



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA**

**INFLUENCIA DE ALMOHADILLAS DE NEOPRENO EN PRUEBA DE  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN**

**TUTOR**

**MSC. ING. KLÉBER MOSCOSO RIERA**

**AUTORES**

**WILMER ERNESTO CONTRERAS MAYORGA  
INÉS ELIZABETH ERAZO CASTRO**

**GUAYAQUIL**

**2019**

## **REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS**

**TÍTULO Y SUBTÍTULO:**

Influencia de almohadillas de neopreno en prueba de resistencia a la compresión del hormigón.

**AUTORES/ES:**

Wilmer Ernesto Contreras Mayorga.

Inés Elizabeth Erazo Castro.

**REVISORES O TUTORES:**

Msc. Ing. Moscoso Riera Kléber.

**INSTITUCIÓN:**

Universidad Laica Vicente  
Rocafuerte de Guayaquil

**GRADO OBTENIDO:**

Ingeniero Civil

**FACULTAD:**

Ingeniería, Industria y Construcción

**CARRERA:**

Ingeniería Civil.

**FECHA DE PUBLICACIÓN:**

2019

**N. DE PAGS:**

102

**ÁREAS TEMÁTICAS:** Arquitectura y Construcción

**PALABRAS CLAVE:** Hormigón, Cemento, Control de Calidad, Agua, Arena.

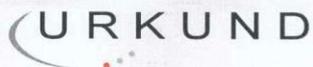
**RESUMEN:**

Las almohadillas de neopreno, al realizar las roturas de cilindros de hormigón es muy importantes que están cumplan las especificaciones establecidas en las normas ya que si se utiliza almohadillas de neoprenos que no estén certificadas pueden variar o influir en la resistencia final, en nuestro proyecto de investigación el cual es establecer o verificar si el

uso de almohadillas de neoprenos no certificadas influyen en la resistencia a compresión se determinó que si existe una variación de un 1.4 tomando este valor como un factor de corrección en la resistencia nominal a los 28 días.

<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b> Contreras Mayorga Wilmer Ernesto Erazo Castro Inés Elizabeth	<b>Teléfono:</b> 0988275891 0989899559	<b>E-mail:</b> wcontrerasm@ulvr.edu.ec ierazoc@ulvr.edu.ec
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	ING. ALEX SALVATIERRA EPINOZA, MSC DECANO  Teléfono 2596500 EXT. 241 DECANTO <a href="mailto:asalvatierrae@ulvr.edu.ec">asalvatierrae@ulvr.edu.ec</a>	

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO



## Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS CONTRERAS ERAZO 2.doc (D55952581)  
Submitted: 23/09/2019 23:34:00  
Submitted By: kmoscosor@ulvr.edu.ec  
Significance: 6 %

### Sources included in the report:

BALLESTEROS TRABAJO DE GRADO FINAL UCSG.doc (D10289547)  
TFT-FINAL-FINAL-URKUND\_Gonzalez\_Valdivieso.pdf (D15652612)  
<https://de.slideshare.net/williamhuachacatorres/ventajas-y-desventajas-en-el-uso-de-azufre-y-almohadillas-de-neopreno>  
<https://www.significados.com/metodologia-de-la-investigacion/>  
[https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Presentaciones/licenciatura\\_en\\_mercadotecnia/fundamentos\\_de\\_metodologia\\_investigacion/PRES39.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES39.pdf)  
<https://www.monografias.com/trabajos14/investigacion/investigacion.shtml>  
<https://psicologiaymente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>  
[http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL\\_LAB\\_DE\\_CONCRETO.pdf](http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRETO.pdf)  
10d5f949-32da-4788-8de1-9c97740365a7  
4a125150-74bd-45eb-a89a-b37220a830b5  
a409c5ca-02db-4789-8485-e9ac815d2791

### Instances where selected sources appear:

26

  
Rafael Moscoso Riquelme  
07 067 60628

## **DECLARACIÓN DE AUDITORIA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

El(Los) estudiante(s) egresado(s) **WILMER ERNESTO CONTRERAS MAYORGA** e **INES ELIZABETH ERAZO CASTRO**, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **Influencia de almohadillas de neopreno en prueba de resistencia a la compresión del hormigón**, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

  
Firma:

WILMER ERNESTO CONTRERAS MAYORGA

C.I.0921976999

  
Firma:

