



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:

**“DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SUSTITUCIÓN DEL
AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO
 $F'_{C} = 175 \text{ Kg/cm}^2$ PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA
CIUDAD DEL CUSCO”**

PRESENTADO POR:

SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI.

Bachiller en Ingeniería Civil

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

ASESOR TECNICO:

MG. ING. GORKI FEDERICO ASCUE SALAS

ASESOR METODOLÓGICO:

MG. FERNANDO DIAZ ANCCO

CUSCO-PERU

2018

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios que supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y bendiciones, a mis padres Mario Triveño Valdivia y Rosario Uñacori Baez, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo incondicional en todo momento; depositando su entera confianza en cada reto, que se me ha presentado; es por ellos, que soy lo que soy ahora. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación, perseverancia y el anhelo de triunfo en la vida.

El autor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por darme la vida por estar conmigo en cada momento protegiéndome y guiando mis pasos e inspirándome para crecer cada día y ser una mejor persona.

A mis padres por su infinito apoyo, confianza, comprensión y amor brindado incondicionalmente y más aún en la etapa de mi carrera profesional.

A mis asesores Mg. Ing. Gorki Ascue Salas, Mg. Fernando Diaz y mis jurados Ing. Vladimiro Loayza e Ing. Raúl Apaza por su tiempo, apoyo y consejos brindados.

A las personas que estuvieron apoyándome para el desarrollo de este presente trabajo de investigación.

El autor

RESUMEN

En la presente investigación se analizó el efecto que tiene el concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ al ser sustituido mediante porcentajes en volumen de fibras de caucho por el agregado fino para buzones sanitarios (resistencia a compresión) en la ciudad del cusco

En la investigación se utilizó el método para el diseño de mezclas para el concreto patrón y el concreto sustituido por fibras de caucho en un 10%, 20% y 30% se realizó mediante el método de la ACI 211.1. Se empleó agregado fino y grueso de la cantera Córdova y el caucho de las llantas trituradas proveniente de los neumáticos en desuso, cemento portland IP de la marca YURA. Todos los especímenes cilíndricos fueron evaluados al ensayo de compresión en las edades de 7, 14, 21 y 28 días las cuales posteriormente fueron comparadas con el concreto patrón de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Partiendo de los resultados, se llegó a la conclusión que la mejor resistencia que se obtiene al realizar la sustitución de fibras de caucho por el agregado fino a la edad de 28 días, es al 10% obteniendo una resistencia de 175.77 kg/cm^2 por ende es el concreto más factible con relación a la sustituciones y los demás porcentajes evaluados están por debajo de la resistencia solicitada.

ABSTRACT

In the present investigation analysed the effect that has the concrete $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ when being substituted by means of percentages in volume of fibres of rubber by the aggregated fine for sanitary mailboxes (resistance to understanding) in the city of the Cusco.

In the investigation used the method for the design of mixes for the concrete pattern and the concrete substituted by fibres of rubber in 10%, 20% and 30% realised by means of the method of the ACI 211.1. se employed aggregated fine and thickness of the quarry Córdova and the rubber of the crushed tires from the disused tires, cement portland IP of the mark YURA. All the cylindrical specimens were evaluated to the essay of compression in the ages of 7, 14, 21 and 28 days which later were compared with the concrete pattern of $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Splitting of the results, arrived to the conclusion that the best resistance that obtains when realising the replacement of fibres of rubber by the aggregated fine to the age of 28 days, is to 10% obtaining a resistance of 175.77 kg/cm^2 therefore it is the concrete more feasible in regard to the replacements and the other percentages evaluated are underneath of the resistance requested.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE ILUSTRACIONES	viii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE CUADROS	xiii
INTRODUCCION	xiv
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problema Específico.....	2
1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACION	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivo Especifico.....	3
1.4 JUSTIFICACION DE INVESTIGACION	3
1.4.1 Justificación.....	3
1.5 DELIMITACION DE LA INVESTIGACION	4
1.5.1 Delimitación Espacial.....	4
1.5.2 Delimitación Temporal.....	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	6
2.1.2 ANTECEDENTE NACIONAL.....	7
2.2 BASES TEORICAS	8
2.2.1 Tecnología del concreto.....	8
2.2.2 Concreto.....	9
2.2.3 Propiedades del concreto.....	10
2.2.4 Clasificación del concreto.....	13

2.2.5	Elementos que componen el concreto	14
2.2.6	UTILIZACIÓN DEL CAUCHO COMO AGREGADO	32
2.2.7	COMPOSICIÓN QUIMICA Y PROPIEDADES FÍSICAS DEL CAUCHO	33
2.2.8	DISEÑO DE MEZCLA	33
2.2.9	RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO	33
2.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS		38
2.4 HIPÓTESIS		39
2.4.1	HIPÓTESIS GENERAL	39
2.4.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	39
2.5 VARIABLES		39
2.5.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	39
2.5.2	VARIABLE DEPENDIENTE	39
CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN		40
3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN		40
3.1.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
3.1.2	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	40
3.1.3	MÉTODO DE LA INVESTIGACION	41
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....		41
3.2.1	Unidad de estudio	41
3.2.2	Muestra de estudio.....	41
3.3 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS		41
3.3.1	Técnicas.....	41
3.3.2	Instrumentos.....	41
3.4 VALIDACION Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO		42
CAPITULO IV: ENSAYOS DE LABORATORIO Y DISEÑO DE MEZCLA		43
4.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO Y MÓDULO DE FINEZA .		43
4.2 GRANULOMETRÍA DE LAS FIBRAS DE CAUCHO Y MÓDULO DE FINEZA		45
4.3 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO Y MÓDULO DE FINEZA		47
4.4 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS.....		49
4.5 PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.		51
4.6 PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.....		51

4.7 PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS.	52
4.8 VERIFICACION DEL REVENIMIENTO.	53
4.9 DISEÑO DE MEZCLAS PARA UN CONCRETO F´C 175 Kg/cm ²	53
4.9.1 PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA	54
CAPITULO V: RESULTADOS	63
5.1 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 7 DÍAS.....	63
5.2 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 14 DÍAS.....	64
5.3 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 21 DÍAS.....	65
5.4 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 28 DÍAS.....	66
5.5 COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS PROMEDIO CON FIBRAS DE CAUCHO A LOS 7 DÍAS VS CONCRETO PATRÓN.....	67
5.6 COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS PROMEDIO CON FIBRAS DE CAUCHO A LOS 14 DÍAS VS CONCRETO PATRÓN.....	68
5.7 COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS PROMEDIO CON FIBRAS DE CAUCHO A LOS 21 DÍAS VS CONCRETO PATRÓN.....	69
5.8 COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS PROMEDIO CON FIBRAS DE CAUCHO A LOS 28 DÍAS VS CONCRETO PATRÓN.....	70
5.9 COMPARACIÓN DE LAS RESISTENCIAS DEL CONCRETO PATRÓN Y LAS SUSTITUIDAS POR FIBRAS DE CAUCHO EN 10%, 20% Y 30% DURANTE 7, 14, 21 Y 28 DÍAS.	71
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	77
ANEXO 01: ENSAYOS	81
ANEXO 02: PANEL FOTOGRAFICO.....	105
ANEXO 03: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	112
ANEXO 04: RESULTADOS DEL LABORATORIO	116

<i>ILUSTRACIÓN 14: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 28 días vs concreto patrón.</i>	<i>70</i>
<i>ILUSTRACIÓN 15: Comparación de las resistencias del concreto patrón y las sustituidas por fibras de caucho en 10%, 20% y 30% durante 7, 14, 21 y 28 días.</i>	<i>71</i>
<i>ILUSTRACIÓN 16: Resistencias Del Concreto a los 7, 14,21 y 28 días.</i>	<i>72</i>

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Composición de Distintos Tipos de Cemento Portland	15
TABLA 2 : Características Técnicas del Cemento Portland Puzolánico Tipo ip – Yura.....	16
TABLA 3: Resistencia a los Sulfatos del Cemento Portland Puzolánico IP.....	17
TABLA 4: Tamices Estándar astm	21
TABLA 5: Requisitos Granulométricos de Agregado Grueso Según la NTP 400.037	22
TABLA 6: Requisitos Granulométricas de Agregado Fino según N.T.P 400.037	22
TABLA 7: Calidad del agua para la elaboración y curado del concreto.....	28
TABLA 8: Relación Agua- Cemento	28
TABLA 9: Composición química y propiedades físicas del caucho	33
TABLA 10: Selección del Asentamiento	34
TABLA 11: Volumen de agua por m3 agua en litros/m3 para (TMN) de agregados y asentamiento indicado.....	34
TABLA 12: Contenido de aire	35
TABLA 13: Contenido del Agregado Grueso	36
TABLA 14: Granulometría del agregado fino y módulo de fineza de la cantera Córdova.....	43
TABLA 15: Granulometría de las fibras de caucho y módulo de fineza.	45
TABLA 16: Granulometría del agregado grueso y módulo de fineza de la cantera Córdova.....	47
TABLA 17: contenido de humedad para el agregado fino.....	49
TABLA 18: Contenido de humedad para el agregado grueso	50
TABLA 19: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.	51

TABLA 20: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso. ...	51
TABLA 21: Peso unitario de los agregado fino.....	52
TABLA 22: Peso unitario del agregado grueso.	52
TABLA 23: Revenimiento del concreto.....	53
TABLA 24: Materiales para el diseño de mezcla.....	53
TABLA 25: Características del agregado fino.....	53
TABLA 26: Características del agregado grueso.	54
TABLA 27: Resistencia a la compresión promedio f'_{cr}	54
TABLA 28: Contenido de aire.....	55
TABLA 29: Selección del volumen de agua por m ³ agua en litros/m ³ para (TMN) de agregados y asentamiento indicado.....	55
TABLA 30: Relación agua/cemento (por resistencia f'_{cr}).....	56
TABLA 31: selección, peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	57
TABLA 32: Dosificación final para 1 m ³ de concreto.	59
TABLA 33: Dosificación para una tanda de 12 probetas de concreto para el patrón.	60
TABLA 34: Dosificación de concreto f'_{c} : 175 kg/cm ² sustituyendo en un 10% el agregado fino por fibras de caucho.	61
TABLA 35: Dosificación de concreto f'_{c} : 175 kg/cm ² sustituyendo en un 20% el agregado fino por fibras de caucho.	61
TABLA 36: Dosificación de concreto f'_{c} : 175 kg/cm ² sustituyendo en un 30% el agregado fino por fibras de caucho.	62

TABLA 37: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón, concreto sustituido en un 10%,20% y 30% del agregado fino por fibras de caucho a los 7 días.....	63
TABLA 38: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón, concreto sustituido en un 10%,20% y 30% del agregado fino por fibras de caucho a los 14 días.....	64
TABLA 39: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón, concreto sustituido en un 10%,20% y 30% del agregado fino por fibras de caucho a los 21 días.....	65
TABLA 40: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón, concreto sustituido en un 10%,20% y 30% del agregado fino por fibras de caucho a los 28 días.....	66
TABLA 41: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 7 días vs concreto patrón.	67
TABLA 42: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 14 días vs concreto patrón.	68
TABLA 43: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 21 días vs concreto patrón.	69
TABLA 44: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 28 días vs concreto patrón.	70
TABLA 45: <i>Comparación de las resistencias del concreto patrón y las sustituidas por fibras de caucho en 10%, 20% y 30% durante 7, 14, 21 y 28 días.</i>	71

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Antecedentes internacionales	6
Cuadro 2: Antecedente nacional	7

INTRODUCCION

En la ciudad del Cusco no contamos con el estudio sobre la sustitución de fibras de caucho por agregado fino en el concreto por lo cual me motivó hacer la presente investigación en nuestro medio teniendo como finalidad la determinación del efecto de sustitución en porcentajes del agregado fino por fibras de caucho. Las pruebas que se realizaron fueron con agregado grueso y fino de la cantera Córdova.

En la investigación describe los componentes constituidos por el concreto, la clasificación que posee esta y la fibras que se utilizan usualmente en el concreto básicamente la recolección de un marco teórico .La descripción de los ensayos físicos y mecánicos para los agregados al igual que los ensayos para el concreto como es la de resistencia a compresión.

El estudio se enmarcó de nivel descriptivo, con enfoque descriptivo-cuantitativo, la población y muestra estuvo conformada por briquetas de concreto $f'c$ 175 kg/cm² con y sin sustitución de fibras de caucho. Los datos fueron recolectados mediante fichas y formatos para cada uno de los ensayos.

La investigación analiza los resultados mediante los datos recolectados de cada uno de los ensayos realizados y desde allí prosigue a realizar los cálculos para el diseño de mezcla según el método de la ACI- 211 y así obtener una dosificación para ello.

Las resistencias a la compresión que se obtuvieron con la sustitución de las fibras de caucho en 10%,20%,30% por el agregado fino se comparó con el de concreto patrón $f'c$ 175 kg/cm².

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Hoy en día el planeta Tierra sufre quizá los niveles más altos de contaminación de todos los tiempos, la ecología es azotada a diario por un sin fin de factores contaminantes que son producidos sin medida por el hombre (MORA CHACÓN 2016).

Uno de los más graves problemas ambientales a la que se ven enfrentadas las diferentes sociedades, tiene que ver con la dificultad para hacer desaparecer los miles de toneladas de neumáticos fuera de uso, otros países desarrollados han comenzado a tomar medidas para minimizar el impacto ambiental a través de leyes; sin embargo, en el Perú no se promueven iniciativas con respecto al reciclaje y/o reutilización de las llantas. Es necesario tener en consideración que una llanta puede tardar aproximadamente 500 años en degradarse en el ambiente (Arriola 2004).

Los desechos de caucho han recibido gran atención en los últimos años debido al gran volumen que se genera y a su dificultad para eliminarlos y/o reutilizarlos. En el Perú se estima que en el 2011 se generó 5.04 millones de toneladas/año de neumáticos en desuso y en el 2012 se generó 4.68 millones de toneladas/año de neumáticos en desuso, de los cuales el Cusco generó 160 mil toneladas/año en el 2012. (Ministerio del Ambiente, 2013)

En cualquiera de estos dos casos el efecto es negativo para el medio ambiente y para la salud de las personas. Por otro lado, para fabricar llantas se utilizan varios componentes tales como: caucho (48%), negro humo (22%), óxido de zing (1.2%), materia textil (5%), acero (15%), azufre (1%) y otros (7.8%) y al no reciclarse o reutilizarse se puede convertir en un problema potente para el medio ambiente. (Castro, 2008)

Los residuos son separados según su composición y depositados en contenedores específicos: orgánicos e inorgánicos (vidrio, papel, metal, plástico, etc.). Con respecto al reciclaje de caucho, existen diversos procedimientos para anular las características elásticas de los desperdicios del mismo, dotándoles nuevamente de propiedades plásticas como las del caucho no vulcanizado. (Cabildo et al., 2012, págs. 352-355)

Se plantea la necesidad de sustituir fibras de caucho en el diseño de mezclas convencionales para motivar la reutilización del caucho de llantas trituradas proveniente de los neumáticos en desuso que servirían como agregados e innovar en la producción de estos concretos.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema General

¿Cuál es el efecto de sustitución del agregado fino por fibras de caucho, en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ para uso de buzones sanitarios en la Ciudad del Cusco?

1.2.2 Problema Específico

- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de sustitución del agregado fino por fibras de caucho en el concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$?
- ¿De qué manera influye el porcentaje de fibras de caucho en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$?

1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACION

1.3.1 Objetivo General

Determinar el efecto de sustitución del agregado fino por fibras de caucho en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ para uso de buzones sanitarios en la Ciudad del Cusco

1.3.2 Objetivo Especifico

- Determinar el porcentaje óptimo de sustitución del agregado fino por fibras de caucho en el concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.
- Determinar la influencia de las fibras de caucho en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

1.4 JUSTIFICACION DE INVESTIGACION

1.4.1 Justificación

La presente investigación se desarrolla en virtud de obtener un nuevo estudio utilizando fibras de caucho como agregado fino para determinar el efecto de sustitución basado en el ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ uso de buzones sanitarios realizando los estudios y pruebas necesarias que se obtendrán gracias a la investigación se dará un aporte dando a conocer la máxima resistencia y el porcentaje óptimo de fibras de caucho a ser reemplazado en el agregado fino y así poder incentivar a la población y empresas fabricantes de concreto locales a utilizar fibras de caucho como agregado fino siendo una alternativa para la construcción.

Afortunadamente, el conocimiento de los impactos negativos, va aflorando poco a poco y desde finales del siglo XX, se hacen esfuerzos diversos dirigidos por un lado, a corregir los errores del pasado y, por otro, a encontrar los métodos y modelos de diseño urbano que permitan integrar al máximo el conocimiento tecnológico en las decisiones de planeamiento y construcción del edificio. (Martinez, 2012)

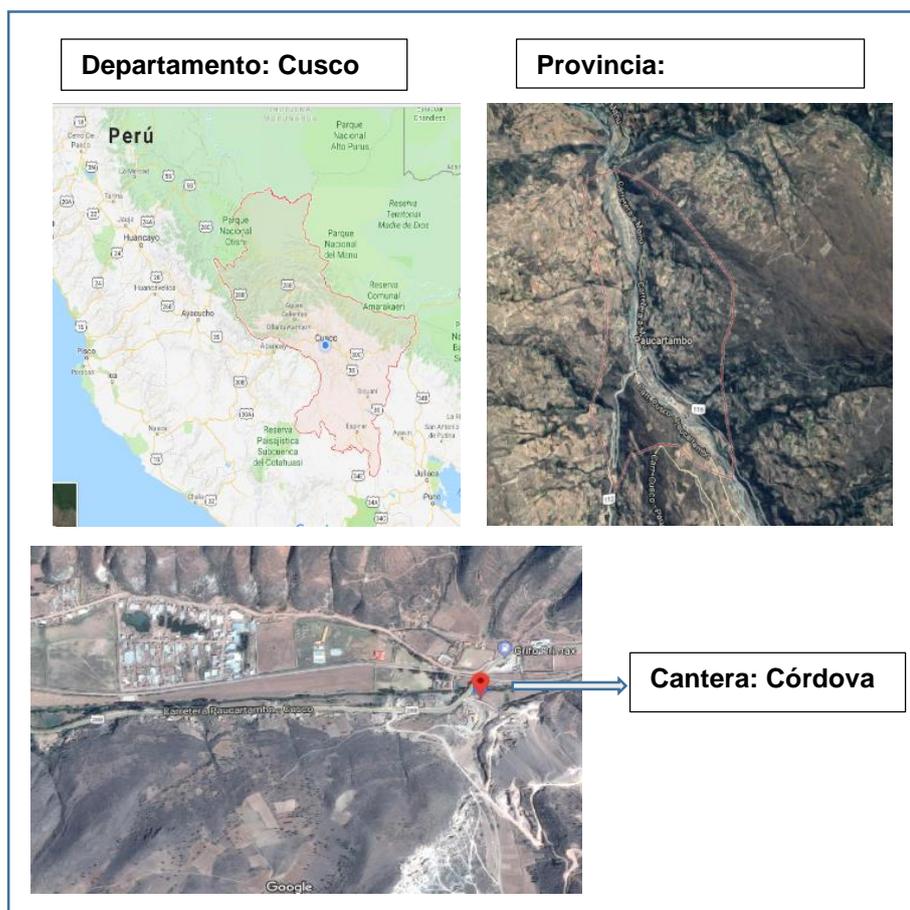
(Martinez, 2012) Por ello es fundamental realizar un estudio con el fin de desarrollar nuevas alternativas que permitan reciclar y reutilizar el caucho de los neumáticos, para que de esta forma se ayude con la disminución de estos y se encuentre nuevas alternativas de utilidad a los mismos.

1.5 DELIMITACION DE LA INVESTIGACION

1.5.1 Delimitación Espacial

- Población de estudio: Cusco
- Los agregados utilizados fueron de:
 - Sector: Córdova
 - Distrito: Huambutio
 - Provincia: Paucartambo
 - Departamento: Cusco

ILUSTRACIÓN 1: Delimitación espacial



Fuente: Elaboración Propia

1.5.2 Delimitación Temporal

- El trabajo de investigación tuvo una duración de 05 meses, en el periodo comprendido entre (abril – agosto) del 2018.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Teniendo como referencia el estudio en el marco teórico de algunos antecedentes de estudio de los agregados de caucho de varios autores como antecedentes internacionales y antecedente nacional.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

CUADRO 1: Antecedentes internacionales

AUTOR	AÑO	ESTUDIO	CONCLUSIONES
Topçu, Ilker Bekir	1995	The properties of rubberized concretes	Los agregados de caucho grueso adheridos al concreto, tiene un influencia más negativas en las mezclas de concreto que los agregados finos. De igual forma se encontró, que como el caucho es un material elástico, al adicionarse al concreto éste exhibe un comportamiento más dúctil, y comienza a comportarse como una estructura elástica de resistencia inferior y con una alta capacidad de energía plástica (Topçu, 1995).

Svec, O J Veizer, R	1996	Note on structural strength of a sphalt rubber concrete deve loped through the stone mastica asphalt concept	La presencia de polvo de caucho en el asfalto incrementa la flexibilidad del material. Se encontró que no existe una marcada diferencia entre los distintos porcentajes de polvo de caucho en las mezclas. Es posible que esta flexibilidad incrementada, pueda reducir el resquebrajamiento de las carreteras de asfalto durante el invierno, ocasionado por el congelamiento. (Svec, 1996).
Sgobba Sara Giuseppe C.	2010	Use of Rubber Particles from Recycled Tires as Concrete Aggregate for Engineering Applications	Los resultados presentados en este trabajo muestran que la incorporación en el hormigón de agregados de caucho, obtenidos a partir de neumáticos de desecho, es una solución adecuada para reducir el peso en el concreto. A pesar de algunos inconvenientes, como la disminución de algunas propiedades mecánicas del concreto las pruebas demostraron que la mezcla de hormigón con caucho adicionado posee propiedades interesantes que pueden ser útiles en el Desempeño de la estructura de hormigón. (Sgobba & Giuseppe, 2010).

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2 ANTECEDENTE NACIONAL

CUADRO 2: Antecedente nacional

AUTOR	AÑO	ESTUDIO	CONCLUSIONES
Cabanillas Huachua, Emma Rocío	1995	Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado	El porcentaje de disminución del módulo de elasticidad del concreto diseñado con la sustitución de diferentes porcentajes del agregado fino por partículas de caucho reciclado a los 28 días con respecto al módulo de elasticidad del concreto patrón es de: 4.66% con respecto al concreto elaborado con una sustitución del 10%, un 21.62% con sustitución del 15% y un 26.87% con sustitución de 20% (Cabanillas Huachua, 1995).

