	28570	4
PROBETA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	23/03/2022	7	15.1	30	28670	4
PROBETA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	17/03/2022	24/03/2022	7	15.1	30	28610	4
PROBETA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	24/03/2022	7	15.1	30	27900	4
PROBETA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	24/03/2022	7	15.1	30	27950	3
PROBETA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	18/03/2022	25/03/2022	7	15.1	30	27930	3
PROBETA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	25/03/2022	7	15.1	30	26800	4
PROBETA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	25/03/2022	7	15.1	30	26850	4
PROBETA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	19/03/2022	26/03/2022	7	15.1	30	26890	4
PROBETA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	29/03/2022	7	15.1	30	25990	3
PROBETA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	29/03/2022	7	15.1	30	25120	3
PROBETA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	23/03/2022	30/03/2022	7	15.1	30	25540	3
PROBETA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	30/03/2022	7	15.1	30	24850	3
PROBETA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	30/03/2022	7	15.1	30	24950	3
PROBETA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	24/03/2022	31/03/2022	7	15.1	30	24580	3

OBSERVACIONES:  
 \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.  
 \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC			
 TECNICO LEM Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	D:	JEFE LEM Nombre y firma: KELY YANET ZINCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	D:
	M:		M:
	A:	Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. RUC 20604736572 NICOLÁS CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	A:

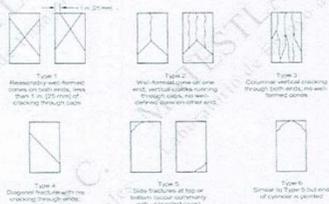
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39</b>		
	Código	EQ-FO-01	
	Versión	01	
	Fecha	30/03/2022	
		Página	2 de 2

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN**

<b>PROYECTO</b>	: Análisis de las propiedades físico- mecánicas de un concreto tradicional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	2022 - TS221
<b>SOLICITANTE</b>	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo	<b>REALIZADO POR :</b>	D. Castillo
<b>CÓDIGO DE PROYEC</b>	: ---	<b>REVISADO POR :</b>	H.Flores
<b>UBICACIÓN DE PROY</b>	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	30/03/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 30/03/2022	<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
<b>F'c de diseño</b>	: 210 kg/cm2		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	11/03/2022	18/03/2022	7 días	1.99	165 kg/cm2	78.4
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	11/03/2022	18/03/2022	7 días	1.99	170 kg/cm2	81.0
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm3	11/03/2022	18/03/2022	7 días	1.99	165 kg/cm2	78.9
PROBETA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	15/03/2022	22/03/2022	7 días	1.99	176 kg/cm2	83.7
PROBETA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	15/03/2022	22/03/2022	7 días	1.99	178 kg/cm2	84.7
PROBETA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H Fc = 210 kg/cm3	18/03/2022	23/03/2022	7 días	1.99	177 kg/cm2	84.1
PROBETA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	16/03/2022	23/03/2022	7 días	1.99	160 kg/cm2	76.0
PROBETA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	16/03/2022	23/03/2022	7 días	1.99	160 kg/cm2	76.2
PROBETA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H Fc = 210 kg/cm3	17/03/2022	24/03/2022	7 días	1.99	160 kg/cm2	76.1
PROBETA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	17/03/2022	24/03/2022	7 días	1.99	156 kg/cm2	74.2
PROBETA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	17/03/2022	24/03/2022	7 días	1.99	156 kg/cm2	74.3
PROBETA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H Fc = 210 kg/cm3	18/03/2022	25/03/2022	7 días	1.99	156 kg/cm2	74.3
PROBETA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	18/03/2022	25/03/2022	7 días	1.99	150 kg/cm2	71.3
PROBETA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	18/03/2022	25/03/2022	7 días	1.99	150 kg/cm2	71.7
PROBETA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H Fc = 210 kg/cm3	19/03/2022	26/03/2022	7 días	1.99	150 kg/cm2	71.5
PROBETA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7 días	1.99	145 kg/cm2	69.1
PROBETA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	22/03/2022	29/03/2022	7 días	1.99	140 kg/cm2	66.8
PROBETA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H Fc = 210 kg/cm3	23/03/2022	30/03/2022	7 días	1.99	143 kg/cm2	67.9
PROBETA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	23/03/2022	30/03/2022	7 días	1.99	139 kg/cm2	66.1
PROBETA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H Fc = 210 kg/cm2	23/03/2022	30/03/2022	7 días	1.99	136 kg/cm2	64.8
PROBETA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H Fc = 210 kg/cm3	24/03/2022	31/03/2022	7 días	1.99	137 kg/cm2	65.4