INES ELIZABETH ERAZO CASTRO

C.I.1717695694

## **CERTIFICACION DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación **“INFLUENCIA DE ALMOHADILLAS DE NEOPRENO EN PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE HORMIGÓN”**, nombrado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Administración de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y analizado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **“INFLUENCIA DE ALMOHADILLAS DE NEOPRENO EN PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE HORMIGÓN”**, presentado por las estudiantes: **WILMER ERNESTO CONTRERAS MAYORGA e INES ELIZABETH ERAZO CASTRO** como requisito previo a la aprobación de la investigación para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación

Firma:



MSC. ING. KLEBER MOSCOSO RIERA  
C.I. 0908960628

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradezco a Dios por guiarme y brindarme las fuerzas necesarias para alcanzar la meta trazada que es la obtención de mi título profesional.

Agradezco a mis padres Ernesto Contreras y Nelly Mayorga, a mis hermanos Buanerge Emilio, Glenda María, Edith María, Nery Alberto que ya no está entre nosotros, pero siempre lo llevare en mi corazón, Guido Antonio, Maritza Isabel y a mi hija Yaneth Eloísa por ser cada uno de ellos mi pilar y guía.

Mis agradecimientos al Ing. José Fernando Arce Gerente de División de Hormigón, Ing. Hugo Salmerón por el respaldo brindado y a los Ing. Víctor Burí, Ing. Mabel Gil, Sr. Ider Castillo y el Sr. Cerezo personal del departamento técnico del laboratorio de la empresa Hormigones Hércules por brindarnos desinteresadamente todos sus conocimientos y a todos mis compañeros del área de producción por brindarme su apoyo incondicional.

A mi tutor el Ing. Msc. Kléber Moscoso que supo dar las directrices y encaminar los conocimientos que hemos adquirido a lo largo de la carrera.

Agradezco a mis profesores, en especial al Ing. Msc. Max Almeida por compartir sus conocimientos y ser una guía en cada paso de nuestra carrera.

**Wilmer Ernesto Contreras Mayorga**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a la Narcisa de Jesús por darme la fuerza y perseverancia en el largo camino para llegar hasta la culminación de este proyecto y alcanzar el título profesional.

Agradezco a mi hija la Srta. Yaneth Contreras Erazo por ser mi motor y apoyo incondicional.

Agradezco a la empresa HORMIGONES HERCULES por brindándonos el apoyo y soporte técnico del área de laboratorio.

Agradezco al Ing. Msc. Kléber Moscoso Riera nuestro tutor por su guía en el trayecto de la realización de este proyecto.

Agradezco al Ing. Francisco Córdova por compartir todos sus conocimientos y ser un guía dentro de la carrera, al igual que a mi amigo entrañable el Ing. Francisco Quinde.

Finalmente agradezco a cada una de las personas y profesores que nos ayudaron directa o indirectamente para llevar a cabo este sueño que cuando comencé me parecía inalcanzable.

**Inés Elizabeth Erazo Castro**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis primero a Dios y a la Narcisa de Jesús por no dejarme desmayar.

A mi padre el Sr. Juan Erazo que partió de mi lado, pero su mayor anhelo fue verme convertida en una profesional, a mi madre la Sra. Inés Castro y a mis hermanos Mario, Ana, Humberto, José y Juan por creer en mí.

A mi querida hija Yaneth Eloísa, a mi compañero de aula y compañero de vida mi esposo Wilmer Ernesto por ser mi soporte.

A mis suegros Ernesto, Nelly y a mis cuñados por brindarme su voz de aliento para no claudicar en el trayecto de mi carrera.

**Inés Elizabeth Erazo Castro**

Dedico esta tesis a Dios por darme salud, fuerza día a día para poder culminar este ciclo y estar preparado para nuevos retos.

A mis padres Ernesto Faustino y Nelly Sabina, por creer en mí, darme la oportunidad y con esfuerzo inscribirme en la universidad.

A mis seis hermanos que año a año supieron darme su voz de aliento y palabras de superación para llegar a la meta alcanzada.

A mi querida hija Yaneth Eloísa por ser la inspiración y el motor que me mueve día a día, a mi amada esposa por brindarme sus palabras de aliento en los momentos que más lo necesite para no desistir.

A todos y cada uno de mis sobrinos que son la nueva generación de la familia y ser un ejemplo a seguir por ellos.