Fuente: Elaboración Propia

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 Tecnología del concreto

Según (Abanto, 1998) en su libro “TECNOLOGÍA DEL CONCRETO”, define cada el concreto es un material moldeable a temperaturas ambiente, lo que permite su adecuación a distintas formas. Presenta elévala resistencia a la compresión y gran capacidad de adherencia a la tracción. Tiene un comportamiento elástico y plástico que puede ser aprovechado en situaciones especiales. Es incombustible, económico, sus insumos son nacionales y requiere de mano de obra especializada.

Según (Rivera & A, 2009)se da el nombre de agregados al conjunto de partículas inertes, (en general) naturales o artificiales, las cuales mezcladas con cemento Portland y agua forman concreto o mortero.

Los estudios tempranos por Eldin y Fedroff exploraron el efecto de las virutas de goma en la fuerza compresiva y flexión de las mezclas del concreto. Schimizzze y otros, hicieron sus estudios utilizando goma triturada en los pavimentos rígidos de poca potencia. Biel experimentó con un cemento especial (tipo del oxiclورو del magnesio) con el fin de realzar la fuerza de la vinculación entre las partículas de goma y el cemento (García Melgar, 2011).

Para (Gutiérrez de López, 2003), en el libro “EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION”, Los agregados constituyen un factor determinante en la economía, durabilidad y estabilidad en las obras civiles, pues ocupan allí un volumen muy importante. Por ejemplo, el volumen de los agregados en el concreto hidráulico es de un 65% a 85%, en el concreto asfáltico es del 92% al 96%, en los pavimentos del 75% al 90%.

(Sika S.A.C, 2014), en el catálogo, “CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS”, Las fibras están destinadas a evitar la fisuración del concreto en estado fresco o antes de las 24 horas. Se dosifican en el concreto para

volúmenes entre 0.03% a 0.15% del mismo. Las más frecuentes son las fibras en polipropileno cuya dosificación en peso oscila entre 0.3 a 1.2 kg/m³ de concreto. Se trata de dosificaciones extremadamente bajas pero muy eficientes que previenen la fisuración del concreto por retracción plástica. Estas fibras tienen diámetros entre 0.023 mm a 0.050 mm, pueden ser monofilamento o fibriladas. Las microfibras al tener diámetros tan pequeños se califican con un parámetro denominado Denier. Denier es el peso en gramos de 9.000 metros de una sola fibra. (Sika S.A.C, 2014)

2.2.2 Concreto

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (Pasquel Carvajal, 1998)

En consecuencia, para poder dominar el uso de este material, hay que conocer no sólo las manifestaciones del producto resultante, sino también la de los componentes y su interrelación, ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad. Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas. Luego pues, la explicación a sus diversos comportamientos siempre responde a alguna de estas leyes; y la no obtención de los resultados esperados, se debe al desconocimiento de la manera cómo actúan en el material, porque durante su empleo no se respetaron o se obviaron las consideraciones técnicas que nos da el conocimiento científico sobre él. (Pasquel Carvajal, 1998)

Siendo los elementos que conforman el Concreto, (I.C.G, 2016):

- Elementos Activos: Cemento + Arena + Piedra + Agua + Aditivo(opcional)
- Elementos Pasivos: Aire.
- Proporción del Concreto en cuanto al Volumen, (I.C.G., 2016):
- Aditivo: 0.1% - 0.2%.
- Aire: 0.1% - 0.3%.
- Cemento: 7% - 15%.
- Agua: 15% - 22%.
- Agregados: 60% - 75%

2.2.3 Propiedades del concreto

Las propiedades del concreto son sus características o cualidades básicas.

Podemos mencionar como principales propiedades del concreto fresco:

- a) Trabajabilidad:** Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante un tiempo determinado según sea la calidad del cemento. Actualmente la trabajabilidad se puede medir con la aguja de Vicat en función del tiempo de fraguado o endurecimiento. (Abanto, 1998)
- b) Consistencia:** Denominada consistente a la mayor o menor facilidad que tiene el concreto fresco para deformar o adaptarse a una forma específica (Rivera 2014). La consistencia depende de:
 - Agua de amasado
 - Tamaño máximo del agregado
 - Granulometría
 - Forma de los agregados (influye mucho el método de compactación).
- c) Contracción:** Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia.
La pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible. Pero

además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento, y es la contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla. Este proceso no es irreversible, ya que si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida. (Pasquel Carvajal, 1998)

d) Segregación: Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del Agregado Grueso del Mortero. Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciéndose en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejas, etc. La segregación está en función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es esta, y menor cuanto más seca lo es. Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas. (Abanto, 1998).

e) Exudación: Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto.

Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica.

Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla Nro. 100, la exudación será menor, pues se retiene el agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a la estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener. (Pasquel Carvajal, 1998)

En el estado endurecido el concreto presenta las siguientes propiedades:

a) Elasticidad: Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250.000 a 350.000 kg/cm², y están en relación

directa con la resistencia en compresión del concreto, y en relación inversa con la relación agua/cemento. Conceptualmente, las mezclas más ricas tienen módulos de elasticidad mayores, y mayor capacidad de deformación que las mezclas pobres. (Pasquel Carvajal, 1998)

b) Resistencia: Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso. La afectan además los mismos factores que influyen en las características de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que completan la estructura del concreto. (Pasquel Carvajal, 1998)

c) Extensibilidad: Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse, Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones. Depende de la elasticidad y del flujo plástico, constituido por las deformaciones que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo. El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperables, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes. (Pasquel Carvajal, 1998)

d) Durabilidad: Es la resistencia a los agentes externos como las bajas temperaturas, la penetración del agua, desgaste por abrasión, retracción al secado, eflorescencias, agentes corrosivos, o choques térmicos, entre otros, sin deterioro de sus condiciones físico-químicas con el tiempo. El concreto debe ser capaz de resistir a la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufridos por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2% a 6% de

aire con un agente incluso de aire, o aplicando un revenimiento protector a la superficie. (Abanto, 1998)

e) Impermeabilidad: Es la característica de dejar filtrar ya sea aire o agua. Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades, después de la evaporación, y, si están interconectadas, el agua puede penetrar o atravesar el concreto. La inclusión de aire así como un curado adecuado por tiempo prolongado, suelen aumentar la impermeabilidad. (Abanto, 1998)

2.2.4 Clasificación del concreto

a) Por el peso específico

- Ligero, cuyo Peso Unitario se encuentre entre 1200 – 2000 Kg/m³.
- Normal, cuyo Peso Unitario se encuentre entre 2000 – 2800 Kg/m³.
- Pesado, cuyo Peso Unitario se encuentre entre >2800 Kg/m³. (Sanchez Muñoz & Tapia Medina, 2015)

b) Según su Aplicación

- Simple: Concreto sin ninguna armadura. Buena resistencia a compresión.
- Armado: Con acero. Buena resistencia a compresión y a flexión.
- Pretensado: Resistencia a tracción: viguetas.
- Post tensado: Resistencia a tracción: se introducen fundas.

c) Por su Composición

- Ordinario.
- Ciclópeo: con áridos de 50 cm.
- Cascotes: Concreto de desechos y ladrillos.
- Inyectado: en un molde el agregado y le metemos la pasta árido >25 mm.
- Con aire incorporado: en el concreto se le inyecta aire >6% V.
- Ligero: $1,2 - 2 = 2 \text{ N/mm}^2$ Pesado: áridos de densidad muy grande.

- Refractario: resistente a altas temperaturas (cemento de aluminato cálcico), etc. (Sanchez Muñoz & Tapia Medina, 2015)

d) Por su Resistencia

- Convencional: 10% agua, 15% cemento, 35% arena, 40% grava.
- De alta resistencia: 5% agua, 20% cemento, 28% arena, 41% grava, 2% adiciones, 2% aditivos (Sanchez Muñoz & Tapia Medina, 2015)

2.2.5 Elementos que componen el concreto

La Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo. Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento. (Pasquel Carvajal, 1998)

A. Cemento

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas de calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes. (Pasquel Carvajal, 1998)

1. Cemento Portland

Es un cemento hidráulico producido por la pulverización de Clinker, el cual está compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos, conteniendo además, una o más formas de sulfato de calcio, como un añadido en la etapa de molienda.

Todo cemento Portland que se utilice para su elaboración de concretos, debe cumplir con la norma ASTM C-150 "Estándar Specification for Portland Cement", que las clasifica de la siguiente manera:

- ❖ Silicato tricálcico (C3S)
- ❖ Silicato bicálcico (C2S)
- ❖ Aluminato Tricálcico (C3A)
- ❖ Ferro-Aluminato Tetracálcico (C4AF)

Normalmente el Clinker contiene entre 70 y 75% de los primeros, entre 7 y 15% del Aluminato tricálcico y el resto lo conforma el ferro-aluminato tricálcico y los compuestos secundarios como el Mg O y el SO₃. La proporción en que estos compuestos se presentan en el Clinker, depende de la cantidad en que estén presentes en la materia prima, los elementos minerales que los conforman, es decir: CALCIO, SILICIO, ALUMINIO y FIERRO. (Yura, 2014)

2. Tipos de cemento

Los tipos de cemento portland se clasifican de la siguiente manera:

- Tipo I: (Común), destinado a obras en general que le exigen propiedades especiales.
- Tipo II: Destinado a obras expuestas a la acción moderada de los sulfatos y a obras en donde se requiere moderado calor de hidratación
- Tipo III: Desarrolla altas resistencias iniciales.
- Tipo IV: Desarrolla bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos.

TABLA 1: Composición de Distintos Tipos de Cemento Portland

Tipos de cemento portland	Composición en % peso			
	C ₃ S	C ₂ S	C ₂ A	C ₄ AF
Común	55	20	12	9
Moderado (calor y resistencia al sulfato)	45	30	7	12
Endurecimiento rápido	65	10	12	8
Bajo calor de hidratación	25	50	5	13
Resistente al sulfato	40	35	3	14

Fuente: tesis - (CATALAN ARTEAGA, 2013)

3. Cemento Portland tipo IP

Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre 15% y 40% del peso total.

Según, (Yura, 2014) “Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos, logrando un alto grado de finura. Que le brinda propiedades especiales permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir al intemperismo, ataques químicos (sulfatos, carbonatos y otros), y otros deterioros”.

TABLA 2 : Características Técnicas del Cemento Portland Puzolánico Tipo ip – Yura

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP		Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595	
MgO (%)	1.99		6.00 Máx.	
SO ₃ (%)	1.75		4.00 Máx.	
Pérdida por ignición (%)	2.14		5.00 Máx.	
REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP		Norma NTP 334.090 ASTM C-595	
Peso específico (gr/cm ³)	2.85		-	
Expansión en autoclave (%)	0		0.80 Máx.	
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170		45 Mín.	
Fraguado Vicat final (minutos)	270		420 Máx.	
Resistencia a la compresión	Kgf/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa
1 días	104	10	-	-
3 días	199	20	133 Mín.	13
7 días	247	24	204 Mín.	20
28 días	342	34	255 Mín.	25
60 días	397	39	-	-

Fuente: Ficha Técnica Cemento Portland Puzolánico Yura IP (Alta Durabilidad), Nov.2014.

a. Propiedades del Cemento Portland Puzolánico Tipo IP

- **Mayor resistencia a la compresión.-** los aluminosilicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberando de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan resistencia adicional al cemento. (Yura, 2014)
- **Mayor permeabilidad.-** La puzolana que contiene este cemento, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicato de calcio, sellando los poros y haciendo un concreto más impermeable, y protege a la estructura metálica de la corrosión. (Yura, 2014)
- **Resistencia a los sulfatos.-** con el contenido de puzolana que tiene este cemento es impermeable el cual protege o es más resistente a los sulfatos y otros ataques químicos. (Yura, 2014)

TABLA 3: Resistencia a los Sulfatos del Cemento Portland Puzolánico IP

Resistencia a los sulfatos	Resultado Cemento YURA IP	Resultado Cemento YURA Tipo V	Requisitos de Norma NTP 334.009 Tipo V
Máximo % de Expansión a los 14 días	0.018	0.029	0.040 Máx.

Fuente: Ficha Técnica Cemento Portland Puzolánico Yura IP (Alta Durabilidad), Nov.2014.

- **Disminuye la reacción nociva álcali-agregado.-** El contenido de puzolana remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva Álcali-Agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos. (Yura, 2014)
- **Menor calor de hidratación.-** la presencia de puzolana al reaccionar con el hidróxido de calcio inhibe esta reacción generando menor calor de hidratación, evitando contracciones y fisuraciones. (Yura, 2014)

B. Agregados

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

La importancia de los agregados radica en que constituyen alrededor del 75% en volumen de una mezcla típica de concreto. (Rivva López, 2014)

Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento (Rivva López, 2014).

1. Clasificación de los Agregados

a. Clasificación por su origen

Por su origen los agregados se clasifican en Agregados Naturales Agregados Artificiales. Se considera como:

- **Agregados Naturales:** Son los formados por los procesos geológicos naturales que han ocurrido en el planeta durante miles de años y que
- son extraídos, seleccionados y procesados para optimizar su empleo en
- la producción de concreto. (Rivva López, 2014)
- **Agregados Artificiales:** Proviene de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto. (Rivva López, 2014)

b. Clasificación por su tamaño

De acuerdo a su tamaño los agregados se clasifican en: Agregado Fino y Agregado Grueso.

- **Agregado Fino:** Es aquel que pasa íntegramente el tamiz de 3/8" y como mínimo en un 95% el Tamiz N°4, quedando retenido en el Tamiz N° 200 (Rivva, 2000).

- **Agregado Grueso:** Es aquel que queda retenido, como mínimo, en un 95% en el Tamiz N° 4 (Rivva, 2000).

2. Características físicas

En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad, y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas estándar que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas.

Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos de las siguientes características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas. (Pasquel Carvajal, 1998)

a. Granulometría según la norma técnica peruana

La medición del volumen de los tamaños de diferentes tamaños de partículas sería muy difícil su realización, es por ello que se realiza la medición de estas de forma indirecta, el cual es tamizándolas por medio de una serie de mallas de aberturas conocidas y pesando los materiales retenidos refiriéndolos en porcentaje con respecto al peso total. (Pasquel Carvajal, 1998)

A esto es lo que se denomina análisis granulométrico o granulometría, que es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada. Cuando se representa la distribución granulométrica de la mezcla de agregados de pesos específicos que no difieren mucho, la granulometría es prácticamente igual sea la mezcla en peso o en volumen absoluto, pero cuando se trata de agregados de pesos

específicos muy diferentes, hay que hacer las conversiones a volumen absoluto para que se represente realmente la distribución volumétrica que es la que interesa para la elaboración del concreto. (Pasquel Carvajal, 1998)

La serie de tamices estándar ASTM para concreto tiene la particularidad de que empieza por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene abertura igual a la mitad de la anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la misma secuencia, pero el nombre de las mallas se establece en función del número de aberturas por pulgada cuadrada. (Pasquel Carvajal, 1998)

El significado práctico del análisis granulométrico de los agregados estriba en que la granulometría influye directamente en muchas propiedades del concreto tanto fresco como endurecido, por lo que interviene como elemento indispensable en todos los métodos de diseño de mezclas. (Pasquel Carvajal, 1998)

Además, la norma prescribe que la diferencia entre el contenido que pasa una malla y el retenido en la siguiente, no debe ser mayor del 45% del total de la muestra. De esta manera, se tiende a una granulometría más regular. En cuanto a granulometría se refiere, los mejores resultados se obtienen con agregados de granulometrías que queden dentro de las normas y que den curvas granulométricas suaves. (Abanto, 1998)

TABLA 4: Tamices Estándar astm

DENOMINACIÓN DEL TAMIZ	ABERTURA EN PULGADAS	ABERTURA EN MILÍMETROS
3"	3.0000	75.0000
1 1/2"	1.5000	37.5000
3/4"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
Nro. 4	0.1870	4.7500
Nro. 8	0.0937	2.3600
Nro. 16	0.0469	1.1800
Nro. 30	0.0234	0.5900
Nro. 50	0.0117	0.2950
Nro. 100	0.0059	0.1475
Nro. 200	0.0023	0.0737

Fuente: Riva López Enrique, *Diseño de Mezcla (INDECOPI, NTP 400.037, 2002)*.

b. Granulometría del agregado grueso

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma (N.T.P. 400.037, 2014) o en la norma ASTM C-33, los cuales están indicados en la siguiente tabla:

TABLA 5: Requisitos Granulométricos de Agregado Grueso Según la NTP 400.037

Tamaño Nominal	% Pasa por los tamices normalizados													
	100mm (4")	90mm (3½")	75mm (3")	63mm (2½")	50mm (2")	37.5mm (1½")	25mm (1")	19mm (¾")	12.5mm (½")	9.5mm (3/8")	4.75mm (#4)	2.36mm (#8)	1.18mm (#16)	
90 mm a 37.5 mm (3½" a 1½")	100	90 a 100	--	25 a 60	--	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--	
63 mm a 37.5 mm (2½" a 1½")	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--	
50 mm a 25 mm (2" a 1")	--	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	
50 mm a 4.75 mm (2" a N°4)	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	--	0 a 5	--	--	
37.5 mm a 19 mm (1½" a ¾")	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	
37.5 mm a 4.75 mm (1½" a N°4)	--	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	0 a 5	--	--	
25 mm a 12.5 mm (1" a ½")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--	--	--	
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	--	--	
25 mm a 4.75 mm (1" a N°4)	--	--	--	--	--	100	95 a 100	--	25 a 65	--	0 a 10	0 a 5	--	
19 mm a 9.5 mm (¾" a 3/8")	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	--	--	
19 mm a 4.75 mm (¾" a N°4)	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	--	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--	
12.5 mm a 4.75 mm (½" a N°4)	--	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	--	
9.5 mm a 2.36 mm (3/8" a N°8)	--	--	--	--	--	--	--	--	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	

Fuente: Norma Técnica Peruana (N.T.P. 400.037, 2014).

c. Granulometría del agregado fino

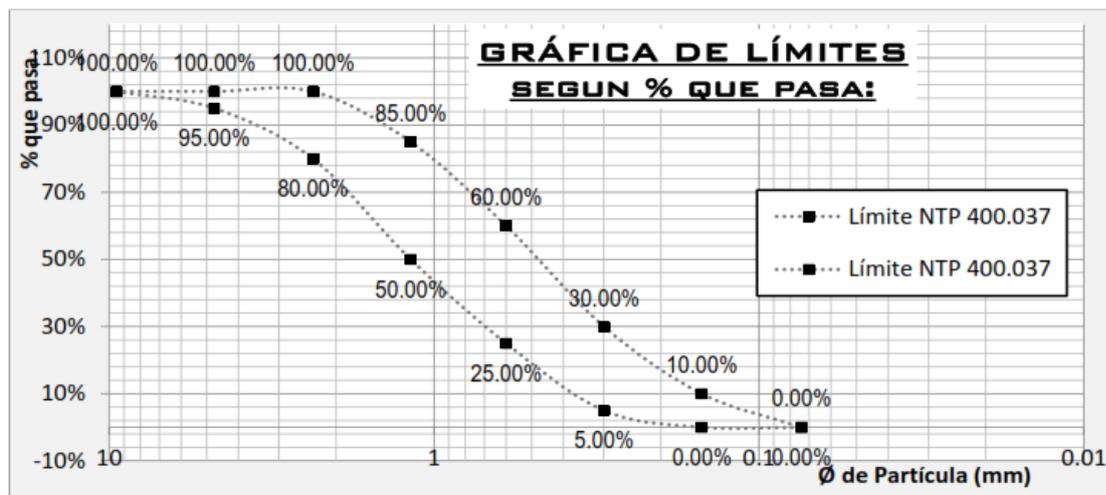
Para la granulometría del Agregado Fino se tendrá las siguientes consideraciones según la (N.T.P. 400.037, 2014).

TABLA 6: Requisitos Granulométricas de Agregado Fino según N.T.P 400.037

Tamiz	Porcentaje que Pasa
9.5mm (3/8")	100%
4.75mm (#4)	95% - 100%
2.36mm (#8)	80% - 100%
1.18mm (#16)	50% - 85%
600um (#30)	25% - 60%
300um (#50)	05% - 30%
150um (#100)	0% - 10%

Fuente: Riva López Enrique, Diseño de mezcla

ILUSTRACIÓN 1: Gráfica de Límites Granulométricos del Agregado Fino



Fuente: Norma Técnica Peruana (N.T.P. 400.037, 2014)

La granulometría del Agregado Fino estará dentro de los límites del porcentaje que pasa. Según (N.T.P. 400.037, 2014), el Módulo de Fineza recomendable estará entre 2.3 y 3.1. Siendo la determinación de cálculo bajo la siguiente expresión.

$$\text{Módulo de Fineza} = \frac{\sum \% \text{ Retenido. Acum. Tamices } (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

d. Módulo de fineza del agregado fino

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza, no distingue las granulometrías, pero en caso de agregados que estén dentro de los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos. El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de las mallas estándar: 3", 1 3/8", N°4, N°16, N°30, N°50, N°100 y dividiendo entre 100. (Castillo, 2009)

Según la norma ASTM la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1. Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos de 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia. (Castillo, 2009)

e. Tamaño máximo del agregado grueso

Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso (N.T.P. 400.012, 2001).

f. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido (N.T.P. 400.012, 2001).

g. Peso específico

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas (N.T.P. 400.021, 2013) (ASTM C-127) y (N.T.P. 400.022, Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del Agregado Fino - AGREGADOS, 2013) (ASTM C-128) establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación. Hay que tener en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que se deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos. (Pasquel Carvajal, 1998)

h. Peso unitario

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo.

La norma (N.T.P. 400.017, 1999) (ASTM C-29) define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas. El valor obtenido, es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezcla para estimar las proporciones y también para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen.