6 by 12 in.  
[150 by 300 mm]  
Laboratory conditions  
Field conditions

4 by 8 in.  
[100 by 200 mm]  
Laboratory conditions

Coefficient of Variation <sup>4</sup>	Acceptable Range <sup>4</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
2.4 %	6.6 %	7.8 %
2.9 %	8.0 %	9.5 %
3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC		MATESTLAB SAC		MATESTLAB SAC	
TECNICO LEM	D:		D:		D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
					
 <b>MATESTLAB S.A.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales		<b>KELY YANNA LOZADA</b> INGENIERA CIVIL RUC: CJP N° 183399		<b>MATESTLAB S.A.</b> RUC: 60604736572 <b>NICOLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL	

	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	06-04-2022
		Página	1 de 2

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	6/04/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 6/04/2022	TURNO :	Diuño
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
Fc de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	25/03/2022	14	15.1	30	34100	3
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	25/03/2022	14	15.1	30	34500	3
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	12/03/2022	25/03/2022	14	15.1	30	34300	3
PROBETA N° 04 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	29/03/2022	14	15.1	30	35158	3
PROBETA N° 05 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	29/03/2022	14	15.1	30	35784	3
PROBETA N° 06 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	30/03/2022	14	15.1	30	35624	3
PROBETA N° 04 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	30/03/2022	14	15.1	30	32470	4
PROBETA N° 05 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	30/03/2022	14	15.1	30	32890	3
PROBETA N° 06 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	31/03/2022	14	15.1	30	32510	3
PROBETA N° 04 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	31/03/2022	14	15.1	30	30147	4
PROBETA N° 05 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	31/03/2022	14	15.1	30	30468	4
PROBETA N° 06 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	1/04/2022	14	15.1	30	30358	4
PROBETA N° 04 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	1/04/2022	14	15.1	30	28780	4
PROBETA N° 05 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	1/04/2022	14	15.1	30	26987	3
PROBETA N° 06 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	19/03/2022	2/04/2022	14	15.1	30	28577	3
PROBETA N° 04 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	5/04/2022	14	15.1	30	26590	3
PROBETA N° 05 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	5/04/2022	14	15.1	30	27050	4
PROBETA N° 06 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	6/04/2022	14	15.1	30	27610	4
PROBETA N° 04 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	6/04/2022	14	15.1	30	25780	4
PROBETA N° 05 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	6/04/2022	14	15.1	30	25968	4
PROBETA N° 06 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	24/03/2022	7/04/2022	14	15.1	30	25888	4

OBSERVACIONES:  
 \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.  
 \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	ODC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		KELY YAMINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL CIP N° 183998		MATESTLAB S.A.C. RUC 20404738572	
				NICOLLE CUMBA BARRETO GERENTE GENERAL	

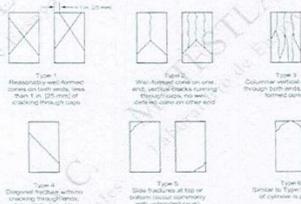
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39</b>		Código	EQ-FO-01
			Versión	01
			Fecha	06/04/2022
			Página	2 de 2