**Wilmer Ernesto Contreras Mayorga**

# INDICE GENERAL

PORTADA.....	I
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUDITORIA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES .....	v
CERTIFICACION DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA .....	ix
INDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Tema.....	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
1.3. Formulación del problema. ....	3
1.4. Sistematización de la Investigación. ....	4
1.5. Objetivo General de la Investigación. ....	4
1.6. Objetivos Específicos de la Investigación.....	4
1.7. Justificación de la Investigación. ....	4
1.8. Delimitación del Problema.....	5
1.9. Hipótesis.....	5
1.10. Línea de investigación.....	5
CAPÍTULO II .....	7
2. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Marco Teórico.....	7
2.2. Marco Conceptual. ....	7
2.2.1. Hormigón .....	7
2.2.2. Componentes del hormigón .....	8
2.2.3. Cemento .....	9
2.2.4. Agua de mezcla para el hormigón.....	10
2.2.5. Agregados .....	10
2.2.6. Granulometría .....	10
2.2.7. Aditivo.....	15

2.2.8.	Control de calidad .....	16
2.2.9.	Control de calidad del hormigón .....	16
2.2.10.	Resistencia a compresión .....	20
2.3.	Marco Legal .....	23
CAPÍTULO III .....		30
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	30
3.1.	Metodología de investigación .....	30
3.2.	Tipo de investigación .....	30
3.3.	Enfoque de la investigación .....	30
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	31
3.5.	Población.....	33
3.6.	Muestra.....	34
3.7.	Ensayo de Laboratorio .....	35
3.8.	Ensayo para determinar las características físicas y mecánicas de los agregados finos y gruesos.....	42
3.9.	Diseño de hormigón previo a toma de muestras. ....	47
CAPÍTULO IV .....		49
4.	INFORME FINAL .....	49
CONCLUSIONES .....		68
RECOMENDACIONES .....		70
BIBLIOGRAFÍA.....		72
ANEXOS.....		74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Delimitación de la investigación.....	5
Tabla 2. Límites granulométricos del agregado fino.....	11
Tabla 3. Requisito Granulométrico para Agregados Gruesos.....	13
Tabla 4. Determinación de Modulo de Finura de Agregados.....	14
Tabla 5. Dureza de Almohadillas de Neopreno.....	22
Tabla 6. Ensayo granulométrico del agregado fino.....	43
Tabla 7. Densidad agregado fino.....	44
Tabla 8. Ensayo granulométrico del agregado grueso.....	45
Tabla 9. Densidad agregado grueso.....	46
Tabla 10. Proporciones de mezcla.....	47
Tabla 11. Masa para la mezcla del hormigón.....	48
Tabla 12. Roturas a compresión de cilindros de hormigón.....	51
Tabla 13. Valores de valores mínimos, promedio, valores máximos y desviación estándar de la rotura con almohadillas de neopreno no certificadas.....	55
Tabla 14. Valores de valores mínimos, promedio, valores máximos y desviación estándar de la rotura patrón.....	55
Tabla 15. Valores de valores mínimos, promedio, valores máximos y desviación estándar de la rotura con almohadillas con neopreno certificadas.....	55
Tabla 16. Tabla Student.....	58
Tabla 17. Comprobación de la resistencia de acuerdo con lo que.....	58
Tabla 18. Comprobación de resistencias entre almohadillas certificadas respecto.....	60
Tabla 19. Cálculo de porcentaje de corrección entre las roturas patrón y almohadillas no certificadas.....	62
Tabla 20. Verificación de la norma ASTM C1231 con los valores corregidos en las roturas de las almohadillas no certificadas.....	63
Tabla 21. Cálculo de porcentaje de corrección entre las roturas con almohadillas certificadas y almohadillas no certificadas.....	65
Tabla 22. Comprobación de la norma ASTM C1231 después de multiplicar por el factor de corrección a las roturas de las almohadillas no certificadas.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variación de proporciones usadas en el concreto. ....	9
Figura 2. Cemento Portland .....	9
Figura 3. Condiciones de humedad de los agregados .....	14
Figura 4. Determinación de la Densidad.....	17
Figura 5. Ensayo de Asentamiento.....	18
Figura 6. Contenido de Aire.....	19
Figura 7. Ensayo de Temperatura .....	19
Figura 8. Clasificación D2000 .....	31
Figura 9. Neopreno Estándar.....	32
Figura 10. Neopreno por plancha.....	33
Figura 11. Neoprenos cortados a medida de la norma ASTM C1231.....	33
Figura 12. Recolección de Muestra de Agregado Fino .....	34
Figura 13. Recolección de la Muestra de Agregado Grueso.....	35
Figura 14. Introducción del material grueso en el bifurcador mecánico.....	36
Figura 15. Procedimiento del ensayo granulométrico.....	37
Figura 16. Procedimiento de ensayo granulométrico después de 24 horas.....	37
Figura 17. Procedimiento ensayo de gravedad específica y adsorción de agregados grueso ....	38
Figura 18. Procedimiento ensayo de gravedad específica y adsorción de agregados grueso ....	38
Figura 19. Procedimiento ensayo de gravedad específica y adsorción de agregados grueso ....	39
Figura 20. Cuarteo de la muestra previo al ensayo granulométrico.....	40
Figura 21. Análisis granulométrico y lavado de agregado fino .....	41
Figura 22. Análisis del material saturado superficialmente seco.....	41
Figura 23. Determinación de la gravedad específica .....	42
Figura 24. Curva granulométrica del agregado fino.....	43
Figura 25. Curva granulométrica del agregado grueso. ....	45
Figura 26. Comparación de resistencias a compresión de roturas a 7,14 y 28 días .....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. COTIZACIONES .....	74
Anexo 2. FOTOGRAFIAS: PROCESO DE ELABORACIÓN DE CILINDROS .....	79