En este último caso hay que tener en cuenta que estas conversiones asumen que el material en estado natural tiene el peso unitario obtenido en la prueba estándar, lo cual no es cierto por las características de compactación indicadas. Algunas personas aplican el mismo ensayo pero sin compactar el agregado para determinar el "peso unitario suelto", sin embargo este valor tampoco es necesariamente el del material en cancha, por lo que se introducen también errores al hacer conversiones de diseños peso a volumen. (Pasquel Carvajal, 1998)

i. Porcentaje de vacíos

Es la medida del volumen expresada en porcentaje de espacios entre las partículas de agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. Según (N.T.P. 400.017, 1999).

j. Absorción

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en ésta, se expresa como porcentaje del peso seco. El agregado se considera "seco" cuando éste ha sido mantenido a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar. (INDECOPI, NTP. 300.078, 2002)

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{\text{Peso saturado superficialmente} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

k. Peso específico de masa (pem)

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado (incluyendo los poros permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas); a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (N.T.P. 400.022, Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del Agregado Fino - AGREGADOS, 2013) El peso específico de masa (Pem) se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$Pem = \frac{W_o}{V - V_a} * 100$$

Dónde:

Pem = Peso específico de masa,

Wo = Peso del aire en la muestra secada en el horno (Gramos),

V=Volumen del frasco en cm³

Va = Peso en gramos o volumen cm³ de agua añadida al frasco.

l. Peso específico de masa saturado superficialmente seco

(sss)

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado incluyendo la masa del agua de los poros llenos hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente (pero no incluyendo los poros entre partículas), comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas. (N.T.P. 400.022, Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del Agregado Fino - AGREGADOS, 2013)

El peso específico de masa saturada superficialmente seco (SSS) se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$Pe_{SSS} = \frac{500}{V - V_a} * 100$$

Dónde:

PeSSS = Peso específico de masa saturada

V = Volumen del frasco en cm³

V_a = Peso en gramos o volumen cm³ de agua añadida al frasco.

m. Porosidad

Es el volumen de espacios dentro de las partículas de agregados. Tiene una gran influencia en todas las demás propiedades de los agregados, pues es representativa de la estructura interna de las partículas. No hay un método estándar en ASTM para evaluarla. (Pasquel Carvajal, 1998)

n. Contenido de humedad

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas. (Pasquel Carvajal, 1998)

La humedad se expresa de la siguiente manera según la norma NTP 339-185 (ASTM C566):

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso original de la muestra} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

C. Agua para la elaboración del concreto.

Es un elemento fundamental de la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido (Abanto, 1998).

El agua de mezcla en el concreto, deberá cumplir con los parámetros (N.T.P. 339.088, 2014), y tiene como funciones los siguientes puntos:

Reaccionar con el cemento para hidratarlo.

- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad de la mezcla.
- productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

TABLA 7: Calidad del agua para la elaboración y curado del concreto

LÍMITES PERMISIBLES PARA EL AGUA DE MEZCLA Y DE CURADO SEGÚN LA NORMA NTP 339.088	
Descripción	Límite permisible
1) Límite en suspensión	5000 ppm máximo
2) Materia orgánica	3 ppm máximo
3) Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 ppm máximo
4) Suelo (ion SO ₄)	600 ppm máximo
5) Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm máximo
6) Ph	5 a 8

Fuente: Norma Técnica Peruana - (N.T.P. 339.088, 2014)

TABLA 8: Relación Agua- Cemento

f _c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Comité 211 del ACI.

D. Fibra utilizada en concreto

Es la combinación de concreto convencional con fibras sintéticas. Se fabrican de materiales tales como nylon, poliéster, polietileno y polipropileno, que al ser incorporadas ayudan a disminuir las fisuras por retracción plástica debido al secado del concreto en estado plástico, generados por choques térmicos o cambios bruscos de temperatura. (Cemex, 2014)

1. Historia del concreto reforzado con fibra

El uso de fibras en la construcción no es un concepto nuevo, innumerables evidencias arqueológicas dan fe de que en Babilonia y Egipto las fibras vegetales se combinaron con mezclas de arcilla para fabricar elementos estructurales. Con el paso del tiempo esta técnica cayó en desuso, hasta que ya muy entrado el siglo XX se retomó, primero con un enfoque empírico y más tarde bajo la lente de la investigación. (López, 2015)

Las fibras se han utilizado como refuerzo desde la antigüedad. Históricamente, los pelos de caballo se utilizaban en el mortero y la paja en ladrillos de barro. A principios de 1900, las fibras de asbesto (amianto) se utilizaban en el concreto, y, en la década de 1950 surge el concepto de materiales compuestos y el concreto reforzado con fibras fue uno de los temas de interés. Había una necesidad de encontrar un reemplazo para el amianto utilizado en materiales de construcción de concreto y otros, una vez que los riesgos para la salud asociados con la sustancia fueron descubiertos. (López, 2015)

Durante años hubo un gran interés por el desarrollo de fibras sintéticas que trataran de copiar a las fibras naturales y cuya aplicación principal fue la fabricación de tejidos. Las fibras sintéticas han tenido una aplicación en el sector de la construcción más tardía. No obstante, las fibras metálicas sí han tenido una mayor presencia a lo largo de los años como adición a materiales de construcción. (López, 2015)

2. Los primero usos a las fibras

Desde 1847 se inició con un estudio técnico, sobre la adición de fibras de hierro, yute y otras fibras naturales al concreto. El estudio se desarrolló lentamente y fue hasta 1960 que se comenzó a experimentar con el uso de fibras metálicas y fibra de vidrio. (López, 2015)

La primera patente de concreto reforzado con elementos metálicos se realizó en California en 1874 por A. Berard. Consistía en una piedra artificial que utilizaba acero granular procedente de desechos para el refuerzo del concreto. A partir de ese momento han aparecido numerosas patentes. En 1911 Graham utilizó por primera vez estas fibras para incrementar la resistencia y estabilidad del concreto reforzado convencional. Cabe destacar la patente de G. Martin en 1927, en California también, que describe la adición de alambres de acero rizados en el concreto empleado en tuberías. (López, 2015)

Con el paso de los años, la forma de las fibras se va perfeccionando y en las patentes se emplean parámetros muy similares a los actuales para fibras de acero. Ejemplo de ello es la patente de G. Constantinesco (1954, Estados Unidos) que se refería al uso de fibras helicoidales y espirales para aumentar la resistencia a la fisuración y la absorción de energía en el concreto. (López, 2015)

3. En la actualidad las fibras

En la década de los 70's en Estados Unidos se hicieron los primeros estudios e investigaciones dirigidos al uso del concreto consolidado con fibras sintéticas, las que desde entonces han sido elementos indispensables en la construcción de pisos industriales de alto desempeño, pavimentos, cubiertas para puentes, concretos lanzados para la estabilización de taludes, revestimientos de túneles, elementos estructurales prefabricados, bóvedas, etc.

Posteriormente, el desarrollo de proyectos de reforzamiento estructural con fibras de carbono, obedece a la investigación en el campo de las estructuras en los años ochenta. (López, 2015)

El American Concrete Institute (ACI) en Estados Unidos crea el Comité 544 para el estudio, análisis y seguimiento de los Concreto Reforzados con Fibras (FRC, por sus siglas en inglés) y el Comité 549 para el Ferrocemento. En Europa aparecen grupos de estudios, a principios de los años 90 para el análisis del comportamiento estructural en conglomerados cementicios reforzados con fibras y se trata de normalizar el empleo de los concretos reforzados con fibras. (López, 2015)

Las convenciones del ACI en Atlanta (Febrero de 1989) y San Diego (Noviembre de 1989) analizan los resultados presentados por los Comités 544 y 549 y sale a la luz la publicación especializada “Thin-Section Fiber Reinforced Concrete and Ferrocement”, recopilada por J. I. Daniel y S. P. Shah como primer, concreto y loable empeño, de confrontación científica de la labor realizada con fibras sintéticas, fibras de vidrio, fibras de acero, ferrocemento y otras secciones compuestas.

A su vez la Universidad Federal de Bahía, Brasil, organiza en 1990 el Segundo Symposium sobre Plantas Vegetales y sus Fibras como Material de Construcción, donde con un sentido dirigido más hacia los países pobres se analizan las propiedades de los materiales compuestos con fibras vegetales, las construcciones realizadas con el empleo de materiales compuestos con fibras, madera, secciones completas de plantas y desperdicios orgánicos. Punto de despegue para el debate público especializado de lo realizado sobre los tópicos denominados Natural Fibres Reinforced Concrete (NFRC, por sus siglas en inglés). (López, 2015)

2.2.6 UTILIZACIÓN DEL CAUCHO COMO AGREGADO

Los estudios tempranos por Eldin y Fedroff exploraron el efecto de las virutas de goma en la fuerza compresiva y flexión de las mezclas del concreto. Schimizzze y otros, hicieron sus estudios utilizando goma triturada en los pavimentos rígidos de poca potencia. Biel experimentó con un cemento especial (tipo del oxiclورو del magnesio) con el fin de realzar la fuerza de la vinculación entre las partículas de goma y el cemento. (García Melgar, 2011)

Goulias y Ali emplearon el método de la frecuencia resonante para medir el módulo de la dinámica de la elasticidad y del coeficiente de Poisson. Encontraron que al usar las partículas de goma mejoraran las características de la ingeniera del concreto.

El estudio de Toutanji se centró en sustituir el agregado grueso mineral por las virutas de goma del neumático. La durabilidad hielo-deshielo del concreto de goma fue investigada por Fedroff, Savas y Ahamd. Lee y Moon investigaron la adición del caucho en el concreto del látex. Khatib y Bayomy propusieron un modelo de la reducción de la fuerza compresiva de las mezclas de hormigón con el contenido de goma agregado. Thong- On divulgó sobre el comportamiento mecánico del mortero del cemento de goma triturada. (García Melgar, 2011)

En la actualidad en algunos países ya cuentan con el uso del caucho como material alternativo que utilizan como agregado ya que el reciclaje se implementó como ley.

Los estudios sobre este tipo nuevo de material reciclado en la construcción se dio en las universidades de Colorado y California las cuales que quedan en Estados Unidos (EEUU) en el año de 1994, algunas de estas investigaciones que se realizaron se aplicaron, teniendo éxito en elementos como pavimentos, aceras que están en funcionamiento como es el caso de Puerto Rico. (García Melgar, 2011)

2.2.7 Composición Química y Propiedades Físicas del Caucho

TABLA 9: Composición química y propiedades físicas del caucho

COMPOSICIÓN QUIMICA	VALOR	UNIDAD
Contenido de Caucho	55 ± 5	%
Negro de Carbono	32 ± 3	%
Extracto Acetónico	10 ± 3	%
Cenizas	05 ± 3	%
PROPIEDADES FÍSICAS		
Dureza	65 ± 5	A(shore)
Peso Especifico	1.15 ± 0.02	Kg/d3
Densidad Aparente	0.45 ± 0.05	Kg/d4
Contenido de Agua	< 0.75	%

Fuente: Materiales y Compuestos para la Industria del Neumático, Ing. Castro Guillermo

2.2.8 Diseño de Mezclas

“... El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente, la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo. Es usual el suponer que esta técnica consiste en la aplicación sistemática de ciertas tablas y proporciones ya establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones *normales en las obras*”, (Pasquel Carvajal, 1998).

a) CONSIDERACIONES DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO.

$f'c$	$f'cr$
Si: $f'c < 210 \text{ Kg/cm}^2$	$f'cr + 70$
Si: $210 \text{ Kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ Kg/cm}^2$	$f'cr + 84$
Si: $350 \text{ Kg/cm}^2 < f'c$	$f'cr + 98$

Fuente: Comité 211 del ACI.

b) Selección del Asentamiento

Tabla 10: Selección del Asentamiento

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO
REFORZADOS	3"	1"
CIMENTACIONES SIMPLES Y CALZADURAS	3"	1"
VIGAS Y MUROS ARMADOS	4"	1"
COLUMNAS	4"	1"
LOSAS Y PAVIMENTOS	3"	1"
CONCRETO CICLÓPEO	2"	1"

Fuente: Manual de la Construcción - Agenda Técnica (I.C.G., 2016).

c) Selección del Tamaño Máximo Nominal (TMN) del Agregado Grueso.

El Agregado grueso está conformado por partículas limpias, de perfil preferente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y de textura rugosa, para lo cual se deberá tener el Tamaño Máximo Nominal (TMN), dato que proviene del ensayo de granulometría del Agregado Grueso.

d) Selección del Contenido de Agua y selección del Aire atrapado

Tabla 11: Volumen de agua por m³ agua en litros/m³ para (TMN) de agregados y asentamiento indicado.

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para TMN agregados y consistencia indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	--

Fuente: Manual de la Construcción - Agenda Técnica (I.C.G., 2016).

Tabla 12: Contenido de aire

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		
Tamaño máximo nominal del agregado (pulg)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Aire atrapado
3/8"	9.5	3.00%
1/2"	12.5	2.50%
3/4"	19	2.00%
1"	25	1.50%
1 1/2"	37.5	1.00%
2"	50	0.50%
3"	75	0.30%
6"	150	0.20%

Fuente: Manual de la Construcción - Agenda Técnica (I.C.G., 2016)

e) Selección de la relación Agua/Cemento (A/C), sea a la resistencia a Compresión

F _c Kg/cm ²	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Manual de la Construcción - Agenda Técnica (I.C.G., 2016)

f) Cálculo del Contenido de Cemento

Para el cálculo del contenido de Cemento se dividirá: (d) / e)) dividido entre 42.5 Kg (Peso por Bolsa), se obtiene el número de bolsas de cemento en 01 m³ de concreto.

g) Cálculo del Contenido del Agregado Grueso

Seleccionar el peso del Agregado Grueso (Tabla N° 13), proporciona el valor de b/bo, donde "bo" y "b" son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso

Tabla 13: Contenido del Agregado Grueso

Tamaño máximo nominal del Agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen, para diversos módulos de fineza del fino				
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7	0.68
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7
3"	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Fuente: Comité 211 del ACI.

Se calculara el contenido del Agregado Grueso (b/b₀) en función al Tamaño Máximo Nominal, según ratifica el Módulo de Fineza del Agregado Fino de (Tabla N° 13), sino existe interpolar. El Contenido de Agregado Grueso se determina bajo la siguiente expresión:

$$\text{Agregado Grueso (kg)} = \frac{b}{b_0} (\text{m}^3) \times \text{Peso Unitario Compactado} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

h) Cálculo del Contenido Agregado Fino. (Método del Volumen Absoluto)

Se procede a realizar el reporte de los pesos de todos los materiales sin considerar el Agregado Fino

El volumen absoluto lo hallamos en función al volumen de materiales que conforman el metro cubico de concreto.

$$\sum [\text{Vol. (Cemento + Agregado Grueso + Agua + Aire)}] = \sum \text{Vol. Absolutos}$$

$$\text{Volumen Abs Agregado Fino} = 1 - \sum \text{Vol. Absolutos}$$

i) Ajuste por humedad del Agregado

Corrección del Peso por humedad de cada agregado (Agregado Grueso y Agregado Fino) en 01 m³ de material:

$$\text{Peso Corregido} = (1 + \text{ContenidoHumedad}) \times \text{PesoSeco}$$

j) Aporte de agua en la mezcla

$$Ap \text{ de Agua} = \frac{(\%humedad - \%Absorcion) \times \text{Agregado Seco}}{100}$$

k) Agua efectiva o final

$$\text{Agua final} = \text{Peso Abs.} - (\text{Ap de Agua A. F} + \text{Ap de Agua A. G})$$

2.2.9 Resistencia a la Compresión del Concreto

El método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos o corazones en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra. El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra. (INDECOPI, NTP. 339.034., 1999) La resistencia a la compresión de la probeta se calcula con la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{4G}{\pi D^2}$$

Dónde:

Rc: Es la resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos por centímetro cuadrado.

G: La carga máxima de rotura en kilogramos.

D: Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

2.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

- **RESISTENCIA:** Capacidad de asimilar la aplicación de fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión. Normalmente se mide por medio de la resistencia en compresión, para lo cual se necesita ensayar testigos cilíndricos o cúbicos de tamaño adecuado al equipo de ensayo, que se perforan o cortan de una muestra lo suficientemente grande. (Pasquel Carvajal, 1998)
- **CONCRETO:** Es el material constituido por la mezclas en ciertas proporciones de cemento agua agregados y opcionalmente aditivos que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que hace un material ideal para la construcción. para darle cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen. (Pasquel Carvajal, 1998)
- **TENACIDAD:** Se denomina así en general a la resistencia al impacto. Esta más relacionada con la sollicitación en flexión que en compresión, así como con la angularidad y aspereza de la superficie Tiene trascendencia en las propiedades del concreto ante impactos, que son importantes en términos prácticos, al momento de evaluar las dificultades en el procesamiento por chancado del material. Su estimación es más cualitativa que cuantitativa. (Pasquel Carvajal, 1998)
- **DUREZA:** Es la resistencia al desgaste por la acción de unas partículas sobre otras o por los agentes externos. (Pasquel Carvajal, 1998).

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

La sustitución del agregado fino por fibras de caucho afecta significativamente el ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ para uso de buzones sanitarios en la Ciudad del Cusco

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- El porcentaje óptimo de sustitución del agregado fino por fibras de caucho es menor al 15% en el concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.
- Las fibras de caucho influyen significativamente en la resistencia a la compresión del concreto

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Fibras de caucho

2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación titulado “DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”, es una “Investigación Cuantitativa”, porque está basada en estadísticas y datos medibles la cual demostraran las hipótesis propuestas en la presente investigación.

3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación tiene un “Nivel Experimental”, porque va orientada a responder las preguntas ¿Cuál es el efecto de sustitución del agregado fino por fibras de caucho, en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ para uso de buzones sanitarios en la Ciudad del Cusco? ¿Cuál es el porcentaje óptimo de sustitución del agregado fino por fibras de caucho en el concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$? ¿De qué manera influye el porcentaje de fibras de caucho en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$?

3.1.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACION

La metodología será Hipotética- Deductiva; porque se han planteado hipótesis y desde allí se empieza para demostrar a través de medidas o deducciones las conexiones de variables que se realizarán en laboratorio las cuales serán expresados mediante resultados.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Unidad de estudio

La población de estudio son las briquetas de Concreto $f'c$: 175 kg/cm² sustituidos en el agregado fino por fibras de caucho en sus diferentes porcentajes y el concreto patrón el cual no posee ninguna sustitución (briquetas).

3.2.2 Muestra de estudio

La muestra representativa con la cual se desarrollará el trabajo de investigación serán 48 testigos elaboradas con agregado fino y grueso de la cantera Córdova, con y sin sustitución de las fibras de caucho.

3.3 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.3.1 Técnicas

La técnica que se usó en la investigación es la recolección de datos.

3.3.2 Instrumentos

- Los formatos y/o fichas de recolección de datos para cada uno de los ensayos de laboratorio que se usaran.
- Equipos e instrumentos utilizados para evaluar las unidades de estudio.

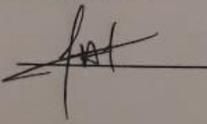
3.4 VALIDACION Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

ILUSTRACIÓN 2: validación y confiabilidad del instrumento.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-120-2017
Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:	MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS		
Rangos	100 000	kgf	
Dirección de carga	Ascendente		
FABRICANTE	ELE INTERNATIONAL		
Modelo	36-0690/06		
Serie	130500076		
Indicador de Fuerza	1887-1-00116		
Transdustor de Presion	291990		
Ubicación	Lab. Geotecnico - Cusco		
Codigo Identificacion	NO INDICA		
Norma utilizada	ASTM E4; ISO 7500-1		
Intervalo calibrado	Escala (s)	100 000	kgf
	De 10 000 a 100 000 kgf		1% A 50%
Temperatura de prueba °C	Inicial	16,5	Final 15,8
Inspección general	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento		
Solicitante	CORPORACION AYAR S.A.C.		
Dirección	JR. PISAC MZA. A LOTE. 17 URB. MANUEL PRADO - CUSCO		
Ciudad	CUSCO		
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	Tipo / Modelo	BOTELLA	
	Código	MF-02	
	Certif. de calibr.	INF-LE-381-16B PUCP	
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
FECHA DE CALIBRACION	2017/07/05		
FECHA DE EMISION	2017/07/13		
FIRMAS AUTORIZADAS	<p style="text-align: center;">Jefe de Metrología Luiggi Aserjo G.</p> 		



Av. Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos
 www.metrotesteir.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteir.com
 Telf. 528-7898 Telefax: 528-3324 Entel: 997 045 343 / #962 889 991
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL

Fuente: Corporación Ayar S.A.C.

CAPITULO IV

ANALISIS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO Y DISEÑO DE MEZCLA

4.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO Y MÓDULO DE FINEZA

TABLA 14: Granulometría del agregado fino y módulo de fineza de la cantera Córdoba.

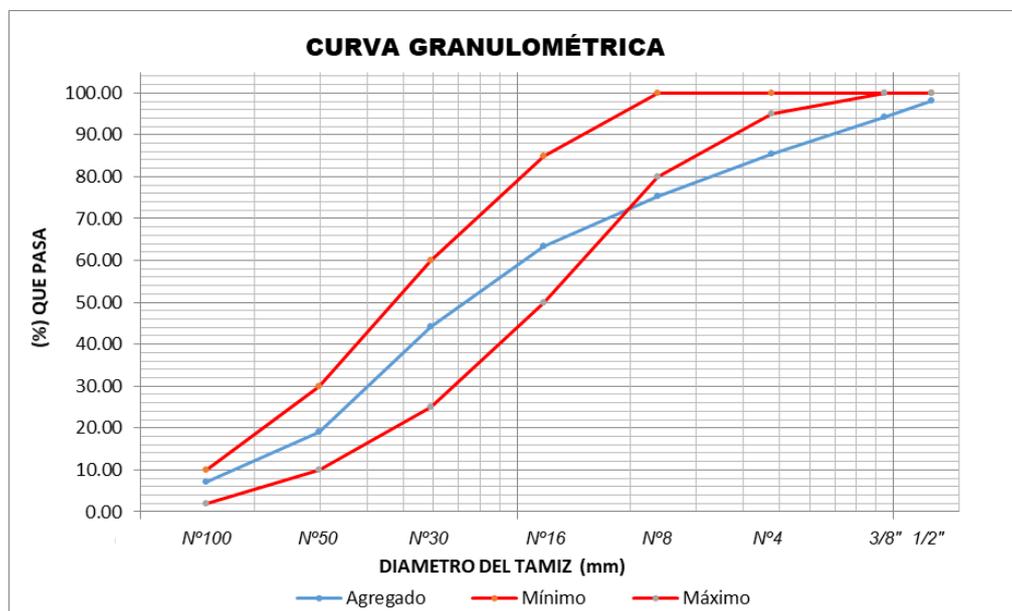
GRANULOMETRIA					
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA
1/2"	12.700	22.2	1.84	1.84	98.16
3/8"	9.525	46.8	3.88	5.72	94.28
N° 4	4.75	107.8	8.93	14.65	85.35
N° 8	2.36	121.9	10.10	24.75	75.25
N° 16	1.18	144.4	11.96	36.71	63.29
N° 30	0.59	231.8	19.20	55.92	44.08
N° 50	0.297	300.8	24.92	80.84	19.16
N° 100	0.149	144	11.93	92.77	7.23
FONDO	0.000	87.3	7.23	100.00	0.00
	SUMA	1207.00	98.16		

Módulo de Fineza = **3.11**

Fuente: Elaboración Propia.

a) Diagrama:

ILUSTRACIÓN 3: Granulometría del agregado fino y módulo de fineza de la cantera Córdoba.



Fuente: Elaboración Propia.

b) Análisis de Prueba:

- Después de ejecutado el ensayo de granulometría se observó que en la curva granulométrica del agregado fino de Córdoba no se encuentra totalmente dentro de los parámetros granulométricos que estipula la norma. Por consiguiente, la muestra de este Agregado posee mayor cantidad de agregado grueso a partir de la malla N° 8.
- El módulo de finura que nos dio es de 3.11 cumpliendo con las especificaciones de la norma ya que los parámetros son de 2.2 a 3.20.