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN**

<b>PROYECTO</b>	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	2022 - TS221
<b>SOLICITANTE</b>	: Joselyn Tito Siqueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	<b>REALIZADO POR :</b>	D. Castillo
<b>CÓDIGO DE PROYEC</b>	: -	<b>REVISADO POR :</b>	H. Flores
<b>UBICACIÓN DE PROY</b>	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	6/04/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 6/04/2022	<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
<b>Fc de diseño</b>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	25/03/2022	14 días	1.99	190 kg/cm <sup>2</sup>	90.7
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	25/03/2022	14 días	1.99	193 kg/cm <sup>2</sup>	91.7
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	12/03/2022	26/03/2022	14 días	1.99	192 kg/cm <sup>2</sup>	91.2
PROBETA N° 04 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	29/03/2022	14 días	1.99	196 kg/cm <sup>2</sup>	93.5
PROBETA N° 05 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	29/03/2022	14 días	1.99	200 kg/cm <sup>2</sup>	95.2
PROBETA N° 06 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	30/03/2022	14 días	1.99	199 kg/cm <sup>2</sup>	94.7
PROBETA N° 04 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	30/03/2022	14 días	1.99	181 kg/cm <sup>2</sup>	86.3
PROBETA N° 05 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	30/03/2022	14 días	1.99	184 kg/cm <sup>2</sup>	87.5
PROBETA N° 06 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	31/03/2022	14 días	1.99	182 kg/cm <sup>2</sup>	86.4
PROBETA N° 04 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	31/03/2022	14 días	1.99	168 kg/cm <sup>2</sup>	80.2
PROBETA N° 05 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	31/03/2022	14 días	1.99	170 kg/cm <sup>2</sup>	81.0
PROBETA N° 06 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	1/04/2022	14 días	1.99	170 kg/cm <sup>2</sup>	80.7
PROBETA N° 04 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	1/04/2022	14 días	1.99	161 kg/cm <sup>2</sup>	76.5
PROBETA N° 05 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	1/04/2022	14 días	1.99	162 kg/cm <sup>2</sup>	77.1
PROBETA N° 06 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	19/03/2022	2/04/2022	14 días	1.99	160 kg/cm <sup>2</sup>	76.0
PROBETA N° 04 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	5/04/2022	14 días	1.99	148 kg/cm <sup>2</sup>	70.7
PROBETA N° 05 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	5/04/2022	14 días	1.99	151 kg/cm <sup>2</sup>	71.9
PROBETA N° 06 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	6/04/2022	14 días	1.99	154 kg/cm <sup>2</sup>	73.4
PROBETA N° 04 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	6/04/2022	14 días	1.99	144 kg/cm <sup>2</sup>	68.6
PROBETA N° 05 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	6/04/2022	14 días	1.99	145 kg/cm <sup>2</sup>	69.1
PROBETA N° 06 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	24/03/2022	7/04/2022	14 días	1.99	145 kg/cm <sup>2</sup>	68.8



6 by 12 in.  
[150 by 300 mm]  
Laboratory conditions  
Field conditions

4 by 8 in.  
[100 by 200 mm]  
Laboratory conditions

Coefficient of Variation <sup>2</sup>	Acceptable Range <sup>4</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
2.4 %	6.6 %	7.8 %
2.9 %	8.0 %	9.5 %
3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

TECNICO LEM	DI	JEFE LEM	D	ODC - LEM	D
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
<b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YAMINA TIPOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Elegido el 14/03/2022		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20804788572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39</b>	Código	BQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	20/04/2022
		Página	1 de 2

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	20/04/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 20/04/2022	TURNO :	Duomo
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
Fc de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 07 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	8/04/2022	28	15.1	30	42480	4
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	8/04/2022	28	15.1	30	42368	3
PROBETA N° 09 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	12/03/2022	9/04/2022	28	15.1	30	42378	3
PROBETA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	12/04/2022	28	15.1	30	46248	4
PROBETA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	12/04/2022	28	15.1	30	46358	3
PROBETA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	16/03/2022	13/04/2022	28	15.1	30	46288	3
PROBETA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	13/04/2022	28	15.1	30	43820	4
PROBETA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	13/04/2022	28	15.1	30	38580	3
PROBETA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	17/03/2022	14/04/2022	28	15.1	30	39880	3
PROBETA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	14/04/2022	28	15.1	30	38500	4
PROBETA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	14/04/2022	28	15.1	30	37010	3
PROBETA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	18/03/2022	15/04/2022	28	15.1	30	37910	3
PROBETA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	15/04/2022	28	15.1	30	36850	3
PROBETA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	15/04/2022	28	15.1	30	35708	3
PROBETA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	19/03/2022	16/04/2022	28	15.1	30	35798	3
PROBETA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	19/04/2022	28	15.1	30	34880	3
PROBETA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	19/04/2022	28	15.1	30	34820	3
PROBETA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	23/03/2022	20/04/2022	28	15.1	30	34890	3
PROBETA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	20/04/2022	28	15.1	30	32480	4
PROBETA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	20/04/2022	28	15.1	30	32461	4
PROBETA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	24/03/2022	21/04/2022	28	15.1	30	32480	4