## INTRODUCCIÓN

El hormigón desde la antigüedad hasta la actualidad es el material con mayor índice de utilización en la ejecución de estructuras en el mundo, la resistencia, trabajabilidad y durabilidad se puede cumplir a voluntad; se puede realizar un diseño de acuerdo a la demanda del proyecto a ejecutarse y se debe tener un control de calidad para así verificar que el resultado final sea el óptimo.

Desde 1993 se comenzó a utilizar en los ensayos de resistencia a compresión el refrentado con almohadillas de neopreno, estas se colocan dentro del plato retenedor de acero según especificación de la norma ASTM C 1231 establecida para este ensayo, el refrentado con neopreno hace que la carga se disperse axialmente en toda el área de del cilindro que va ser ensayado en la máquina de rotura a compresión.

En el área de la construcción cuando se tiene un problema de baja resistencia por general se presenta retrasos de planillas y la obra en general, esto ocasiona al constructor o al propietario encarecimiento de la misma, para evitar esos problemas se debe utilizar materiales apropiados y estandarizados que indican las normas al realizar el refrentado con almohadillas de neopreno en la rotura a compresión de las probetas.

La finalidad de este proyecto de investigación es realizar cilindros de hormigón, los mismos que serán ensayados con almohadillas de neopreno que estén certificadas y no certificadas bajo la norma (ASTM C1231), se compararán los resultados para obtener así la diferencia que existe en porcentaje con las roturas de probetas de hormigón realizadas.

Se hará la recolección de las muestras de los agregados para realizarles los ensayos respectivos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de cada uno ellos y proceder a hacer el respectivo diseño de hormigón el mismo que utilizaremos

para realizar las muestras de cilindros, se hará aproximadamente 270 para ser ensayados a distintas edades.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar cuál es la influencia de las almohadillas de neoprenos en la rotura de cilindros de hormigón en especial aquellas que no están certificadas por la norma ASTM C1231, se analizará los resultados de las roturas estas serán realizadas con refrentado de mortero de azufre (rotura patrón), almohadillas certificadas y no certificadas.

# CAPÍTULO I

## 1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Tema.

“Influencia de almohadillas de neopreno en pruebas de resistencia a la compresión del hormigón”.

### 1.2. Planteamiento del Problema.

En el campo de la ingeniería civil la resistencia del hormigón es uno de los rubros de cual se presentan inconvenientes en el momento de planillar o aceptar un elemento estructural, por la deficiencia de resistencias al realizar la rotura de cilindros de hormigón y muchas veces esto se puede presentar por diferentes factores entre estos; ensayar con almohadillas de neopreno que no cumplen las especificaciones técnicas establecidas en las normas (ASTM-1231).

Con el uso de almohadillas de neopreno estandarizadas se podrían optimizar recursos ya que se evita que por deficiencias de resistencias se presenten como inconveniente la desaprobación de un elemento estructural y en peores de los casos la demolición o reparación de esta estructura, retrasos en las planillas entre otros, lo antes expuesto puede ocasionarle al propietario de la obra o constructor el encarecimiento de la misma.