ILUSTRACIÓN 4: Material retenido tras el tamizado de las muestras de agregado fino.



Fuente: Elaboración Propia.

4.2 GRANULOMETRÍA DE LAS FIBRAS DE CAUCHO Y MÓDULO DE FINEZA

TABLA 15: Granulometría de las fibras de caucho y módulo de fineza.

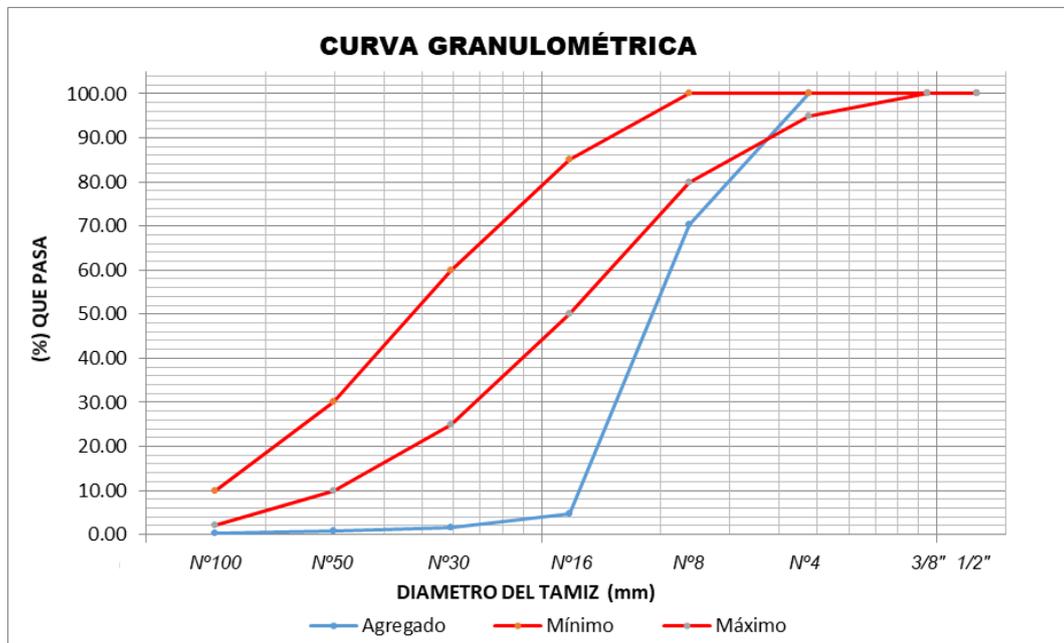
GRANULOMETRIA					
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA
1/2"	12.700	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.36	238.5	29.81	29.81	70.19
N° 16	1.18	523.6	65.45	95.26	4.74
N° 30	0.59	24.2	3.03	98.29	1.71
N° 50	0.297	6.8	0.85	99.14	0.86
N° 100	0.149	3.6	0.45	99.59	0.41
FONDO	0.000	3.3	0.41	100.00	0.00
	SUMA	800.00	100.00		

Módulo de Fineza = 4.22

Fuente: Elaboración Propia.

a) Diagrama:

ILUSTRACIÓN 5: Granulometría de las fibras de caucho y módulo de fineza.



Fuente: Elaboración Propia.

b) Análisis de Prueba:

- Después de ejecutado el ensayo de granulometría se observó que en la curva granulométrica las fibras de caucho no cumplen los parámetros granulométricos que estipula la norma.
- El módulo de finura que nos dio es de 4.22 el cual no se encuentra cumpliendo con las especificaciones de la norma ya que los parámetros son de 2.2 a 3.20.

ILUSTRACIÓN 6: Material retenido tras el tamizado de las muestras de fibras de caucho.



Fuente: Elaboración Propia.

4.3 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO Y MÓDULO DE FINEZA

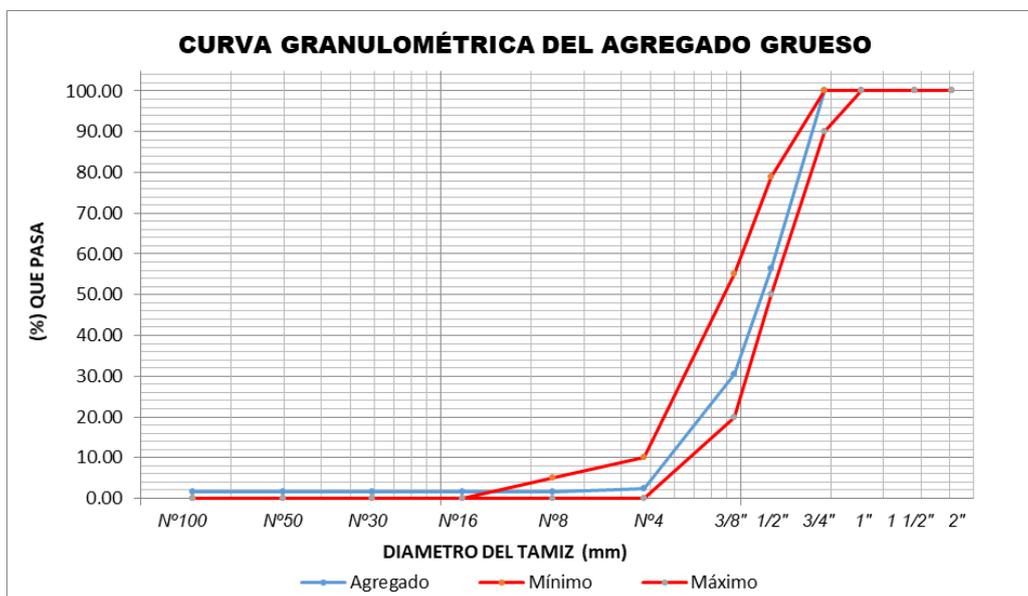
TABLA 16: Granulometría del agregado grueso y módulo de fineza de la cantera Córdoba.

GRANULOMETRIA					
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	1424.70	43.52	43.52	56.48
3/8"	9.525	849.40	25.95	69.47	30.53
N° 4	4.75	917.70	28.03	97.50	2.50
N° 8	2.36	31.10	0.95	98.45	1.55
N° 16	1.18	0.00	0.00	98.45	1.55
N° 30	0.59	0.00	0.00	98.45	1.55
N° 50	0.297	0.00	0.00	98.45	1.55
N° 100	0.149	0.00	0.00	98.45	1.55
FONDO	0.000	50.60	1.55	100.00	0.00
	SUMA	3273.50	100.00		

Fuente: Elaboración Propia.

a) Diagrama:

ILUSTRACIÓN 7: Granulometría del agregado grueso y módulo de fineza de la cantera Córdoba.



Fuente: Elaboración Propia.

b) Análisis de Prueba:

- Después de ejecutado el ensayo de granulometría se observó que en la curva granulométrica del agregado grueso de Córdoba a partir de la malla N° 100 a la N°16 no se encuentra totalmente dentro de los parámetros granulométricos que estipula la norma ya que contenía exceso de finos, el TMN es de 1/2" y el módulo de fineza es de 6.59.

ILUSTRACIÓN 8: Material retenido tras el tamizado de las muestras de agregado grueso.



Fuente: Elaboración Propia.

4.4 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS.

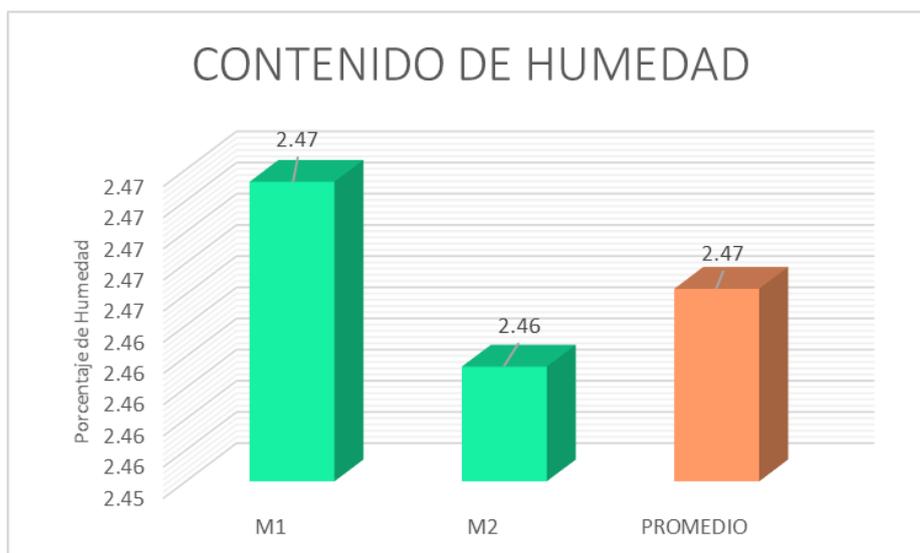
TABLA 17: contenido de humedad para el agregado fino.

AGREGADO FINO CÓRDOVA					
MUESTRA:	Agregado Fino	M1	M2	PROMEDIO	UND
	Peso de la muestra en estado natural	650.5	895	772.75	Gr
	Peso de la muestra seca después del horneado	634.8	873.5	754.15	Gr
	CONTENIDO DE HUMEDAD	2.47	2.46	2.47	%

Fuente: Elaboración Propia.

a) Diagrama:

ILUSTRACIÓN 9: contenido de humedad para el agregado fino.



Fuente: Elaboración Propia.

b) Análisis de Prueba:

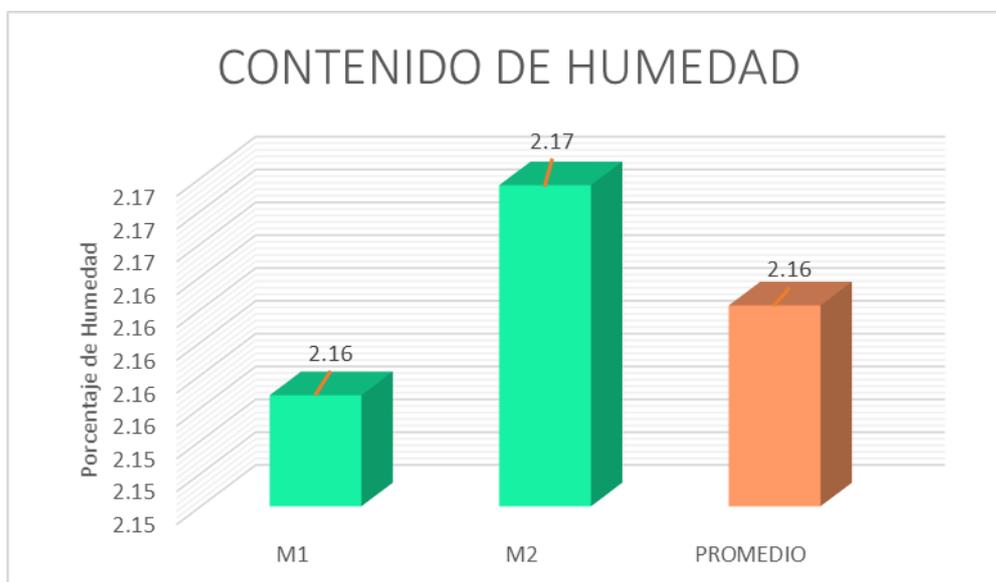
- Según el gráfico el porcentaje de humedad del agregado fino de Córdoba obtuvo como promedio 2.47% de contenido de humedad.

TABLA 18: Contenido de humedad para el agregado grueso

AGREGADO GRUESO CÓRDOVA					
MUESTRA:	Agregado Grueso	M1	M2	PROMEDIO	UND
	Peso de la muestra en estado natural	1709.9	1275.90	1493.05	gr
	Peso de la muestra seca después del horneado	1673.8	1249.10	1461.45	gr
	CONTENIDO DE HUMEDAD	2.16	2.17	2.16	%

Fuente: Elaboración Propia.

c) Diagrama:

ILUSTRACIÓN 10: Contenido de humedad para el agregado grueso

Fuente: Elaboración Propia.

d) Análisis de Prueba:

- Según el gráfico el porcentaje de humedad del agregado grueso de Córdoba obtuvo como promedio 2.16% de contenido de humedad.

4.5 PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

TABLA 19: *Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.*

AGREGADO FINO CÓRDOVA			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
Psss	Peso muestra saturado superficialmente seco (S.S.S.)	gr.	500
Pf	Peso de la fiola	gr.	685.3
Pf+A	Peso de la fiola +agua	gr.	1185.3
Pf+Psss+A	Peso de la fiola + Peso (sss) + Agua	gr.	1495.7
A	Peso del agua	gr.	310.4
Wo	Peso de la muestra seca	gr.	489.9
Vf	Volumen de la fiola	cm3	500
P.E m	Peso Específico de masa	gr/cm3	2.58
P.E sss	Peso Específico de masa Saturado con Superficie Seca	gr/cm3	2.64
Abs	Absorción	%	2.06

Fuente: Elaboración Propia.

a) Análisis de Prueba:

El peso específico de masa, Peso específico saturado superficialmente seco y Absorción del agregado fino de Córdoba es de P.E m = 2.58 gr/cm³, P.E sss = 2.64 gr/cm³, Abs = 2.06%.

4.6 PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.

TABLA 20: *Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.*

AGREGADO GRUESO CÓRDOVA			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
A	Peso de la muestra seca	gr.	3966.2
B	Peso muestra saturado superficialmente seco (S.S.S.)	gr.	4022.9
C	Peso de la muestra saturada dentro del agua	gr.	2515.95
P.E m	Peso Específico de masa	gr/cm3	2.63
P.E sss	Peso Específico de masa Saturado con Superficie Seca	gr/cm3	2.67
Abs	Absorción	%	1.43

Fuente: Elaboración Propia.

a) Análisis de Prueba:

El peso específico de masa, Peso específico saturado superficialmente seco y Absorción del agregado grueso de Córdoba es de P.E m = 2.63 gr/cm³, P.E sss = 2.67 gr/cm³, Abs = 1.43%.

4.7 PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS.

TABLA 21: *Peso unitario de los agregado fino.*

AGREGADO FINO CÓRDOVA			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
V	Volumen del molde	cm ³	2800
P	Peso del molde	gr.	2560
Mco	Peso de la muestra compactada + molde	gr.	7755
Mco-P	Peso de la muestra compactada	gr.	5195
Msc	Peso de la muestra sin compactar + molde	gr.	7085
Msc-P	Peso de la muestra sin compactar	gr.	4525
P.Usu	Peso unitario suelto	gr/cm ³	1.62
P.Uco	Peso unitario compactado	gr/cm ³	1.86

Fuente: Elaboración Propia.

a) Análisis de Prueba:

El Peso unitario suelto y el peso unitario compactado del Agregado Fino de Córdoba es de 1.62 gr/cm³ y 1.86 gr/cm³.

TABLA 22: *Peso unitario del agregado grueso.*

AGREGADO GRUESO CÓRDOVA			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
V	Volumen del molde	cm ³	7910
P	Peso del molde	gr.	2735
Mco	Peso de la muestra compactada + molde	gr.	16000
Mco-P	Peso de la muestra compactada	gr.	13265
Msc	Peso de la muestra sin compactar + molde	gr.	14390
Msc-P	Peso de la muestra sin compactar	gr.	11655
P.Usu	Peso unitario suelto	gr/cm ³	1.47
P.Uco	Peso unitario compactado	gr/cm ³	1.68

Fuente: Elaboración Propia.

a) Análisis de Prueba:

El Peso unitario suelto y el peso unitario compactado del Agregado Fino de Córdova es de 1.47 gr/cm³ y 1.68 gr/cm³.

4.8 VERIFICACION DEL REVENIMIENTO.

TABLA 23: Revenimiento del concreto.

DETERMINACIÓN DEL SLUMP				
SERIE	Concreto patrón f'c:175kg/cm ²	concreto sustituido en un 10% del agregado fino por fibras de caucho	concreto sustituido en un 20% del agregado fino por fibras de caucho	concreto sustituido en un 30% del agregado fino por fibras de caucho
In	3"	3"	3 ¼ "	3 ¾"

Fuente: Elaboración Propia.

4.9 DISEÑO DE MEZCLAS PARA UN CONCRETO f'c = 175 Kg/cm²

Después de ser realizados los ensayos procederemos a realizar un diseño para un concreto cuya resistencia a compresión a los 28 días sea de F'c = 175 Kg/cm². El método a utilizar para este diseño será método de la A.C.I.

a) MATERIALES UTILIZADOS

TABLA 24: Materiales para el diseño de mezcla.

Cemento:	Yura tipo IP, Pe: 2.85 kg/cm ³ .
Agua:	Potable
Agregado Fino:	Cantera de Córdova
Agregado Grueso:	Cantera de Córdova
Fibra:	Fibras de caucho

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 25: Características del agregado fino.

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO		
PROPIEDADES	UND	VALORES
PESO ESPECIFICO	kg/m ³	2584
ABSORCIÓN	%	2.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.47
MODULO DE FINEZA	-	3.11
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	kg/m ³	1855

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 26: Características del agregado grueso.

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO		
PROPIEDADES	UND	VALORES
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	-	1/2"
PESO ESPECIFICO	kg/m ³	2632
ABSORCIÓN	%	2.68
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.16
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	kg/m ³	1677

Fuente: Elaboración Propia.

4.9.1 PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA

c. Determinación de la resistencia promedio

TABLA 27: Resistencia a la compresión promedio f'_{cr} .

$f'c$	f'_{cr}
Si: $f'c < 210 \text{ Kg/cm}^2$	$f'_{cr} + 70$
Si: $210 \text{ Kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ Kg/cm}^2$	$f'_{cr} + 84$
Si: $350 \text{ Kg/cm}^2 < f'c$	$f'_{cr} + 98$

Fuente: Elaboración Propia.

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

d. Definir el tamaño máximo nominal del agregado

$$\text{TMN} = 1/2''$$

e. Definir asentamiento

Se realizara el diseño con un slump de 3".

f. Contenido de aire

TABLA 28: Contenido de aire.

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		
Tamaño máximo nominal del agregado (pulg)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Aire atrapado
3/8"	9.5	3.00%
1/2"	12.5	2.50%
3/4"	19	2.00%
1"	25	1.50%
1 1/2"	37.5	1.00%
2"	50	0.50%
3"	75	0.30%
6"	150	0.20%

Fuente: Manual de la Construcción - Agenda Técnica (I.C.G., 2016).

Según el tamaño máximo nominal obtenemos que el aire atrapado es de 2.5% que es equivalente a 0.025.

g. Contenido de agua

TABLA 29: Selección del volumen de agua por m³ agua en litros/m³ para (TMN) de agregados y asentamiento indicado.

Agua en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	----

Fuente: Manual de la Construcción - Agenda Técnica (I.C.G., 2016).

En nuestro caso el TMN es de 1/2", el slump varía de 3"- 4", y sin aire incorporado entonces obtenemos:

Volumen de agua = 216 lt/m³=216kg

h. Relación agua/cemento (por resistencia f'cr)

TABLA 30: Relación agua/cemento (por resistencia f'cr).

f'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Manual de la Construcción - Agenda Técnica (I.C.G., 2016)

Para este caso se utilizó el f'cr: 245 Kg/cm² por consiguiente interpolamos la relación a/c y obtenemos:

$$A/C = 0.628$$

i. Contenido de cemento

$$\frac{\text{agua}}{\text{cemento}} = 0.628$$

$$\frac{216}{\text{cemento}} = 0.628$$

Entonces:

$$\text{Cemento} = 343.949 \text{ kg} = 343.949/42.5 = 8.093 \text{ bls}$$

j. Contenido del Agregado Grueso

TABLA 31: selección, peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Tamaño máximo nominal del Agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen, para diversos módulos de fineza del fino				
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7	0.68
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7
3"	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Fuente: Manual de la Construcción - Agenda Técnica (I.C.G., 2016)

Tenemos un módulo de fineza de 3.11 por lo tanto se procede a interpolar para obtener el volumen:

Factor A. Grueso = 0.52 m³

El peso seco del agregado grueso es:

$$\text{Agregado Grueso (kg)} = \frac{b}{bol} (\text{m}^3) \times \text{Peso Unitario Compactado} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Peso Seco Agregado Grueso} = 0.52 \text{m}^3 \times 1677 \text{kg/m}^3$$

$$\text{Peso Seco Agregado Grueso} = 872.04 \text{ kg}$$

k. Volumen absoluto

$$\text{Volumen Abs Cemento} = \frac{\text{Peso Cemento (kg)}}{\text{Peso Específico Cemento} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$\text{Volumen Abs Cemento} = \frac{343.95 \text{ (kg)}}{2850 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen Cemento} = 0.121 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Abs Agregado Grueso} = \frac{\text{Peso Agregado Grueso(kg)}}{\text{Peso Específico Agregado Grueso} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen Abs Agregado Grueso} = \frac{872.04 \text{ (kg)}}{2632 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen Agregado Grueso} = 0.33 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Abs Agua} = \frac{\text{Peso Agua (kg)}}{\text{Peso Específico Agua} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen Abs Agua} = \frac{216 \text{ (kg)}}{1000 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen Agua} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 0.025$$

El volumen absoluto lo hallamos en función al volumen de materiales que conforman el metro cubico de concreto.

$$\sum [\text{Vol. (Cemento + Agregado Grueso + Agua + Aire)}] = 0.69 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Abs Agregado Fino} = 1 - \sum \text{Vol. Absolutos}$$

$$\text{Volumen Abs Agregado Fino} = 1 - 0.69 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Abs Agregado Fino} = 0.31 \text{ m}^3$$

I. Peso del agregado fino

Peso de agregado fino = Volumen Abs Agregado Fino x P. E. Agregado fino

$$\text{Peso de agregado fino} = 801.04 \text{ kg}$$

m. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Peso Corregido} = \text{PesoSeco} \times (\text{Contenido de Humedad} + 1)$$

$$\text{Peso Corregido A. F} = 801.04 \times \left(\frac{2.47}{100} + 1 \right) = 820.83 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso Corregido A. G} = 872.04 \times \left(\frac{2.16}{100} + 1 \right) = 890.88 \text{ Kg}$$

n. Aporte de agua en la mezcla

$$\text{Ap de Agua} = \frac{(\% \text{humedad} - \% \text{Absorción}) \times \text{Agregado Seco}}{100}$$

$$\text{Ap de Agua A. F} = \frac{(2.47 - 2.06) \times 820.83}{100} = 3.37 \text{ Kg}$$

$$\text{Ap de Agua A. G} = \frac{(2.16 - 1.42) \times 890.88}{100} = 6.54 \text{ Kg}$$

o. Agua efectiva o final

$$\text{Agua final} = \text{Peso Abs.} - (\text{Ap de Agua A. F} + \text{Ap de Agua A. G})$$

$$\text{Agua final} = 216 \text{ kg} - (3.37 + 6.54) = 206.09 \text{ kg}$$

p. Dosificación del diseño para 1m³ de concreto

TABLA 32: Dosificación final para 1 m³ de concreto.