OBSERVACIONES:  
 \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.  
 \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

	TECNICO LEM	D:	MATESTLAB SAC	D:	ODC - LEM	D:
	M:	M:	Nombre y firma: KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Roj. CIP N° 183999	M:	Nombre y firma: NICOLE CUMPA BARRERA GERENTE GENERAL	M:
	A:	A:		A:		A:

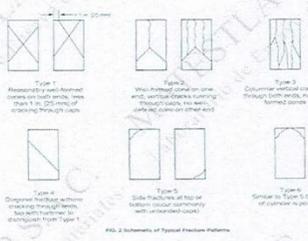
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39</b>		
	Código	EQ-FO-01	
	Versión	01	
	Fecha	20/04/2022	
		Página	2 de 2

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN**

<b>PROYECTO</b>	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	<b>REGISTRO N°:</b>	2022 - TS221
<b>SOLICITANTE</b>	: Jocelyn Tito Siqueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	<b>REALIZADO POR :</b>	D. Castillo
<b>CÓDIGO DE PROYEC</b>	: ---	<b>REVISADO POR :</b>	H. Flores
<b>UBICACIÓN DE PROY</b>	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	20/04/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 20/04/2022	<b>TURNO :</b>	Diuño
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido		
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
<b>Fc de diseño</b>	: 210 kg/cm2		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 07 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	8/04/2022	28 días	1.99	237 kg/cm2	113.0
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	8/04/2022	28 días	1.99	237 kg/cm2	112.7
PROBETA N° 09 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	12/03/2022	9/04/2022	28 días	1.99	237 kg/cm2	112.7
PROBETA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	12/04/2022	28 días	1.99	258 kg/cm2	123.0
PROBETA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	12/04/2022	28 días	1.99	259 kg/cm2	123.3
PROBETA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	13/04/2022	28 días	1.99	258 kg/cm2	123.1
PROBETA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	13/04/2022	28 días	1.99	245 kg/cm2	116.5
PROBETA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	13/04/2022	28 días	1.99	215 kg/cm2	102.6
PROBETA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	14/04/2022	28 días	1.99	223 kg/cm2	106.0
PROBETA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	14/04/2022	28 días	1.99	215 kg/cm2	102.4
PROBETA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	14/04/2022	28 días	1.99	207 kg/cm2	98.4
PROBETA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	15/04/2022	28 días	1.99	212 kg/cm2	100.8
PROBETA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	15/04/2022	28 días	1.99	206 kg/cm2	98.0
PROBETA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	15/04/2022	28 días	1.99	199 kg/cm2	95.0
PROBETA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	19/03/2022	16/04/2022	28 días	1.99	200 kg/cm2	95.2
PROBETA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	19/04/2022	28 días	1.99	195 kg/cm2	93.0
PROBETA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	19/04/2022	28 días	1.99	194 kg/cm2	92.6
PROBETA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	20/04/2022	28 días	1.99	195 kg/cm2	92.8
PROBETA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	20/04/2022	28 días	1.99	181 kg/cm2	86.4
PROBETA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	20/04/2022	28 días	1.99	181 kg/cm2	86.4
PROBETA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	24/03/2022	21/04/2022	28 días	1.99	181 kg/cm2	86.4



	Coefficient of Variation <sup>a</sup>	Acceptable Range <sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.  
 \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

<b>MATESTLAB SAC</b>			
TECNICO LIM	D.	JEFELIM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
	A.	<b>MATESTLAB S.A.C.</b>	A.
<b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales		<b>KELY YARINA TINOCO LOZADA</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 183999	
		Nombre y firma:	D.
			M.
		<b>MATESTLAB SAC</b> RUC 2064792572	A.

	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	30-03-2022
		Página	1 de 2

PROYECTO : Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022. REGISTRO N°: 022 - TS221

SOLICITANTE : Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo REALIZADO POR : J. Escobedo

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : K. Tinoco

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE ENSAYO : 30/03/2022

FECHA DE EMISIÓN : 30/03/2022 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Viga de concreto

Presentación : Prismas de concreto endurecido

$f'c$  de diseño :  $210 \text{ kg/cm}^2$

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION  
ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTURA	ANCHO	FUERZA MÁXIMA	UBICACIÓN DE FALLA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	18/03/2022	7	15.1	15.1	1480	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	18/03/2022	7	15.1	15.1	1450	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	12/03/2022	19/03/2022	7	15.1	15.1	1470	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	22/03/2022	7	15.1	15.1	1580	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	22/03/2022	7	15.1	15.1	1578	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	16/03/2022	23/03/2022	7	15.1	15.1	1579	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	23/03/2022	7	15.1	15.1	1320	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	23/03/2022	7	15.1	15.1	1355	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	17/03/2022	24/03/2022	7	15.1	15.1	1335	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	24/03/2022	7	15.1	15.1	1257	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	24/03/2022	7	15.1	15.1	1260	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	18/03/2022	25/03/2022	7	15.1	15.1	1289	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	25/03/2022	7	15.1	15.1	1108	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	25/03/2022	7	15.1	15.1	1145	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	19/03/2022	26/03/2022	7	15.1	15.1	1125	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	29/03/2022	7	15.1	15.1	1029	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	29/03/2022	7	15.1	15.1	1045	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	23/03/2022	30/03/2022	7	15.1	15.1	1036	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	30/03/2022	7	15.1	15.1	1012	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	30/03/2022	7	15.1	15.1	1010	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	24/03/2022	31/03/2022	7	15.1	15.1	1011	TERCIO CENTRAL

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
COC - LEM		D:	
Nombre y firma:		M:	

	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Código	BQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	30/03/2022
		Página	2 de 2

**PROYECTO** : Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.

**SOLICITANTE** : Joselyn Tito Siqueñas / Lesly Mabel Elías Álamo

**CÓDIGO DE PROYECTO** : -

**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC

**FECHA DE EMISIÓN** : 30/03/2022

**REGISTRO N°** : 2022 - TS221

**REALIZADO POR** : J. Escobedo

**REVISADO POR** : k. Tinoco

**FECHA DE ENSAYO** : 30/03/2022

**TURNO** : Diurno

**Tipo de muestra** : Viga de concreto

**Presentación** : Prismas de concreto endurecido

**Fc de diseño** : 210 kg/cm2

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	18/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	19 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	18/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	19 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	12/03/2022	19/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	46.0	19 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	22/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	21 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	22/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	21 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	16/03/2022	23/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	46.0	21 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	23/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	17 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	23/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	18 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	17/03/2022	24/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	46.0	17 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	24/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	16 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	24/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	16 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	18/03/2022	25/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	46.0	17 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	25/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	14 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	25/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	15 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	19/03/2022	26/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	46.0	15 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	29/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	13 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	29/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	14 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	23/03/2022	30/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	46.0	14 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	30/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	13 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	30/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	13 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	24/03/2022	31/03/2022	7 días	TERCIO CENTRAL	46.0	13 kg/cm2

**OBSERVACIONES:**

- \* MUESTRAS CURADAS Y ENSAYADAS POR EL PERSONAL DE MATESTLAB SAC
- \* LA LONGITUD DE LOS PRIMAS DE CONCRETO ES DE 50,00 cm