MATERIALES	PESO(Kg)	PESO ESPECIFICO(KG/M ³)	VOLUMEN (m ³)	DOSIFICACION EN PESO
AGUA	206.09	1000	0.21	0.60
CEMENTO	343.95	2850	0.12	1.00
AGREGADO GRUESO	890.88	2632	0.34	2.59
AGREGADO FINO	820.83	2584	0.32	2.39
TOTAL	2261.75		1.0	

Fuente: Elaboración Propia.

q. Dosificación para una tanda de 12 probetas de concreto para el patrón

TABLA 33: Dosificación para una tanda de 12 probetas de concreto para el patrón.

MATERIALES	PESO(Kg)	PESO ESPECIFICO (KG/M3)	VOLUMEN (m3)	PESO 01 PROBETA (KG)	PESO 01 PROBETA (M3)	PESO /TANDA 12 PROBETAS (KG)	PESO /TANDA 12 PROBETAS (M3)
				Probeta testigo = 0.0017 m3		12 probetas testigo = 0.021 m3	
AGUA	206.09	1000	0.21	0.35	0.00035	4.20	0.004
CEMENTO	343.95	2850	0.12	0.58	0.00021	7.02	0.002
AGREGADO GRUESO	890.88	2632	0.34	1.51	0.00058	18.17	0.007
AGREGADO FINO	820.83	2584	0.32	1.40	0.00054	16.74	0.006
TOTAL	2261.75		1.0	3.84	0.00167	46.14	0.020

Fuente: Elaboración Propia.

r. Dosificación de concreto f'c: 175 kg/cm² sustituyendo en un 10%,20% y 30% en volumen del agregado fino por fibras de caucho.

El peso volumen inicial del Agregado Fino para 1m³ es de = 0.328 m³ que representa al 100%, seguidamente sustituiremos en un 10%,20% y 30% el volumen del agregado fino por fibras de caucho.

Agregado Fino = 0.32 m³

Fibras de caucho en un 10%=0.03 m³.

Fibras de caucho en un 20%=0.06 m³.

Fibras de caucho en un 30%=0.10 m³.

TABLA 34: Dosificación de concreto $f'c$: 175 kg/cm² sustituyendo en un 10% el agregado fino por fibras de caucho.

MATERIALES	PESO(Kg)	PESO ESPECIFICO (KG/M3)	VOLUMEN (m3)	PESO 01 PROBETA (KG)	PESO 01 PROBETA (M3)	PESO /TANDA 12 PROBETAS (KG)	PESO /TANDA 12 PROBETAS (M3)
				Probeta testigo = 0.0017 m3		12 probetas testigo = 0.021 m3	
AGUA	206.09	1000	0.21	0.35	0.00035	4.20	0.004
CEMENTO	343.95	2850	0.12	0.58	0.00021	7.02	0.002
AGREGADO GRUESO	890.88	2632	0.34	1.51	0.00058	18.17	0.007
AGREGADO FINO	738.747	2584	0.29	1.26	0.00049	15.07	0.006
CAUCHO 10%	36.53	1150	0.03	0.06	0.00005	0.75	0.001
TOTAL	2216.20		1.0	3.77	0.00167	45.21	0.020

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 35: Dosificación de concreto $f'c$: 175 kg/cm² sustituyendo en un 20% el agregado fino por fibras de caucho.

MATERIALES	PESO(Kg)	PESO ESPECIFICO(KG /M3)	VOLUMEN (m3)	PESO 01 PROBETA (KG)	PESO 01 PROBETA (M3)	PESO /TANDA 12 PROBETAS (KG)	PESO /TANDA 12 PROBETAS (M3)
				Probeta testigo = 0.0017 m3		12 probetas testigo = 0.021 m3	
AGUA	206.09	1000	0.21	0.35	0.00035	4.20	0.004
CEMENTO	343.95	2850	0.12	0.58	0.00021	7.02	0.002
AGREGADO GRUESO	890.88	2632	0.34	1.51	0.00058	18.17	0.007
AGREGADO FINO	656.664	2584	0.25	1.12	0.00043	13.40	0.005
CAUCHO 20%	73.06	1150	0.06	0.12	0.00011	1.49	0.001
TOTAL	2170.65		1.0	3.69	0.00167	44.28	0.020

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 36: Dosificación de concreto $f'c$: 175 kg/cm² sustituyendo en un 30% el agregado fino por fibras de caucho.

MATERIALES	PESO(Kg)	PESO ESPECIFICO (KG/M3)	VOLUMEN (m3)	PESO 01 PROBETA (KG)	PESO 01 PROBETA (M3)	PESO /TANDA 12 PROBETAS (KG)	PESO /TANDA 12 PROBETAS (M3)
				Probeta testigo = 0.0021 m3		12 probetas testigo = 0.025 m3	
AGUA	206.09	1000	0.21	0.35	0.00035	4.20	0.004
CEMENTO	343.95	2850	0.12	0.58	0.00021	7.02	0.002
AGREGADO GRUESO	890.88	2632	0.34	1.51	0.00058	18.17	0.007
AGREGADO FINO	574.581	2584	0.22	0.98	0.00038	11.72	0.005
CAUCHO 30%	109.59	1150	0.10	0.19	0.00016	2.24	0.002
TOTAL	2125.09		1.0	3.61	0.00167	43.35	0.020

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 7 DÍAS.

TABLA 37: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón, concreto sustituido en un 10%,20% y 30% del agregado fino por fibras de caucho a los 7 días.

TESTIGOS A 7 DÍAS										
PROBETAS	DIÁMETRO SUPERIOR (cm)		DIÁMETRO INFERIOR (cm)		ALTURA	PESO(kg)	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL (KG/CM2)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR σ (\pm)
PT-01	10.10	10.00	9.99	10.00	20.00	3940	10969.5	139.7	135.87	3.55
PT-02	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3920	10424.8	132.7		
PT-03	10.00	10.00	10.10	10.00	20.00	3925	10620.6	135.2		
P1-10%	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3819	9604.7	122.3	123.73	1.32
P2-10%	10.10	10.00	10.00	10.00	20.00	3855	9741.7	124		
P3-10%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3845	9810.5	124.9		
P1-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3689	7590.9	96.7	101.30	4.19
P2-20%	10.10	10.00	10.10	10.00	20.00	3780	8238.5	104.9		
P3-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3645	8031.6	102.3		
P1-30%	10.00	10.00	10.00	10.10	20.00	3528	6089.7	77.1	76.97	1.50
P2-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3582	6159.7	78.4		
P3-30%	10.00	10.00	9.99	10.00	20.00	3545	5919.8	75.4		

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la resistencia a la compresión a la edad de 7 días, indican que a medida que se le sustituye mayor porcentaje de fibras de caucho al agregado fino, la resistencia disminuye.

5.2 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 14 DÍAS.

TABLA 38: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón, concreto sustituido en un 10%,20% y 30% del agregado fino por fibras de caucho a los 14 días.

TESTIGOS A 14 DÍAS										
PROBETAS	DIÁMETRO SUPERIOR (cm)		DIÁMETRO INFERIOR (cm)		ALTURA	PESO(kg)	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL (KG/CM2)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR σ (\pm)
PT-01	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3912	12481.9	158.9	163.57	4.07
PT-02	10.00	10.00	10.00	9.99	20.00	3928	13068.8	166.4		
PT-03	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3848	12987.8	165.4		
P1-10%	10.10	10.00	10.00	10.00	20.00	3693	11580.8	147.5	148.80	1.30
P2-10%	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3645	11687	148.8		
P3-10%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3715	11789.4	150.1		
P1-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3632	9069.7	115.5	118.07	2.24
P2-20%	10.10	10.10	10.10	10.00	20.00	3644	9394.6	119.6		
P3-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3527	9351.8	119.1		
P1-30%	10.00	10.00	10.00	10.10	20.00	3630	7598.2	96.7	86.40	3.19
P2-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3632	7120.6	90.7		
P3-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3622	7252.2	91.8		

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la resistencia a la compresión a la edad de 14 días, indican que a medida que se le sustituye mayor porcentaje de fibras de caucho al agregado fino, la resistencia disminuye.

5.3 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 21 DÍAS.

TABLA 39: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón, concreto sustituido en un 10%,20% y 30% del agregado fino por fibras de caucho a los 21 días.

TESTIGOS A 21 DÍAS										
PROBETAS	DIÁMETRO SUPERIOR (cm)		DIÁMETRO INFERIOR (cm)		ALTURA	PESO(kg)	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL (KG/CM2)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR σ (\pm)
PT-01	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3930	14058.7	179.5	178.00	1.89
PT-02	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3918	13957.2	177.7		
PT-03	10.00	10.00	10.10	10.00	20.00	3918	13891.2	176.8		
P1-10%	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3709	12959.1	165.2	163.90	2.17
P2-10%	10.00	9.99	10.00	10.00	20.00	3695	12750.4	162.3		
P3-10%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3706	12884.7	164.2		
P1-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3630	10445.8	132.1	133.07	1.80
P2-20%	10.10	10.10	10.00	10.00	20.00	3611	10395.7	132.5		
P3-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3646	10546.8	134.6		
P1-30%	10.00	10.00	10.00	10.10	20.00	3563	7854	100	100.03	0.72
P2-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3595	7860.4	100.9		
P3-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3571	7794.5	99.2		

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la resistencia a la compresión a la edad de 21 días, indican que a medida que se le sustituye mayor porcentaje de fibras de caucho al agregado fino, la resistencia disminuye.

5.4 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%, 20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 28 DÍAS.

TABLA 40: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón, concreto sustituido en un 10%, 20% y 30% del agregado fino por fibras de caucho a los 28 días.

TESTIGOS A 28 DÍAS										
PROBETAS	DIÁMETRO SUPERIOR (cm)		DIÁMETRO INFERIOR (cm)		ALTURA	PESO(kg)	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL (KG/CM2)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR σ (\pm)
PT-01	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3907	15032.60	190.30	191.63	4.22
PT-02	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3940	15232.9	194.00		
PT-03	10.10	10.00	10.10	10.00	20.00	3918	14967.5	190.60		
P1-10%	10.10	10.00	10.00	10.00	20.00	3674	13790.2	175.60	175.77	0.74
P2-10%	9.99	10.00	10.00	10.00	20.00	3780	13878.8	176.70		
P3-10%	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3687	13740.6	175.00		
P1-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3658	11532.5	146.80	144.53	3.85
P2-20%	10.00	10.00	10.10	9.99	20.00	3641	11328.5	143.40		
P3-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3650	11264.2	143.40		
P1-30%	10.00	10.00	10.00	10.10	20.00	3560	8442.6	107.50	106.83	1.14
P2-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3535	8293.3	105.60		
P3-30%	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3557	8432.3	107.40		

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la resistencia a la compresión a la edad de 28 días, indican que a medida que se le sustituye mayor porcentaje de fibras de caucho al agregado fino, la resistencia disminuye.

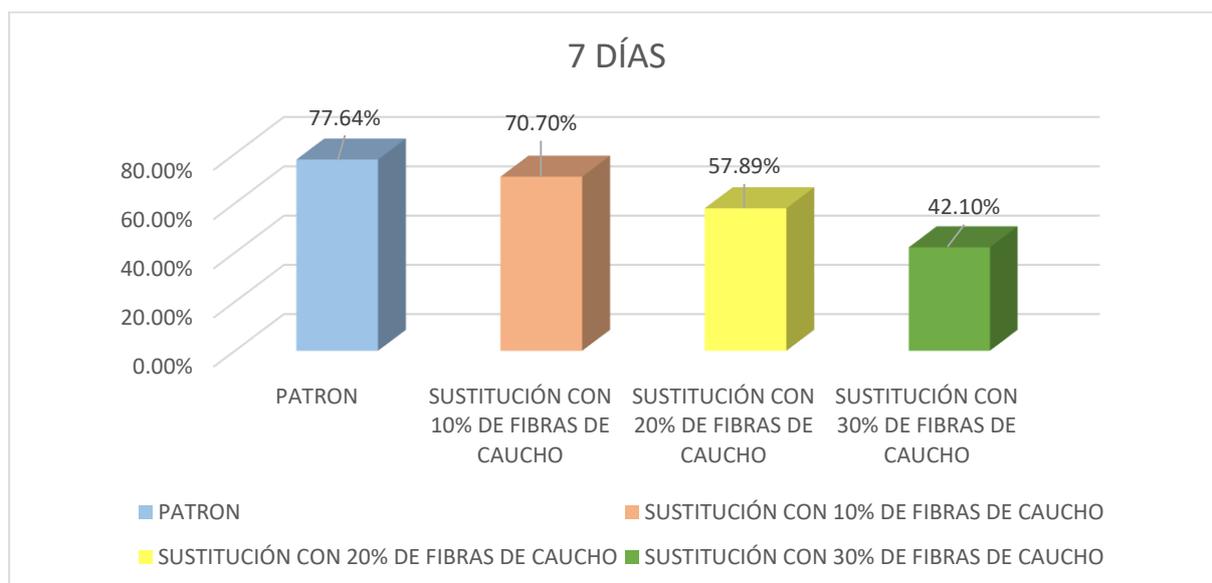
5.5 COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS PROMEDIO CON FIBRAS DE CAUCHO A LOS 7 DÍAS VS CONCRETO PATRÓN.

TABLA 41: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 7 días vs concreto patrón.

COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS		
7 DÍAS	RESISTENCIA (KG/CM ²)	RESISTENCIA EN PORCENTAJE (%)
PATRON	135.87	77.64%
SUSTITUCIÓN CON 10% DE FIBRAS DE CAUCHO	123.73	70.70%
SUSTITUCIÓN CON 20% DE FIBRAS DE CAUCHO	101.30	57.89%
SUSTITUCIÓN CON 30% DE FIBRAS DE CAUCHO	73.67	42.10%

Fuente: Elaboración Propia.

ILUSTRACIÓN 11: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 7 días vs concreto patrón.



Fuente: Elaboración Propia.

Del gráfico podemos observar que la mayor resistencia a la edad de 7 días de curado del concreto sustituido en porcentajes del agregado fino por fibras de caucho es del 10% con un valor de 123.73 kg/cm², la cual comparado por el patrón a la misma edad representa el 70.70%

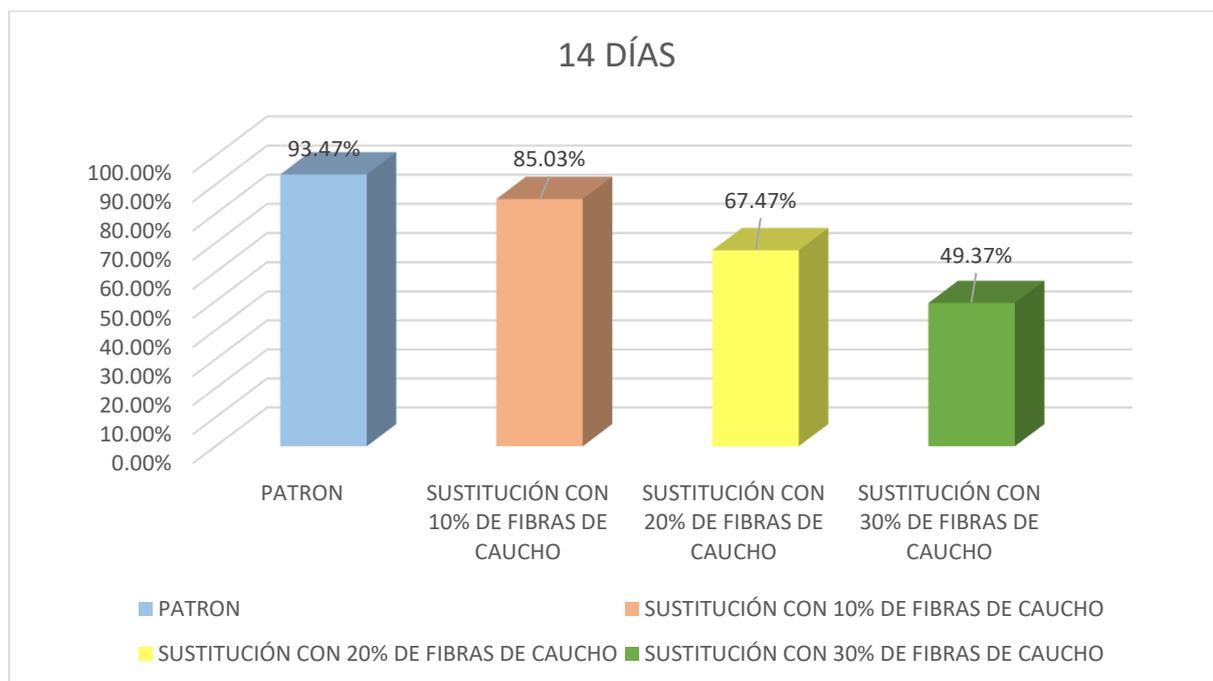
5.6 COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS PROMEDIO CON FIBRAS DE CAUCHO A LOS 14 DÍAS VS CONCRETO PATRÓN.

TABLA 42: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 14 días vs concreto patrón.

COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS		
14 DÍAS	RESISTENCIA (KG/CM2)	RESISTENCIA EN PORCENTAJE (%)
PATRON	163.57	93.47%
SUSTITUCIÓN CON 10% DE FIBRAS DE CAUCHO	148.80	85.03%
SUSTITUCIÓN CON 20% DE FIBRAS DE CAUCHO	118.07	67.47%
SUSTITUCIÓN CON 30% DE FIBRAS DE CAUCHO	86.40	49.37%

Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 12: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 14 días vs concreto patrón.



Fuente: Elaboración Propia.

Del gráfico podemos observar que la mayor resistencia a la edad de 7 días de curado del concreto sustituido en porcentajes del agregado fino por fibras de caucho es del 10% con un valor de 148.80 kg/cm², la cual comparado por el patrón a la misma edad representa el 85.03%.

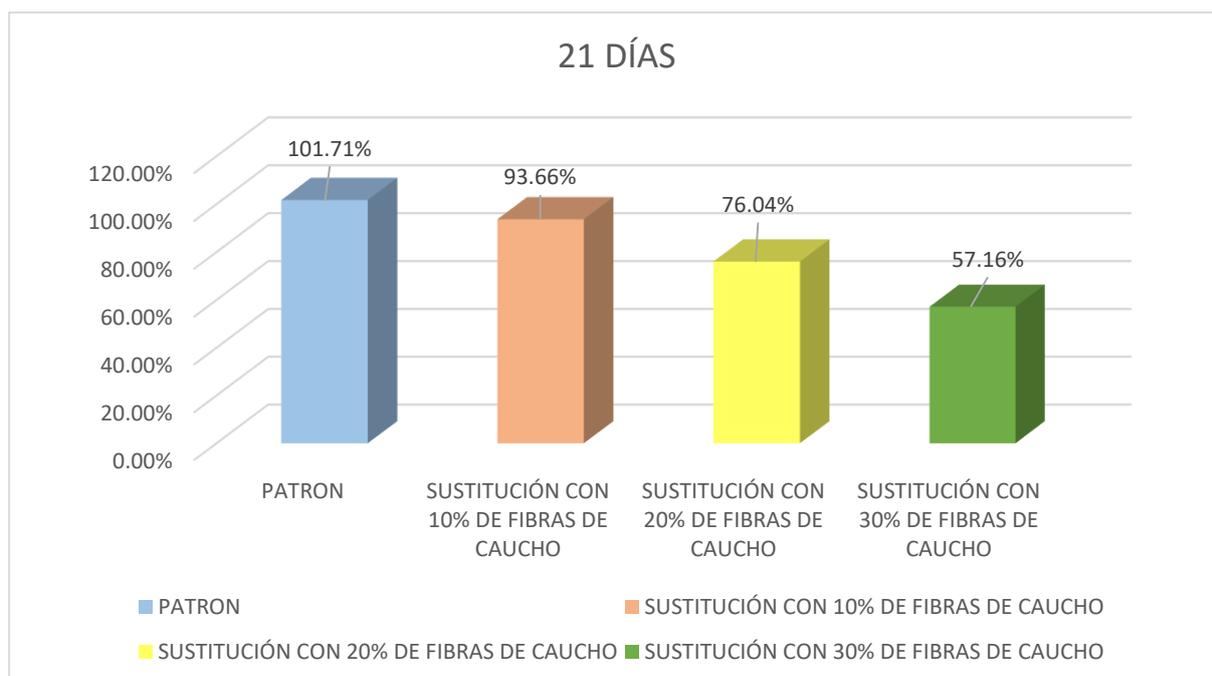
5.7 COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS PROMEDIO CON FIBRAS DE CAUCHO A LOS 21 DÍAS VS CONCRETO PATRÓN.

TABLA 43: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 21 días vs concreto patrón.

COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS		
21 DÍAS	RESISTENCIA (KG/CM2)	RESISTENCIA EN PORCENTAJE (%)
PATRON	178.00	101.71%
SUSTITUCIÓN CON 10% DE FIBRAS DE CAUCHO	163.90	93.66%
SUSTITUCIÓN CON 20% DE FIBRAS DE CAUCHO	133.07	76.04%
SUSTITUCIÓN CON 30% DE FIBRAS DE CAUCHO	100.03	57.16%

Fuente: Elaboración Propia.

ILUSTRACIÓN 13: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 21 días vs concreto patrón.



Fuente: Elaboración Propia.

Del gráfico podemos observar que la mayor resistencia a la edad de 7 días de curado del concreto sustituido en porcentajes del agregado fino por fibras de caucho es del 10% con un valor de 163.90 kg/cm², la cual comparado por el patrón a la misma edad representa el 93.66%.