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM D: Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	JEFE LEM D: Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELCY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC: CIP N° 153999	CQC - LEM D: Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 2854138572 NICOLLE OLIVERA TORRES INGENIERO EN CONCRETO CIP N° 153999	



	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	06-04-2022
		Página	2 de 2

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo	REALIZADO POR :	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	k.Tinoco
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	6/04/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 6/04/2022	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Viga de concreto		
Presentación	: Prismas de concreto endurecido		
F <sub>c</sub> de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 04 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	25/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	24 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 05 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	25/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	25 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	12/03/2022	26/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	46.0	24 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 04 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	29/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	25 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 05 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	29/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	30/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	46.0	26 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 04 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	30/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	23 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 05 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	30/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	23 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	31/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	46.0	23 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 04 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	31/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	21 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 05 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	31/03/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	22 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	1/04/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	46.0	22 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 04 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	1/04/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	20 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 05 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	1/04/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	19 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	19/03/2022	2/04/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	46.0	19 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 04 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	5/04/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	18 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 05 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	5/04/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	18 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	6/04/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	46.0	18 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 04 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	6/04/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	17 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 05 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	8/04/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	18 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	24/03/2022	7/04/2022	14 días	TERCIO CENTRAL	46.0	17 kg/cm <sup>2</sup>

OBSERVACIONES:  
 \* MUESTRAS CURADAS Y ENSAYADAS POR EL PERSONAL DE MATESTLAB SAC  
 \* LA LONGITUD DE LOS PRIMAS DE CONCRETO ES DE 50,00 cm

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM Nombre y firma: M: A:		JEFE LEM Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. C.I. N° 153999		CCC-1991 Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20804796572 NICOLIE CAMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	20-04-2022
		Página	1 de 2

PROYECTO : Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cascara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022. REGISTRO N°: 022 - TS221

SOLICITANTE : Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Álamo REALIZADO POR : J. Escobedo

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : K. Tinoco

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE ENSAYO : 20/04/2022

FECHA DE EMISIÓN : 20/04/2022 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Viga de concreto

Presentación : Prismas de concreto endurecido

Fc de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION  
ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTURA	ANCHO	FUERZA MÁXIMA	UBICACIÓN DE FALLA
VIGA N° 07 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	8/04/2022	28	15.1	15.1	2850	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	8/04/2022	28	15.1	15.1	2879	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 09 DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	12/03/2022	9/04/2022	28	15.1	15.1	2868	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	12/04/2022	28	15.1	15.1	2889	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	12/04/2022	28	15.1	15.1	2945	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	16/03/2022	13/04/2022	28	15.1	15.1	2957	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	13/04/2022	28	15.1	15.1	2780	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	13/04/2022	28	15.1	15.1	2740	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	17/03/2022	14/04/2022	28	15.1	15.1	2760	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	14/04/2022	28	15.1	15.1	2584	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	14/04/2022	28	15.1	15.1	2549	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	18/03/2022	15/04/2022	28	15.1	15.1	2569	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	15/04/2022	28	15.1	15.1	2398	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	15/04/2022	28	15.1	15.1	2364	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	19/03/2022	16/04/2022	28	15.1	15.1	2384	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	19/04/2022	28	15.1	15.1	2147	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	19/04/2022	28	15.1	15.1	2198	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	23/03/2022	20/04/2022	28	15.1	15.1	2168	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	20/04/2022	28	15.1	15.1	2078	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	20/04/2022	28	15.1	15.1	2063	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$	24/03/2022	21/04/2022	28	15.1	15.1	2070	TERCIO CENTRAL

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM		JEFE LEM		OCC - LEM	
D:	D:	D:	D:	D:	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:		A:

**MATESTLAB S.A.C.**  
Laboratorio de Ensayo de Materiales

**KELY YANINA TINOCO LOZADA**  
INGENIERO CIVIL  
RUC: 01004738572

**MATESTLAB S.A.C.**  
RUC: 01004738572  
**NICOLLE OJUNA BARRIOS**  
GERENTE GENERAL

	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	20-04-2022
		Página	2 de 2

PROYECTO	: Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.	REGISTRO N°:	2022 - TS221
SOLICITANTE	: Joselyn Tito Sigueñas / Lesly Mabel Elías Alamo	REALIZADO POR :	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	k. Tinoco
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	20/04/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 20/04/2022	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Viga de concreto		
Presentación	: Prismas de concreto endurecido		
Fc de diseño	: 210 kg/cm2		

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 07 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	8/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	37 kg/cm2
VIGA N° 08 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	11/03/2022	8/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	38 kg/cm2
VIGA N° 09 DISEÑO PATRON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	12/03/2022	9/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	37 kg/cm2
VIGA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	12/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	39 kg/cm2
VIGA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	15/03/2022	12/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	38 kg/cm2
VIGA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	16/03/2022	13/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	39 kg/cm2
VIGA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	13/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	36 kg/cm2
VIGA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/03/2022	13/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	36 kg/cm2
VIGA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	17/03/2022	14/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	36 kg/cm2
VIGA N° 07 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	14/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	34 kg/cm2
VIGA N° 08 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	17/03/2022	14/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	33 kg/cm2
VIGA N° 09 DISEÑO 1% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	18/03/2022	15/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	34 kg/cm2
VIGA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	15/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	31 kg/cm2
VIGA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	18/03/2022	15/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	31 kg/cm2
VIGA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 2% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	19/03/2022	16/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	31 kg/cm2
VIGA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	19/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	28 kg/cm2
VIGA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	22/03/2022	19/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	28 kg/cm2
VIGA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 4% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	23/03/2022	20/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	28 kg/cm2
VIGA N° 07 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	20/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	27 kg/cm2
VIGA N° 08 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	23/03/2022	20/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	27 kg/cm2
VIGA N° 09 DISEÑO 2% F.A.R - 6% C.C.H $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	24/03/2022	21/04/2022	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	27 kg/cm2

**OBSERVACIONES:**  
 \* MUESTRAS CURADAS Y ENSAYADAS POR EL PERSONAL DE MATESTLAB SAC  
 \* LA LONGITUD DE LOS PRISMAS DE CONCRETO ES DE 50,00 cm

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  KELLY YANINA ROSCO LOZADA INGENIERO CIVIL R.O.C. N° 18399	D:	CDC - LEM Nombre y firma:  NICOLE ZAMORA BARRETO GERENTE AFIRM	D:

Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. lima norte 2022.

	<b>MÉTODO DE OBTENCIÓN DE CENIZAS</b>	Equipo	001-010
		Modelo	01
		Fecha	07/09/2022
		Folio	1 de 1

**PROYECTO:** Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto tradicional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir cemento por cenizas de cáscara de huevo y adicionar a la mezcla fibra de acero reciclado. Lima Norte 2022.

**REGISTRO N°:** 0001 - 16021

**REALIZADO POR:** J. Siguéñas

**REVISADO POR:** E. Álamo

**FECHA DE EMISIÓN:** 07/09/2022

**FECHA DE CALIFICACIÓN:** 07/09/2022

**TIPO DE MUESTRA:** COMPRESIÓN DE FLESO

**PRESENTACIÓN:** DETECCIÓN NATURAL - LAVADA

ATENCIÓN DE ORDEN POR CALIFICACIÓN

TEMPERATURA:	420 °C
TIEMPO DE CALCINACIÓN:	18 - 24 horas
NÚMERO DE PROCESOS:	2

**OBSERVACIONES:**  
\* Muestreo efectuado en el laboratorio de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO APTO. 0100			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACION	N° CERT. CALIBRACION
Balanza digital Ohaus 0000g x 0.1g	060-100	22/09/2021	009-420-028
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	060-150	22/09/2021	009-420-028
Balanza	060-215	24/09/2021	009-420-368
Termómetro digital	060-210	24/09/2021	009-420-368

	<b>MATESTLAB S.A.C.</b> 150-00000 del Paseo de Matucana		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> ROLY YANINA T. ALVARADO INGENIERA DE LABORATORIO		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> ROLY YANINA T. ALVARADO NICOLE C. BARRETO GERENTE GENERAL