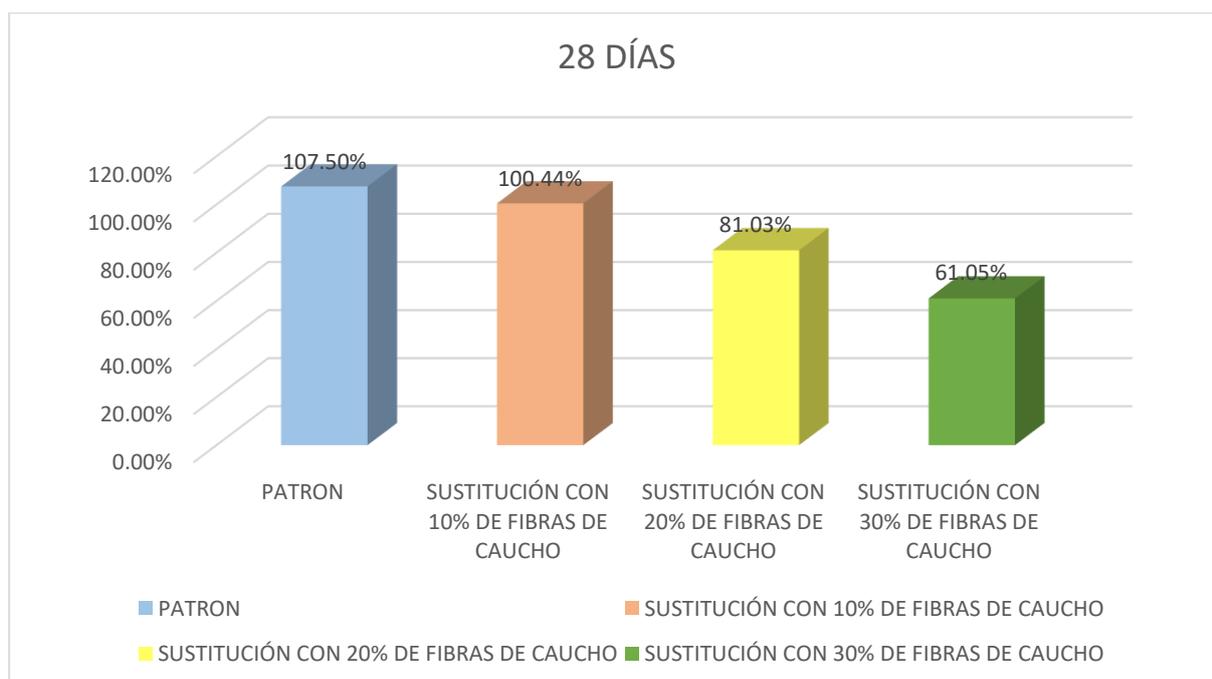
5.8 COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS PROMEDIO CON FIBRAS DE CAUCHO A LOS 28 DÍAS VS CONCRETO PATRÓN.

TABLA 44: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 28 días vs concreto patrón.

COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS		
28 DÍAS	RESISTENCIA (KG/CM2)	RESISTENCIA EN PORCENTAJE (%)
PATRON	188.13	107.50%
SUSTITUCIÓN CON 10% DE FIBRAS DE CAUCHO	175.77	100.44%
SUSTITUCIÓN CON 20% DE FIBRAS DE CAUCHO	141.80	81.03%
SUSTITUCIÓN CON 30% DE FIBRAS DE CAUCHO	106.83	61.05%

Fuente: Elaboración Propia.

ILUSTRACIÓN 14: Comparación de resistencias promedio con fibras de caucho a los 28 días vs concreto patrón.



Fuente: Elaboración Propia.

Del gráfico podemos observar que la mayor resistencia a la edad de 7 días de curado del concreto sustituido en porcentajes del agregado fino por fibras de caucho es del 10% con un valor de 175.77 kg/cm², la cual comparado por el patrón a la misma edad representa el 100.44%

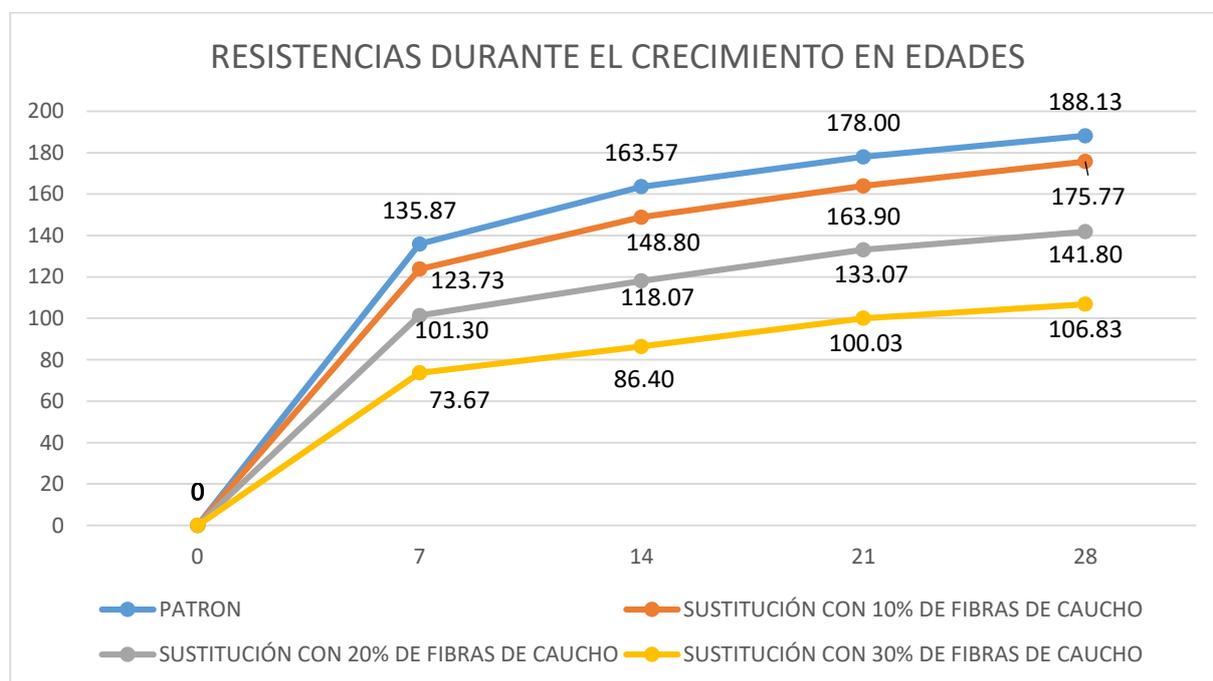
5.9 COMPARACIÓN DE LAS RESISTENCIAS DEL CONCRETO PATRÓN Y LAS SUSTITUIDAS POR FIBRAS DE CAUCHO EN 10%, 20% Y 30% DURANTE 7, 14, 21 Y 28 DÍAS.

TABLA 45: Comparación de las resistencias del concreto patrón y las sustituidas por fibras de caucho en 10%, 20% y 30% durante 7, 14, 21 y 28 días.

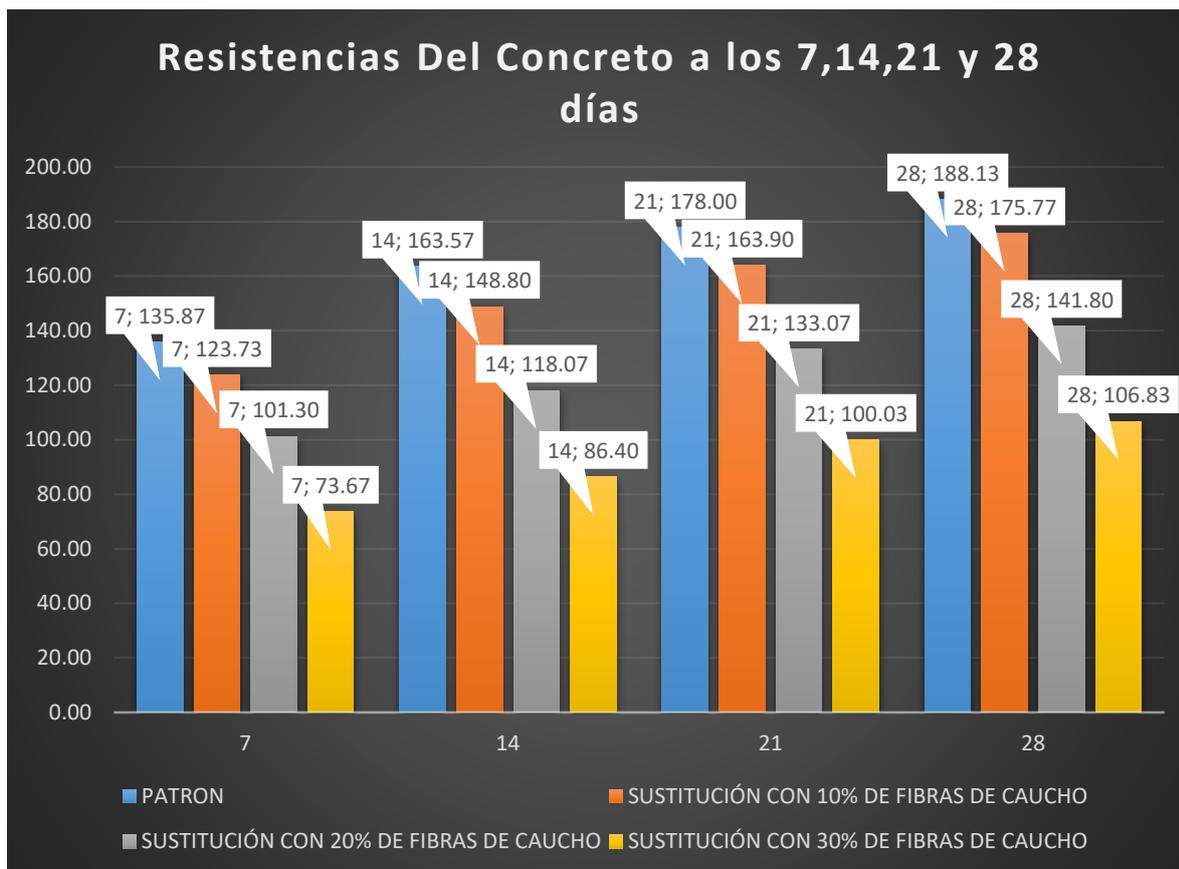
RESISTENCIAS DURANTE EL CRECIMIENTO EN EDADES								
EDADES	7		14		21		28	
PROBETAS	(KG/CM ²)	%	(KG/CM ²)	%	(KG/CM ²)	%	(KG/CM ²)	%
PATRON	135.87	77.64%	163.57	93.47%	178.00	101.71%	188.13	107.50%
SUSTITUCIÓN CON 10% DE FIBRAS DE CAUCHO	123.73	70.70%	148.80	85.03%	163.90	93.66%	175.77	100.44%
SUSTITUCIÓN CON 20% DE FIBRAS DE CAUCHO	101.30	57.89%	118.07	67.47%	133.07	76.04%	141.80	81.03%
SUSTITUCIÓN CON 30% DE FIBRAS DE CAUCHO	73.67	42.10%	86.40	49.37%	100.03	57.16%	106.83	61.05%

Fuente: Elaboración Propia.

ILUSTRACIÓN 15: Comparación de las resistencias del concreto patrón y las sustituidas por fibras de caucho en 10%, 20% y 30% durante 7, 14, 21 y 28 días.



Fuente: Elaboración Propia.

ILUSTRACIÓN 16: Resistencias Del Concreto a los 7, 14,21 y 28 días.

Fuente: Elaboración Propia.

Se aprecia que en cada una de sustituciones de fibras de caucho por el agregado fino disminuye su resistencia a la compresión siendo el de mayor resistencia el de 10%, teniendo hasta una resistencia de 175.77 kg/cm² a los 28 días.

DISCUSION

Con el trabajo de investigación realizado se tiene que a menudo que se le aumenta en porcentajes las fibras de caucho en sustitución del agregado fino estas llegan a adquirir más ligereza como resultado. Lo cual concuerda con las conclusiones formuladas por los ingenieros Sara Sgobba y C. Giuseppe en su trabajo de investigación “Use of Rubber Particles from Recycled Tires as Concrete Aggregate for Engineering Applications” en la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MARCHE en el que afirma Los resultados presentados en este trabajo muestran que la incorporación en el hormigón de agregados de caucho, obtenidos a partir de neumáticos de desecho, es una solución adecuada para reducir el peso en el concreto.

De los resultados obtenidos en las pruebas; alcanzando la resistencia requerida por el diseño de mezcla con la sustitución de fibras de caucho por el agregado fino en comparación con el concreto patrón propio de la cantera de Córdova se obtiene una diferencia de 7.06% a favor del concreto patrón lo cual concuerda con las conclusiones elaboradas por la Ing. Cabanillas Huachua, Emma en su trabajo de investigación “Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado” en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, en el que afirma “La sustitución del 10, 15 y 20 % del agregado fino por partículas de caucho reciclado influye negativamente en la resistencia mecánica del concreto”

CONCLUSIONES

1. Se demostró que en la sustitución del agregado fino por fibras de caucho afecta significativamente en el ensayo de resistencia a la compresión del concreto 175kg/cm² para uso de buzones sanitarios en la Ciudad del Cusco, ya que al realizar esta sustitución hace que disminuya la resistencia a compresión con respecto al incremento de fibras de caucho, pues fueron menores a comparación de la resistencia alcanzada por el concreto patrón.

RESISTENCIAS DURANTE EL CRECIMIENTO EN EDADES				
EDADES	7	14	21	28
PROBETAS	%	%	%	%
PATRON	77.64%	93.47%	101.71%	107.50%
SUSTITUCIÓN CON 10% DE FIBRAS DE CAUCHO	70.70%	85.03%	93.66%	100.44%
SUSTITUCIÓN CON 20% DE FIBRAS DE CAUCHO	57.89%	67.47%	76.04%	81.03%
SUSTITUCIÓN CON 30% DE FIBRAS DE CAUCHO	42.10%	49.37%	57.16%	61.05%

Fuente: Elaboración Propia.

2. El porcentaje más adecuado para la sustitución de fibras de caucho por el agregado fino es del 10%, ya que los resultados obtenidos a los 28 días son de mayor resistencia a comparación con el 20% y 30% de sustitución.
3. Al realizar el ensayo se evaluó la influencia que tiene las fibras de caucho en sus diferentes sustituciones y a sus distintas edades, mediante el ensayo a compresión para determinar así las resistencias de cada una de ellas las cuales nos dieron:

- A los 7 días el concreto patrón fue de 135.87 ± 3.55 kg/cm², con sustitución del 10% es de 123.73 ± 1.32 kg/cm², con sustitución del 20% es de 101.30 ± 4.19 kg/cm² y con la sustitución del 30% es de 76.97 ± 1.50 kg/cm².
- A los 14 días el concreto patrón fue de 163.57 ± 4.07 kg/cm², con sustitución del 10% es de 148.80 ± 1.30 kg/cm², con sustitución del 20% es de 118.07 ± 2.24 kg/cm² y con la sustitución del 30% es de 86.40 ± 3.19 kg/cm².
- A los 21 días el concreto patrón fue de 178.00 ± 1.89 kg/cm², con sustitución del 10% es de 163.90 ± 2.17 kg/cm², con sustitución del 20% es de 133.07 ± 1.80 kg/cm² y con la sustitución del 30% es de 100.03 ± 0.72 kg/cm².
- A los 28 días el concreto patrón fue de 191.63 ± 4.22 kg/cm², con sustitución del 10% es de 175.77 ± 0.74 kg/cm², con sustitución del 20% es de $144.53.07 \pm 3.85$ kg/cm² y con la sustitución del 30% es de 106.83 ± 1.14 kg/cm².

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda sustituir en un 10% las fibras de caucho de un concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ para el uso de concreto en buzones sanitarios en la ciudad del cusco.
2. Se recomienda realizar pruebas para el comportamiento del concreto pero con la utilización de otras canteras para que mejoren la resistencia y que sean de mejor calidad ya que con los agregados de la cantera córdoba se tuvo un porcentaje significativo de finos.
3. Para evitar problemas de alergias o irritaciones durante la manipulación de la mezclase recomienda utilizar EPP como guantes, gafas, mascarilla y ropa adecuada que cubra brazos y piernas.
4. Se recomienda que las muestras de concreto se curen en un ambiente cerrado, durante todo el proceso de fraguado y desarrollo de resistencia en las primeras horas, ya que el frio es un factor que influye en el desarrollo normal de la resistencia del concreto.
5. Se recomienda realizar estudios y ensayos del caucho en polvo para ver el efecto de sustitución en el concreto.
6. Se recomienda realizar pruebas al concreto sustituidos por fibras de caucho a altas temperaturas para analizar el comportamiento del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Sanchez Muñoz, F. L., & Tapia Medina, R. D. (2015). *Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días*. trujillo: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO.
- Abanto, F. (1998). *Tecnología Del Concreto*. Lima: San Marcos .
- Cabanillas Huachua, E. R. (1995). *comportamiento fisico mecanico del concreto hidraulico adicionado con caucho reciclado*. cajamarca.
- Cabildo et al. (2012). *Reciclado y tratamiento de residuos*.
- Castillo, A. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima-Perú: San Marcos.
- Castro, G. (2008). *Materiales y compuestos para la industria de los neumáticos*. Buenos Aire- Argentina.
- CATALAN ARTEAGA, C. J. (2013). *Estudio de la influencia del Vidrio Molido en Hormigones H15,H20 y H30*. Valdivia - Chile: Universidad Austral de Chile.
- Cemex. (2014). *Concreto con fibras sintéticas*. colombia.
- Chung, K.-H. (1999). *Introductory behavior of rubber concrete*.

- García Melgar, W. F. (2011). *Estudio Técnico de la Goma Triturada como Agregado en el Diseño de Mezclas de Concreto y*. Buenos Aires.
- Gutiérrez de López, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Manizales-Colombia.
- I.C.G. (2016). *Manual de la Construcción - Agenda Técnica (15va Edición)*. Lima - Perú.
- INDECOPI. (1999). *NTP. 339.034*. Lima : El Peruano.
- INDECOPI. (2002). *NTP. 300.078*. Lima-Perú: El Peruano.
- López, J. (2015). *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionad*. mexico: Universidad Autónoma de Mexico.
- Martínez, M. (03 de Julio de 2012). *Construcción Sostenible*. Obtenido de *Construcción Sostenible*. Obtenido de <http://ugc-arq.wikispaces.com/Construcción+Sostenible>
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Ley General del Ambiente, Ley Macro del Sistema de Gestión Ambiental, Reglamento de la Ley Macro del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y Ley de Creación Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente*. Lima.
- N.T.P. 339.088. (2014). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland - CONCRETO*. Lima - Perú: INDECOPI.
- N.T.P. 400.012. (2001). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global - AGREGADOS*. Lima - Perú: INDECOPI.

- N.T.P. 400.017. (1999). *Método de ensayo para determinar el peso unitario del Agregado - AGREGADOS*. Lima - Perú: INDECOPI.
- N.T.P. 400.021. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del Agregado Grueso - AGREGADOS*. Lima - Perú: INDECOPI.
- N.T.P. 400.022. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del Agregado Fino - AGREGADOS*. Lima - Perú: INDECOPI.
- N.T.P. 400.022. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del Agregado Fino - AGREGADOS*. Lima - Perú: INDECOPI.
- N.T.P. 400.037. (2014). *Especificaciones Normalizadas para Agregados en Concreto - CONCRETO*. Lima - Perú: INDECOPI.
- Pasquel Carvajal, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto*. Lima-Peru.
- Rivera, L., & A, G. (2009). *Concreto Simple*. Cauca - Colombia.
- Rivva López, E. (2014). *CONCRETO - Diseño de Mezclas*. Lima-Perú: ICG- Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima: ICG- Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rodríguez, J., & Segura, E. (2013). *Análisis comparativo del efecto de los distintos tipos de fibras en el comportamiento post fisura del hormigón reforzado con fibras*. Valencia-España: Universidad Politecnica de Valencia.

- Sika S.A.C. (2014). Concreto reforzado con fibras. 9.
- Svec, O. J. (1996). *Note o structural strenght of a sphalt rubber concrete deve loped through the stone mastica aphalt concept.*
- Topçu, I. B. (1995). *the properties of rubberized concretes.*
- Yura, C. (2014). *Manual Digital - Cemento Portland Tipo IP.* Arequipa.

ANEXO 01

ANEXO 01: ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO, GRANULOMETRÍA PARA MUESTRAS DE AGREGADO FINO Y FIBRAS DE CAUCHO

a) Material y instrumentos utilizados en la prueba:

- Agregado Fino de Córdoba- seco
- Fibras de caucho de llantas recicladas
- Balanza
- Brocha
- Horno
- Recipiente
- Tamices: 1/2", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y el fondo.

b) Procedimiento

- Primero se cuartea una cantidad aproximada de 8 Kg de agregado para así posteriormente obtener una muestra representativa.
- Del Muestreo se extraen alrededor de 1.5 Kg y son colocadas en el horno a temperatura constante $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas para que este en condición seca.
- Se extrae 800 g de muestra de fibras de caucho y 1207 g de muestras de agregado fino y se procede a tamizar en forma circular mediante tamices estandarizados y ordenados en forma decreciente de acuerdo al tamaño.
- Los tamices utilizados son de orden: 1/2", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y el fondo.
- Finalizado el proceso de tamizado determinamos el peso del material que ha sido retenido en cada tamiz y se anota para después representarlos en porcentaje total de la muestra.
- Una vez procesado los cálculos se obtiene la gráfica de la curva granulométrica

“DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

FORMULAS:

$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido} + \% \text{ Retenido acumulado anterior}$

$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso de muestra seca antes de lavado}} * 100\%$

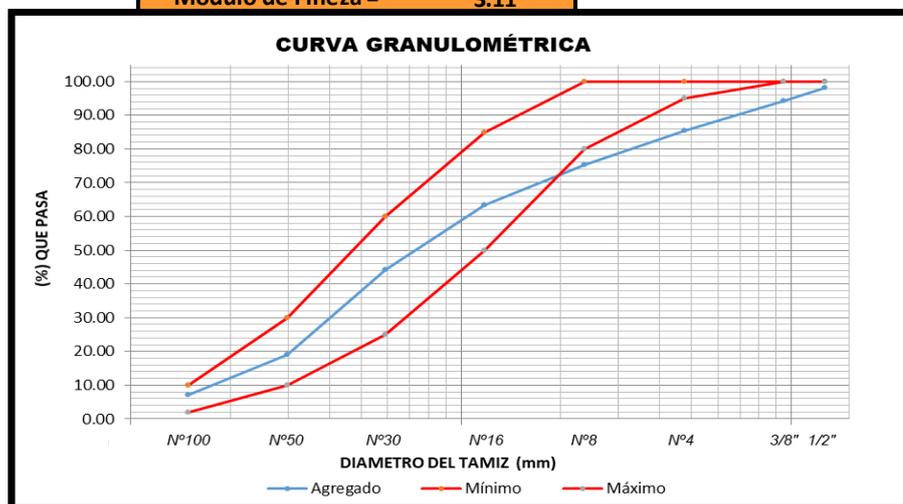
$\% \text{ Pasante} = 100\% - \% \text{ Retenido acumulado}$

$\text{Modulo de fineza} = \sum \% \text{Ret. Acumulado Tamices } (3/8'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)$

GRANULOMETRIA

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA
1/2"	12.7	22.2	1.84	1.84	98.16
3/8"	9.525	46.8	3.88	5.72	94.28
N° 4	4.75	107.8	8.93	14.65	85.35
N° 8	2.36	121.9	10.1	24.75	75.25
N° 16	1.18	144.4	11.96	36.71	63.29
N° 30	0.59	231.8	19.2	55.92	44.08
N° 50	0.297	300.8	24.92	80.84	19.16
N° 100	0.149	144	11.93	92.77	7.23
FONDO	0	87.3	7.23	100	0
	SUMA	1207	98.16		

Módulo de Fineza = 3.11



Fuente: Elaboración Propia.

“DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI

GRANULOMETRÍA DE LAS FIBRAS DECAUCHO

FORMULAS:

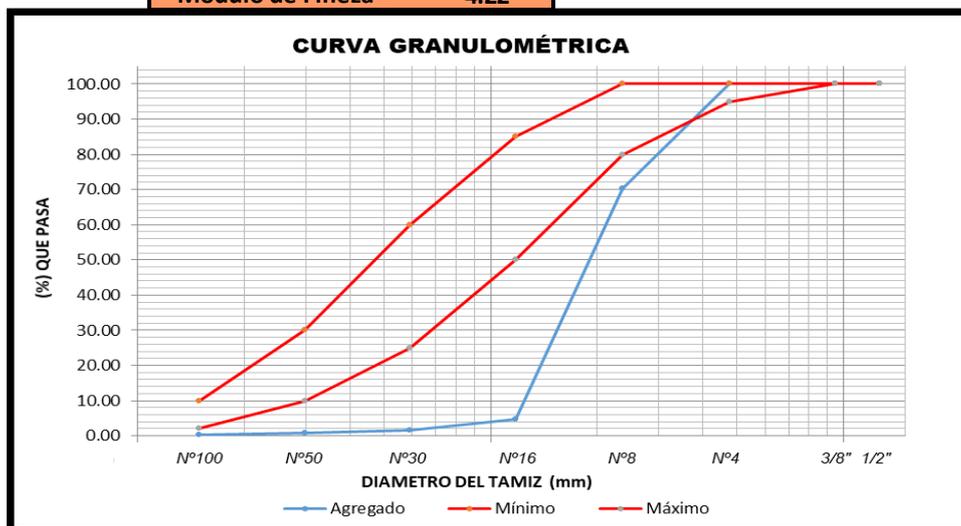
$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido} + \% \text{ Retenido acumulado anterior}$

$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso de muestra seca antes de lavado}} \times 100\%$

$\% \text{ Pasante} = 100\% - \% \text{ Retenido acumulado}$

$\text{Modulo de fineza} = \sum \% \text{Ret. Acumulado Tamices (3/8" + N°4 + N°8 + N°16 + N°30 + N°50 + N°100)}$

GRANULOMETRIA					
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA
1/2"	12.7	0	0	0	100
3/8"	9.525	0	0	0	100
N° 4	4.75	0	0	0	100
N° 8	2.36	238.5	29.81	29.81	70.19
N° 16	1.18	523.6	65.45	95.26	4.74
N° 30	0.59	24.2	3.03	98.29	1.71
N° 50	0.297	6.8	0.85	99.14	0.86
N° 100	0.149	3.6	0.45	99.59	0.41
FONDO	0	3.3	0.41	100	0
	SUMA	800	100		
Módulo de Fineza =		4.22			



Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO, GRANULOMETRÍA PARA MUESTRAS DE AGREGADO GRUESO.

a) Material y instrumentos utilizados en la prueba:

- Agregado Grueso de Córdoba- seco
- Fibras de caucho de llantas recicladas
- Balanza
- Brocha
- Horno
- Recipiente
- Tamices: 1/2", 3/8", #4, #8 y el fondo.

b) Procedimiento:

- Del Muestreo se extraen alrededor de 05 Kg y son colocadas en el horno a temperatura constante $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas para que este en condición seca.
- Se extrae 3273.50 Kg de muestra de Agregado Grueso y se procede a tamizar en forma circular mediante tamices estandarizados y ordenados en forma decreciente de acuerdo al tamaño.
- Los tamices utilizados son de orden: 1/2", 3/8", #4, #8 y el fondo.
- Finalizado el proceso de tamizado determinamos el peso del material que ha sido retenido en cada tamiz y se anota para después representarlos en porcentaje total de la muestra.
- Una vez procesado los cálculos se obtiene la gráfica de la curva granulométrica.

“DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

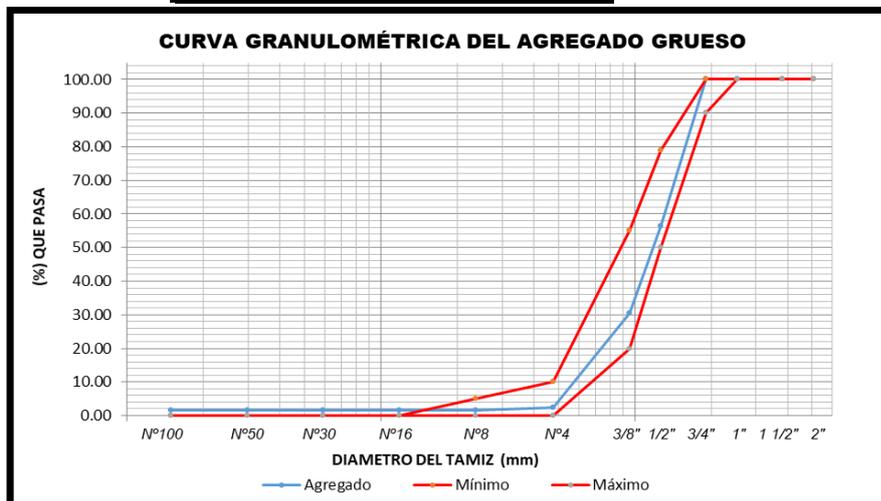
FORMULAS:

$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido} + \% \text{ Retenido acumulado anterior}$

$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso de muestra seca antes de lavado}} * 100\%$

$\% \text{ Pasante} = 100\% - \% \text{ Retenido acumulado}$

GRANULOMETRIA					
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA
2"	50.8	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
3/4"	19.05	0	0	0	100
1/2"	12.7	1424.7	43.52	43.52	56.48
3/8"	9.525	849.4	25.95	69.47	30.53
N° 4	4.75	917.7	28.03	97.5	2.5
N° 8	2.36	31.1	0.95	98.45	1.55
N° 16	1.18	0	0	98.45	1.55
N° 30	0.59	0	0	98.45	1.55
N° 50	0.297	0	0	98.45	1.55
N° 100	0.149	0	0	98.45	1.55
FONDO	0	50.6	1.55	100	0
SUMA		3273.5	100		



Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO, CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS.

a) Material y instrumentos utilizados en la prueba:

- Agregado Fino de Córdoba
- Agregado Grueso de Córdoba
- Balanza
- Horno para materiales.
- Recipientes metálicos.

b) Procedimiento:

- Del Muestreo tomamos una cantidad adecuada de agregado fino y agregado grueso cada uno en sus respectivos recipientes.
- Las muestras adquiridas deben estar en estado natural y posteriormente los pesamos en la balanza.
- colocamos los agregados en sus respectivos recipientes al horno a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante 24hrs.
- Finalizado el ensayo, se procede a pesar cada muestra de material que ha sido secado en el horno.
- Por último se realizan los cálculos respectivos del contenido de humedad.

"DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO"

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

FORMULAS:

$$\text{Contenido de humedad \%} = \frac{P_{mn} - p_{ms}}{p_{ms}}$$

p_{ms} = Peso de la muestra seca después del horneado

P_{mn} = Peso de la muestra en estado natural

AGREGADO FINO CÓRDOVA					
MUESTRA:	Agregado Fino	M1	M2	PROMEDIO	UND
	Peso de la muestra en estado natural	650.5	895	772.75	gr
	Peso de la muestra seca después del horneado	634.8	873.5	754.15	gr
	CONTENIDO DE HUMEDAD	2.47	2.46	2.47	%

AGREGADO GRUESO CÓRDOVA					
MUESTRA:	Agregado Grueso	M1	M2	PROMEDIO	UND
	Peso de la muestra en estado natural	1709.9	1275.9	1493.05	gr
	Peso de la muestra seca después del horneado	1673.8	1249.1	1461.45	gr
	CONTENIDO DE HUMEDAD	2.16	2.17	2.16	%

Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO, PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

a) Material y instrumentos utilizados en la prueba:

- Agregado Fino de Córdova
- Horno para materiales.
- 01 Cono de Absorción + Apisonador de metal
- Picnómetro o frasco volumétrico que tiene una capacidad de 500 ml.
- Recipientes Metálicos.
- Balanza de precisión

b) Procedimiento:

- Se selecciona una muestra de 1000g. Aproximadamente, el material debe ser pasante de la malla N° 4, posteriormente este material se sumerge en el agua por un periodo de 24 horas para lograr su saturación.
- Después de saturar el material lo pasamos a un recipiente metálico plano expuesta a una corriente uniforme de aire caliente, tratando de que este proceso sea lo más homogéneo posible.
- Tomamos el material y lo colocamos en el cono de absorción, cuidadosamente se procede a apisonar suavemente con 25 golpes en 03 capas y se verificará el primer desmoronamiento para ver si el material se encuentra en estado saturado superficialmente seco (S.S.S.) del agregado.
- Se pesa el picnómetro.
- Se introduce 500g del material (Agregado Fino) de inmediato en el frasco volumétrico, se llena de agua hasta alcanzar aproximadamente la marca de 500 cm³ y se retira el aire atrapado girando el picnómetro y sometiéndolo a baño maría.
- Finalmente el picnómetro se pesa, se procede a decantar el agua y el agregado se retira a una tara para ser secado al horno por 24 horas a una temperatura de 110 ± 5 °C y determinamos también el peso seco de este material.

“DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI

PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

FORMULAS:

$$P.E.m = \frac{W_o}{(Pf + A) + P_{sss} - (Pf + P_{sss} + A)}$$

$$P.E. sss = \frac{P_{sss}}{(Pf + A) + P_{sss} - (Pf + P_{sss} + A)}$$

$$Abs = \frac{P_{sss} - W_o}{W_o} \times 100$$

AGREGADO FINO CÓRDOVA			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
P _{sss}	Peso muestra saturado superficialmente seco (S.S.S.)	gr.	500
P _f	Peso de la fiola	gr.	685.3
P _f +A	Peso de la fiola +agua	gr.	1185.3
P _f +P _{sss} +A	Peso de la fiola + Peso (sss) + Agua	gr.	1495.7
A	Peso del agua	gr.	310.4
W _o	Peso de la muestra seca	gr.	489.9
V _f	Volumen de la fiola	cm ³	500
P.E m	Peso Específico de masa	gr/cm ³	2.58
P.E sss	Peso Específico de masa Saturado con Superficie Seca	gr/cm ³	2.64
Abs	Absorción	%	2.06

Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO, PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.

a) Material y instrumentos utilizados en la prueba:

- Agregado Grueso de Córdoba
- Recipientes Metálicos.
- Balanza de precisión
- Cesta cilíndrica
- 01 Balde para sumergir completamente la cesta.

b) Procedimiento:

- Primero se lava el material y se procede a secar en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, se pone a enfriar a temperatura ambiente y se sumerge en el agua por un periodo de 24 horas para lograr su saturación.
- Posteriormente se extrae la muestra y se le va quitando la humedad con un paño absorbente para que la superficie quede sin agua con el objetivo que esté en condiciones saturada con superficie seca.
- Se coloca la muestra en la canastilla enmallada determinando el peso de la muestra sumergida dentro del balde y seguidamente es llevado al horno durante 24 horas a una temperatura de $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Se pesa la muestra seca.
- Finalmente se realiza los cálculos respectivos del peso específico seco, peso específico saturado superficialmente seco y el porcentaje de absorción.

"DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'c=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO"

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI

PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.

FORMULAS:

$$P.E.m = \frac{A}{B - C}$$

$$P.E.sss = \frac{B}{B - C}$$

$$Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$$

AGREGADO GRUESO CÓRDOVA			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
A	Peso de la muestra seca	gr.	3966.2
B	Peso muestra saturado superficialmente seco (S.S.S.)	gr.	4022.9
C	Peso de la muestra saturada dentro del agua	gr.	2515.95
P.E.m	Peso Específico de masa	gr/cm3	2.63
P.E.sss	Peso Específico de masa Saturado con Superficie Seca	gr/cm3	2.67
Abs	Absorción	%	1.43

Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO, PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS.

a) Material y instrumentos utilizados en la prueba:

- Agregado Fino de Córdoba
- Agregado Grueso de Córdoba
- Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido
- Varilla compactadora de $\varnothing 5/8$ "x0.50m con puntas redondeadas
- Balanza
- Horno para materiales.
- Recipientes metálicos.

b) Procedimiento Peso Unitario Suelto:

- muestreo se extraen muestras de Agregado y son llevados al horno a una temperatura de 105 ± 5 °C durante 24 horas ya que este ensayo se requieren las muestras secas.
- Se determina y anota el peso y volumen del molde.
- Se procede a verter el material en el mismo, con ayuda de una cuchara metálica o de otro implemento, cuidando que la altura de la caída sea de 5cm aproximadamente sobre el borde superior del molde, se vierte el material hasta que este enraizado de material el molde.
- Se enrasa el material con la ayuda de la varilla al nivel del borde superior.
- Posteriormente se lleva a la balanza y se anota el peso del molde más el material.

c) Procedimiento Peso Unitario Compactado:

- muestreo se extraen muestras de Agregado y son llevados al horno a una temperatura de 105 ± 5 °C durante 24 horas ya que este ensayo se requieren las muestras secas.
- Se determina y anota el peso y volumen del molde.
- Se procede a verter el material en el mismo, con ayuda de una cuchara metálica, este proceso se realiza en 03 capas cuidando que la altura de caída sea de 5cm aproximadamente sobre el borde superior del molde y se dan 25 golpes con la varilla para compactar el material sin que esta toque el fondo del recipiente, vibrando simultáneamente el molde en el suelo para que el material se acomode.
- Se repite la misma operación con las otras dos capas, cuidando que en cada capa la varilla al golpear no pase a la capa inferior.
- Se enrasa el material con la ayuda de la varilla al nivel del borde superior.
- Posteriormente se lleva a la balanza y se anota el peso del molde más el material.

“DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS.

FORMULAS:

$$P.Usu = \frac{(Msc - P)}{V}$$

$$P.Uco = \frac{(Mso - P)}{V}$$

AGREGADO FINO CORDOVA			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
V	Volumen del molde	cm3	2800
P	Peso del molde	gr.	2560
Mco	Peso de la muestra compactada + molde	gr.	7755
Mco-P	Peso de la muestra compactada	gr.	5195
Msc	Peso de la muestra sin compactar + molde	gr.	7085
Msc-P	Peso de la muestra sin compactar	gr.	4525
P.Usu	Peso unitario suelto	gr/cm3	1.62
P.Uco	Peso unitario compactado	gr/cm3	1.86

AGREGADO GRUESO CORDOVA			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	UND	VALORES
V	Volumen del molde	cm3	7910
P	Peso del molde	gr.	2735
Mco	Peso de la muestra compactada + molde	gr.	16000
Mco-P	Peso de la muestra compactada	gr.	13265
Msc	Peso de la muestra sin compactar + molde	gr.	14390
Msc-P	Peso de la muestra sin compactar	gr.	11655
P.Usu	Peso unitario suelto	gr/cm3	1.47
P.Uco	Peso unitario compactado	gr/cm3	1.68

Fuente: Elaboración Propia.

VERIFICACION DEL REVENIMIENTO

a) Equipos utilizados:

- Cono de Abrams
- Cuchara metálica y Barra compactadora lisa 5/8"
- Cinta métrica de 5 mts.

b) Procedimiento:

- Elaboración de la mezcla de concreto patrón y la mezcla de concreto adicionada con fibra de caucho en 10, 20 y 30%.
- Posteriormente se coloca el cono de Abrams sobre una superficie plana el cual deberá estar saturado con agua ya que de esta manera no absorba agua durante el ensayo.
- Seguidamente y verter una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se toma la barra compactadora y se empieza a compactar aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.
- Enseguida se coloca las otras dos capas restantes y se repite el mismo proceso anterior de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.
- Al culminar la tercera capa la cual debe estar rebosando para luego enrasar con la ayuda de la varilla de modo que este en nivel.
- Finalmente se retira el molde levantándolo cuidadosamente en dirección vertical.
- Se invierte el molde cónico y se coloca al costado de la muestra ensayada y con la ayuda de la varilla que este en nivel se verifica el asentamiento de la mezcla de concreto.
- El asentamiento se mide con la cinta métrica y se tomó el respectivo apunte de cada tanda realizada.

MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO

Fórmulas:

$$\% \text{ De finos que pasa por tamiz N°200} =$$

$$\frac{\text{Material que pasa tamiz N°200 antes del lavado seco} - \text{Material que pasa tamiz N°200 despues del lavado seco}}{\text{Material que pasa tamiz N°200 antes del lavado seco}} * 100$$

MALLA 200	
Agregado Fino Seco =	1266.9 gr.
Agregado Fino lavado seco =	1220.5 gr.
% FINOS =	3.66 %

El resultado de la malla N° 200 cumple con las especificaciones para concreto ya que la norma nos especifica que el porcentaje pasante de la malla N° 200 sea \leq a 5 %.

MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO GRUESO

Fórmulas:

$$\% \text{ pasante de la malla N° 200 para agregado grueso} =$$

$$\frac{\text{Material que pasa tamiz N°200 antes del lavado seco} - \text{Material que pasa tamiz N°200 despues del lavado seco}}{\text{Material que pasa tamiz N°200 antes del lavado seco}} * 100$$

Malla N° 200	
Agregado Grueso Seco =	3315.70 gr
Agregado Grueso Lavado Seco =	3273.60 gr
% Malla N°200	1.27 %

El resultado de la malla N° 200 no cumple con las especificaciones para concreto ya que la norma nos especifica que el porcentaje pasante de la malla N° 200 para agregado grueso sea \leq a 1 %.

DETERMINACIÓN DEL SLUMP				
SERIE	Concreto patrón f'c:175kg/cm ²	concreto sustituido en un 10% del agregado fino por fibras de caucho	concreto sustituido en un 20% del agregado fino por fibras de caucho	concreto sustituido en un 30% del agregado fino por fibras de caucho
In	3"	3"	3 ¼"	3 ¾"

Fuente: Elaboración Propia.

ELABORACIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO PATRON Y DE CONCRETO CON FIBRAS DE CAUCHO 10%, 20% Y 30%

a) Procedimiento para concreto tradicional:

- Se verifica que los moldes estén en buen estado luego se procede a engrasarlos con petróleo y una brocha para desmoldarlos fácilmente.
- Se coloca los moldes en una superficie plana y firme de preferencia en un lugar aislado, lugar donde se quedaron hasta que se desmolden.
- Anteriormente de colocarse a la briquetera se mide el revenimiento del concreto la cual se llena 3 capas con un mismo volumen compactando con la varilla lisa de ½" dando 25 golpes por capa atravesando toda su profundidad.
- Después de cada capa compactada se golpeó de 10 a 15 veces las paredes externas del molde con el martillo de goma, con el objetivo de acomodar la mezcla y eliminar el aire que queda atrapado en el interior.
- Luego se engrasa en la parte superior con la varilla de compactación.
- Finalmente los especímenes se almacenaran por un periodo de 24 horas en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad de los especímenes es decir sumergirlas en agua la cual debe contener una solución de agua de cal 3 g/Litro, y posteriormente desmoldar las probetas de concreto.

b) Procedimiento para el concreto con fibras de caucho 10%, 20% y 30%:

- Se verifica que los moldes estén en buen estado luego se procede a engrasarlos con petróleo y una brocha para desmoldarlos fácilmente.
- Se coloca los moldes en una superficie plana y firme de preferencia en un lugar aislado, lugar donde se quedaron hasta que se desmolden.
- Se procede a pesar las fibras de caucho para los diferentes porcentajes establecidos.
- Se añade las fibras de caucho a la mezcla de concreto realizada para los diferentes porcentajes, 10%, 20% y 30%, con respecto al peso del agregado fino en las diferentes edades, 7, 14, 21 y 28 días.
- Anteriormente de colocarse a la briquetera se mide el revenimiento del concreto la cual se llena 3 capas con un mismo volumen compactando con la varilla lisa de $\frac{1}{2}$ " dando 25 golpes por capa atravesando toda su profundidad.
- Después de cada capa compactada se golpeó de 10 a 15 veces las paredes externas del molde con el martillo de goma, con el objetivo de acomodar la mezcla y eliminar el aire que queda atrapado en el interior.
- Luego se enrasa en la parte superior con la varilla de compactación.
- Finalmente los especímenes se almacenaran por un periodo de 24 horas en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad de los especímenes es decir sumergirlas en agua la cual debe contener una solución de agua de cal 3 g/Litro, y posteriormente desmoldar las probetas de concreto.

ENSAYO, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y CORROBORACIÓN DE DIMENSIONES DE PROBETAS- TESTIGOS.

a) Equipos utilizados en el ensayo:

- Equipo de compresión Axial (calibrado).
- Vernier.
- Balanza.
- Cinta métrica.

b) Procedimiento:

- Se realiza extracción de los testigos cilíndricos de la poza de curado, los cuales tuvieron el respectivo curado para 7, 14, 21 y 28 días.
- Se toman las medidas de testigos cilíndricos como el diámetro inferior y superior, altura y el peso de cada una de ellos con la ayuda del vernier y cinta métrica.
- Posteriormente se ensayan los testigos cilíndricos.
- Del ensayo realizado se tomó las lecturas correspondientes.

“DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F' C=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 7 DÍAS

TESTIGOS A 7 DÍAS										
PROBETAS	DIÁMETRO SUPERIOR (cm)		DIÁMETRO INFERIOR (cm)		ALTURA	PESO(kg)	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL (KG/CM2)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR σ (±)
PT-01	10.10	10.00	9.99	10.00	20.00	3940	10969.5	139.7	135.87	3.55
PT-02	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3920	10424.8	132.7		
PT-03	10.00	10.00	10.10	10.00	20.00	3925	10620.6	135.2		
P1-10%	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3819	9604.7	122.3	123.73	1.32
P2-10%	10.10	10.00	10.00	10.00	20.00	3855	9741.7	124		
P3-10%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3845	9810.5	124.9		
P1-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3689	7590.9	96.7	101.30	4.19
P2-20%	10.10	10.00	10.10	10.00	20.00	3780	8238.5	104.9		
P3-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3645	8031.6	102.3		
P1-30%	10.00	10.00	10.00	10.10	20.00	3528	6089.7	77.1	76.97	1.50
P2-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3582	6159.7	78.4		
P3-30%	10.00	10.00	9.99	10.00	20.00	3545	5919.8	75.4		

Fuente: Elaboración Propia.

“DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 14 DÍAS

TESTIGOS A 14 DÍAS										
PROBETAS	DIÁMETRO SUPERIOR (cm)		DIÁMETRO INFERIOR (cm)		ALTURA	PESO(kg)	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL (KG/CM2)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR σ (\pm)
PT-01	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3912	12481.9	158.9	163.57	4.07
PT-02	10.00	10.00	10.00	9.99	20.00	3928	13068.8	166.4		
PT-03	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3848	12987.8	165.4		
P1-10%	10.10	10.00	10.00	10.00	20.00	3693	11580.8	147.5	148.80	1.30
P2-10%	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3645	11687	148.8		
P3-10%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3715	11789.4	150.1		
P1-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3632	9069.7	115.5	118.07	2.24
P2-20%	10.10	10.10	10.10	10.00	20.00	3644	9394.6	119.6		
P3-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3527	9351.8	119.1		
P1-30%	10.00	10.00	10.00	10.10	20.00	3630	7598.2	96.7	86.40	3.19
P2-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3632	7120.6	90.7		
P3-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3622	5636.8	91.8		

Fuente: Elaboración Propia.

“DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 14 DÍAS

TESTIGOS A 21 DÍAS										
PROBETAS	DIÁMETRO SUPERIOR (cm)		DIÁMETRO INFERIOR (cm)		ALTURA	PESO(kg)	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL (KG/CM2)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR σ (\pm)
PT-01	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3930	14058.7	179.5	178.00	1.89
PT-02	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3918	13957.2	177.7		
PT-03	10.00	10.00	10.10	10.00	20.00	3918	13891.2	176.8		
P1-10%	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3709	12959.1	165.2	163.90	2.17
P2-10%	10.00	9.99	10.00	10.00	20.00	3695	12750.4	162.3		
P3-10%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3706	12884.7	164.2		
P1-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3630	10445.8	132.1	133.07	1.80
P2-20%	10.10	10.10	10.00	10.00	20.00	3611	10395.7	132.5		
P3-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3646	10546.8	134.6		
P1-30%	10.00	10.00	10.00	10.10	20.00	3563	7854	100	100.03	0.72
P2-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3595	7860.4	100.9		
P3-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3571	7794.5	99.2		

Fuente: Elaboración Propia.

"DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO"

TESISTA: SHIRLEY YULEYSI TRIVIÑO UÑACCORI

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR DEL CONCRETO PATRÓN, CONCRETO SUSTITUIDO EN UN 10%,20% Y 30% DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO A LOS 14 DÍAS

TESTIGOS A 28 DÍAS										
PROBETAS	DIÁMETRO SUPERIOR (cm)		DIÁMETRO INFERIOR (cm)		ALTURA	PESO(kg)	DATOS DE ROTURA COMPRESIÓN AXIAL		PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR σ (\pm)
							COMPRESIÓN	COMPRESIÓN		
PT-01	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3907	15032.60	190.30	191.63	4.22
PT-02	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3940	15232.9	194.00		
PT-03	10.10	10.00	10.10	10.00	20.00	3918	14967.5	190.60		
P1-10%	10.10	10.00	10.00	10.00	20.00	3674	13790.2	175.60	175.77	0.74
P2-10%	9.99	10.00	10.00	10.00	20.00	3780	13878.8	176.70		
P3-10%	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3687	13740.6	175.00		
P1-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3658	11532.5	146.80	144.53	3.85
P2-20%	10.00	10.00	10.10	9.99	20.00	3641	11328.5	143.40		
P3-20%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3650	11264.2	143.40		
P1-30%	10.00	10.00	10.00	10.10	20.00	3560	8442.6	107.50	106.83	1.14
P2-30%	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	3535	8293.3	105.60		
P3-30%	10.00	10.10	10.00	10.00	20.00	3557	8432.3	107.40		

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 02

ANEXO 02: PANEL FOTOGRAFICO**ENSAYOS DE GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS**

Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS



Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

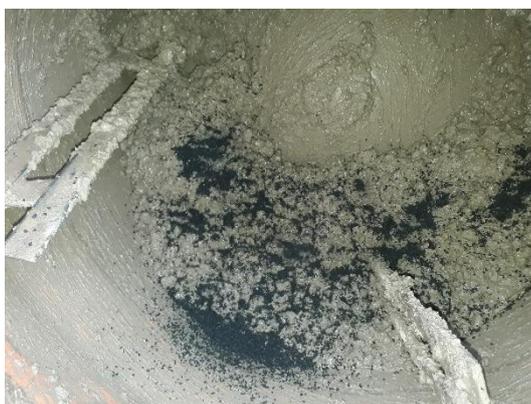


Fuente: *Elaboración Propia.*

VERIFICACION DEL REVENIMIENTO



ELABORACIÓN DE CONCRETO PATRON Y DE CONCRETO CON FIBRAS DE CAUCHO 10%, 20% Y 30%



Fuente: Elaboración Propia.

CURADO DE BRIQUETAS



MEDICION DE DIAMETRO Y PESO



Fuente: Elaboración Propia.

ENSAYO A COMPRESION DE LAS BRIQUETAS



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 03

ANEXO 03: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 (PATRON)				CU:m3	365.08
RENDIMIENTO	m3/DIA	MO.	12	EQ.	12
Descripción de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de Obra					74.46
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	11.34	0.76
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	11.00	7.33
OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	10.42	13.89
PEON	hh	8.0000	5.3333	9.84	52.48
Materiales					278.38
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1/2"CORDOVA)	m3		0.6100	65.00	39.65
AGREGADO FINO (ARENA GRUESA CORDOVA)	m3		0.5800	70.00	40.60
CEMENTO	bls		8.0000	24.50	196.00
GASOLINA	gln		0.1000	14.60	1.46
AGUA	m3		0.1910	3.50	0.67
Equipos					12.23
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.46	2.23
VIBRADORA DE CONCRETO	hm	1.000	0.6667	5.00	3.33
MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8HP 9 P3	hm	1.0000	0.6667	10.00	6.67

Fuente: Elaboración Propia.

CONCRETO F'C = 175 KG/CM2(SUSTITUCIÓN CON 10% DE FIBRAS DE CAUCHO)				CU:m3	389.93
RENDIMIENTO	m3/DIA	MO.	12	EQ.	12
Descripción de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de Obra					102.48
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6667	11.34	7.56
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	11.34	0.76
OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	11.00	14.67
OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	10.42	13.89
PEON	hh	10.0000	6.6667	9.84	65.60
Materiales					274.38
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1/2"CORDOVA)	m3		0.6100	65.00	39.65
AGREGADO FINO (ARENA GRUESA CORDOVA)	m3		0.5220	70.00	36.54
FIBRAS DE CAUCHO	kg		0.0600	1.00	0.06
CEMENTO	bls		8.0000	24.50	196.00
GASOLINA	gln		0.1000	14.60	1.46
AGUA	m3		0.1910	3.50	0.67
Equipos					13.07
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	102.48	3.07
VIBRADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.6667	5.00	3.33
MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8HP 9 P3	hm	1.0000	0.6667	10.00	6.67

Fuente: Elaboración Propia.

CONCRETO F'C = 175 KG/CM2(SUSTITUCIÓN CON 20% DE FIBRAS DE CAUCHO)				CU:m3	392.60
RENDIMIENTO	m3/DIA	MO.	12	EQ.	12
Descripción de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de Obra					102.48
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6667	11.34	7.56
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	11.34	0.76
OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	11.00	14.67
OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	10.42	13.89
PEON	hh	10.0000	6.6667	9.84	65.60
Materiales					270.38
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1/2"CORDOVA)	m3		0.6100	65.00	39.65
AGREGADO FINO (ARENA GRUESA CORDOVA)	m3		0.4640	70.00	32.48
FIBRAS DE CAUCHO	kg		0.1200	1.00	0.12
CEMENTO	bls		8.0000	24.50	196.00
GASOLINA	gln		0.1000	14.60	1.46
AGUA	m3		0.1910	3.50	0.67
Equipos					19.74
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	102.48	3.07
VIBRADOR DE CONCRETO	hm	1.0000	0.6667	5.00	3.33
MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8HP 9 P3	hm	1.0000	0.6667	20.00	13.33

Fuente: Elaboración Propia.

CONCRETO F'C = 175 KG/CM2(SUSTITUCIÓN CON 30% DE FIBRAS DE CAUCHO)				CU:m3	388.59
RENDIMIENTO	m3/DIA	MO.	12	EQ.	12
Descripción de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio s/.	Parcial s/.
Mano de Obra					102.48
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6667	11.34	7.56
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	11.34	0.76
OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	11.00	14.67
OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	10.42	13.89
PEON	hh	10.0000	6.6667	9.84	65.60
Materiales					266.37
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1/2"CORDOVA)	m3		0.6100	65.00	39.65
AGREGADO FINO (ARENA GRUESA CORDOVA)	m3		0.4060	70.00	28.42
FIBRAS DE CAUCHO	kg		0.1700	1.00	0.17
CEMENTO	bls		8.0000	24.50	196.00
GASOLINA	gln		0.1000	14.60	1.46
AGUA	m3		0.1910	3.50	0.67
Equipos					19.74
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	102.48	3.07
VIBRADOR DE CONCRETO	hm	1.0000	0.6667	5.00	3.33
MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 8HP 9 P3	hm	1.0000	0.6667	20.00	13.33

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 04

ANEXO 04: RESULTADOS DE LABORATORIO



CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
 - Urb. Manuel Prado Psj. Pisac A-17 - Cusco (Cerca de la Clínica San Juan de Dios)
 - Central telefónica: (084) 235370, Cel RPC 974269313 Página web: www.ayar.pe

INFORME N° 1807 - 067

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO

MTC E 704 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-39 y AASHTO T-22

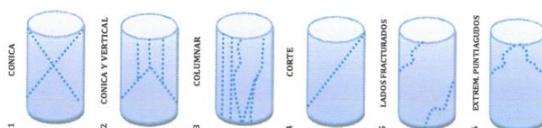
"DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO $f'c=175$ KG/CM² PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO"

Solicita: SHIRLEY YULEYSI TRIVIÑO UÑACCORI
 Fecha: miércoles, 18 de julio de 2018
 Muestra: Testigos Cilíndricos de Concreto
 Responsable: Ing. Mijail E. Rozas GómeZ

Datos de las Muestras	
Diametro Promedio:	100.0 mm
Altura Promedio:	200.0 mm
Relacion L/D:	2.00
Área Promedio:	79 cm ²
Tipo de Cemento:	YURA TIPO IP

N°	COD.	ELEMENTO	DESCRIPCION	FECHA		EDAD (días)	f'c (kg/cm ²)	DIAL (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)		% DE f'c	
				MOLDEO	ROTURA				BRIQUETA	DEBE TENER	BRIQUETA	DEBE TENER
1	----	M.P.T.	MUESTRA PATRON	14/06/2018	21/06/2018	7	175	10969.5	139.7	118.8	80%	68%
2	----	M.P.T.	MUESTRA PATRON	14/06/2018	21/06/2018	7	175	10424.8	132.7	118.8	76%	68%
3	----	M.P.T.	MUESTRA PATRON	14/06/2018	21/06/2018	7	175	10620.6	135.2	118.8	77%	68%
4	----	10%	10% DE CAUCHO	14/06/2018	21/06/2018	7	175	9604.7	122.3	118.8	70%	68%
5	----	10%	10% DE CAUCHO	14/06/2018	21/06/2018	7	175	9741.7	124.0	118.8	71%	68%
6	----	10%	10% DE CAUCHO	14/06/2018	21/06/2018	7	175	9810.5	124.9	118.8	71%	68%
7	----	20%	20% DE CAUCHO	14/06/2018	21/06/2018	7	175	7590.9	96.7	118.8	55%	68%
8	----	20%	20% DE CAUCHO	14/06/2018	21/06/2018	7	175	8238.5	104.9	118.8	60%	68%
9	----	20%	20% DE CAUCHO	14/06/2018	21/06/2018	7	175	8031.6	102.3	118.8	58%	68%
10	----	30%	30% DE CAUCHO	14/06/2018	21/06/2018	7	175	6089.7	77.1	118.8	38%	68%
11	----	30%	30% DE CAUCHO	14/06/2018	21/06/2018	7	175	6159.7	78.4	118.8	45%	68%
12	----	30%	30% DE CAUCHO	14/06/2018	21/06/2018	7	175	5919.8	75.4	118.8	43%	68%

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es igual o Superior a la resistencia de Diseño o porcentaje correspondiente
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta no es menor en mas de 35 kg/cm ² a la resistencia de diseño, o al porcentaje correspondiente
NO CUMPLE	La resistencia de la briqueta es menor en mas de 35 kg/cm ² a la resistencia de diseño, o al porcentaje correspondiente



CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Ing. Mijail E. Rozas GómeZ
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 142038

LOS RESULTADOS DE ENSAYO SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS PRESENTADAS. NO DEBE REPRODUCIRSE ESTE INFORME, SALVO QUE SE HAGÁ ÍNTEGRAMENTE Y CON LA APROBACIÓN DE **CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**



CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
 - Urb. Manuel Prado Psj. Pisac A-17 – Cusco (Cerca de la Clínica San Juan de Dios)
 - Central telefónica: (084) 235370, Cel RPC 974269313 Página web: www.ayar.pe

INFORME N° 1807 - 067

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO

MIC E 704 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-39 y AASHTO T-22

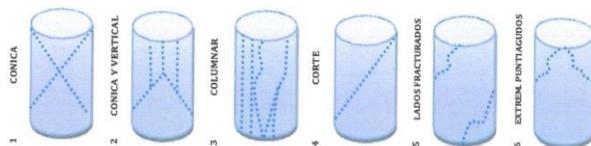
"DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'c=175 KG/CM² PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO"

Solicita: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI
 Fecha: miércoles, 18 de julio de 2018
 Muestra: Testigos Cilíndricos de Concreto
 Responsable: Ing. Mijail E. Rozas Gomez

Datos de las Muestras	
Diametro Promedio:	100.0 mm
Altura Promedio:	200.0 mm
Relacion L/D:	2.00
Área Promedio:	79 cm ²
Tipo de Cemento:	YURA TIPO IP

N°	COD.	ELEMENTO	DESCRIPCION	FECHA		EDAD (días)	f'c (kg/cm ²)	DIAL (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)		% DE f'c	
				MOLDEO	ROTURA				BRIGUETA	DEBE TENER	BRIGUETA	DEBE TENER
1	----	M.P.T.	MUESTRA PATRON	14/06/2018	28/06/2018	14	175	12481.9	158.9	146.9	91%	84%
2	----	M.P.T.	MUESTRA PATRON	14/06/2018	28/06/2018	14	175	13068.8	166.4	146.9	95%	84%
3	----	M.P.T.	MUESTRA PATRON	14/06/2018	28/06/2018	14	175	12987.8	165.4	146.9	94%	84%
4	----	10%	10% DE CAUCHO	14/06/2018	28/06/2018	14	175	11580.8	147.5	146.9	84%	84%
5	----	10%	10% DE CAUCHO	14/06/2018	28/06/2018	14	175	11687.0	148.8	146.9	85%	84%
6	----	10%	10% DE CAUCHO	14/06/2018	28/06/2018	14	175	11789.4	150.1	146.9	86%	84%
7	----	20%	20% DE CAUCHO	14/06/2018	28/06/2018	14	175	9069.7	115.5	146.9	66%	84%
8	----	20%	20% DE CAUCHO	14/06/2018	28/06/2018	14	175	9394.6	119.6	146.9	68%	84%
9	----	20%	20% DE CAUCHO	14/06/2018	28/06/2018	14	175	9351.8	119.1	146.9	68%	84%
10	----	30%	30% DE CAUCHO	14/06/2018	28/06/2018	14	175	7598.2	96.7	146.9	55%	84%
11	----	30%	30% DE CAUCHO	14/06/2018	28/06/2018	14	175	7120.6	90.7	146.9	52%	84%
12	----	30%	30% DE CAUCHO	14/06/2018	28/06/2018	14	175	7252.2	91.8	146.9	41%	84%

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño o porcentaje correspondiente
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta no es menor en mas de 35 kg/cm ² a la resistencia de diseño, o al porcentaje correspondiente
NO CUMPLE	La resistencia de la briqueta es menor en mas de 35 kg/cm ² a la resistencia de diseño, o al porcentaje correspondiente



CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 Ing. Mijail E. Rozas Gómez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 142088

LOS RESULTADOS DE ENSAYO SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS PRESENTADAS. NO DEBE REPRODUCIRSE ESTE INFORME, SALVO QUE SE HAGÁ INTEGRAMENTE Y CON LA APROBACIÓN DE CORPORACIÓN AYAR S.A.C.



6. EXPRESION DE RESULTADOS:

ENSAYO: COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS										
PROYECTO:		DETERMINACION DEL EFECTO DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR FIBRA DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'c= 175 Kg/cm2 PARA USO DE BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO.								
SOLICITADO:		SHIRLEY YULEYSI TRIVIÑO UÑACCORI								
FECHA:		CUSCO, JULIO DEL 2018								
OBSERVACION:		Briquetas proporcionadas por el Solicitante.								
N°	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	DISEÑO (F'c) (kg/cm2)	DIAL (MPa)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA		
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	Debe tener
1	PATRON	05/07/2018	26/07/2018	21	175	17.60	10.00	179.5	102.6%	93.2%
2	PATRON	05/07/2018	26/07/2018	21	175	17.43	10.00	177.7	101.6%	93.2%
3	PATRON	05/07/2018	26/07/2018	21	175	17.34	10.00	176.8	101.0%	93.2%
4	DISEÑO 10% CAUCHO	05/07/2018	26/07/2018	21	175	16.20	10.00	165.2	94.4%	93.2%
5	DISEÑO 10% CAUCHO	05/07/2018	26/07/2018	21	175	15.91	10.00	162.3	92.7%	93.2%
6	DISEÑO 10% CAUCHO	05/07/2018	26/07/2018	21	175	16.10	10.00	164.2	93.8%	93.2%
7	DISEÑO 20% CAUCHO	05/07/2018	26/07/2018	21	175	12.96	10.00	132.1	75.5%	93.2%
8	DISEÑO 20% CAUCHO	05/07/2018	26/07/2018	21	175	13.00	10.00	132.5	75.7%	93.2%
9	DISEÑO 20% CAUCHO	05/07/2018	26/07/2018	21	175	13.20	10.00	134.6	76.9%	93.2%
10	DISEÑO 30% CAUCHO	05/07/2018	26/07/2018	21	175	9.80	10.00	100.0	57.1%	93.2%
11	DISEÑO 30% CAUCHO	05/07/2018	26/07/2018	21	175	9.90	10.00	100.9	57.7%	93.2%
12	DISEÑO 30% CAUCHO	05/07/2018	26/07/2018	21	175	9.73	10.00	99.2	56.7%	93.2%

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño
NO CUMPLE	La resistencia de la briqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño

CONCLUSIONES:

- Los resultados de rotura de briquetas indican que los especímenes (1-6) CUMPLEN Y NO CUMPLE (7-12) con la resistencia a la edad de rotura.


Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
 CIP: N° 184003



CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
 - Urb. Manuel Prado Pj. Pisac A-17 - Cusco (Cerca de la Clínica San Juan de Dios)
 - Central telefónica: (084) 235370, Cel RPC 974269313 Página web: www.ayar.pe

INFORME N° 1807 - 067

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO

MIT E 704 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-39 y AASHTO T-22

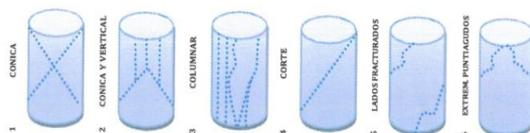
"DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO POR FIBRAS DE CAUCHO EN EL CONCRETO F'c=175 KG/CM2 PARA USO EN BUZONES SANITARIOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO"

Solicita: SHIRLEY YULEYSI TRIVEÑO UÑACCORI
 Fecha: miércoles, 18 de julio de 2018
 Muestra: Testigos Cilíndricos de Concreto
 Responsable: Ing. Mijail E. Rozas Gomez

Datos de las Muestras	
Diametro Promedio:	100.0 mm
Altura Promedio:	200.0 mm
Relacion L/D:	2.00
Área Promedio:	79 cm ²
Tipo de Cemento:	YURA TIPO IP

N°	COD.	ELEMENTO	DESCRIPCION	FECHA		EDAD (días)	Fc (kg/cm ²)	DIAL (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)		% DE f'c	
				MOLDEO	ROTURA				BRIQUETA	DEBE TENER	BRIQUETA	DEBE TENER
1	----	M.P.T.	MUESTRA PATRON	14/06/2018	12/07/2018	28	175	15032.6	190.3	175.0	103%	100%
2	----	M.P.T.	MUESTRA PATRON	14/06/2018	12/07/2018	28	175	15232.9	194.0	175.0	111%	100%
3	----	M.P.T.	MUESTRA PATRON	14/06/2018	12/07/2018	28	175	14967.5	190.6	175.0	109%	100%
4	----	10%	10% DE CAUCHO	14/06/2018	12/07/2018	28	175	13790.2	175.6	175.0	100%	100%
5	----	10%	10% DE CAUCHO	14/06/2018	12/07/2018	28	175	13878.8	176.7	175.0	101%	100%
6	----	10%	10% DE CAUCHO	14/06/2018	12/07/2018	28	175	13740.6	175.0	175.0	100%	100%
7	----	20%	20% DE CAUCHO	14/06/2018	12/07/2018	28	175	11532.5	146.8	175.0	84%	100%
8	----	20%	20% DE CAUCHO	14/06/2018	12/07/2018	28	175	11328.5	143.4	175.0	77%	100%
9	----	20%	20% DE CAUCHO	14/06/2018	12/07/2018	28	175	11264.2	143.4	175.0	82%	100%
10	----	30%	30% DE CAUCHO	14/06/2018	12/07/2018	28	175	8442.6	107.5	175.0	61%	100%
11	----	30%	30% DE CAUCHO	14/06/2018	12/07/2018	28	175	8293.3	105.6	175.0	60%	100%
12	----	30%	30% DE CAUCHO	14/06/2018	12/07/2018	28	175	8432.3	107.4	175.0	61%	100%

SI CUMPLE	La resistencia de la briqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño o porcentaje correspondiente
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta no es menor en mas de 35 kg/cm ² a la resistencia de diseño, o al porcentaje correspondiente
NO CUMPLE	La resistencia de la briqueta es menor en mas de 35 kg/cm ² a la resistencia de diseño, o al porcentaje correspondiente



LOS RESULTADOS DE ENSAYO SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS PRESENTADAS. NO DEBE REPRODUCIRSE ESTE INFORME, SALVO QUE SE HAGA ÍNTEGRAMENTE Y CON LA APROBACIÓN DE CORPORACIÓN AYAR S.A.C.

CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 Ing. Mijail E. Rozas Gómez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 142088