En la actualidad los ensayos de calidad de control de hormigón juegan un papel importante en el área de la construcción; ya que, por medio de estos ensayos de roturas de cilindros, se puede determinar la confiabilidad y durabilidad del hormigón y al momento de no dar la resistencia de diseño se suele decir que el hormigón es deficiente, pero por lo general no se corrobora que los equipos y materiales que se ensayaron las muestras cumplan con las especificaciones técnicas.

### 1.3. Formulación del problema.

¿Cómo influyen las almohadillas de neopreno no estandarizadas en la resistencia del hormigón?

#### **1.4. Sistematización de la Investigación.**

¿Cómo cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en las normas y así dar confiabilidad al área de la construcción y fiscalización en el momento de aprobar una obra civil?

¿Cuál es la diferencia de resistencia a los 7,14,28 días de edad utilizando almohadillas de neopreno estandarizadas con respecto a almohadillas no estandarizadas?

¿Cómo direccionar a laboratorios de hormigón, área de construcción y fiscalización la correcta aplicación de las almohadillas de neopreno para realizar las roturas de las probetas de hormigón?

#### **1.5. Objetivo General de la Investigación.**

Comparar la influencia de almohadillas de neopreno en pruebas de resistencia a la compresión del hormigón para la determinación si existe una variación de resistencias en los resultados de roturas finales.

#### **1.6. Objetivos Específicos de la Investigación.**

- Ensayar probetas de hormigón de resistencia a la compresión de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> para comprobación de la influencia de las almohadillas de neopreno.
- Analizar los resultados obtenidos de las roturas de las probetas de hormigón y la comprobación del porcentaje en el que influye las almohadillas de neopreno en la resistencia del hormigón.
- Plantear recomendaciones del correcto uso de las almohadillas de neopreno estandarizadas.

#### **1.7. Justificación de la Investigación.**

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo, para determinar la diferencia de las resistencias en las roturas de probetas de hormigón, mediante el refrentado de almohadillas de neopreno estandarizadas con respecto a almohadillas de neopreno no estandarizadas, usaremos muestras de probetas de hormigón elaboradas con la norma ASTM C-31, se realizará una mezcla patrón de resistencia de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> que se ensayaran a edades de 7,14,28 días que es cuando se determina la resistencia nominal de un hormigón y se analizará los resultados obtenidos.

## 1.8. Delimitación del Problema.

Tabla 1. Delimitación de la investigación

<b>Campo</b>	Educación Superior. Pregrado
<b>Área</b>	Ingeniería Civil.
<b>Aspecto</b>	Investigación experimental.
<b>Espacial</b>	Influencia de almohadillas de neopreno en pruebas de resistencia a la compresión del hormigón.
<b>Espacial</b>	Laboratorio de hormigón de la empresa Hormigones Hércules
<b>Temporal</b>	6 meses

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

## 1.9. Hipótesis.

Se realizará las probetas de hormigón en base de un diseño patrón  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, los mismos que serán elaborados, curados y ensayados en el laboratorio de hormigón de la empresa Hormigones Hércules, los ensayos se realizara con almohadillas de neoprenos certificadas y almohadillas de neoprenos no certificadas cortadas artesanalmente a las edades de 7,14 y 28 días respectivamente.

Para realizar la respectiva comparación de resistencia se realiza 5 muestras de 9 cilindros por cada muestra dando un total de 45 cilindros diarios, se trabajará aproximadamente 6 días para completar un total de 270 cilindros, los mismo que serán ensayados a 7, 14 y 28 días, por cada muestra se va realizar la rotura de un cilindro por las tres maneras de capeado con mortero de azufre, almohadillas de neopreno certificadas y almohadillas de neopreno no certificadas.

Una vez obtenidos los resultados respectivos se procederá a realizar la comparación entre las resistencias a compresión obtenidas y se procede a determinar la diferencia de porcentaje de resistencias entre las roturas.

## 1.10. Línea de investigación.

En este proyecto de investigación se analizará si existe una variación en las resistencias a compresión al usar las almohadillas de neoprenos no certificadas de

acuerdo a la norma ASTM C1231 y al final de la investigación se determinará si se lo puede usar y a su vez si el uso de estas almohadillas varía los resultados determinaremos un factor de corrección en base de los datos obtenidos.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Marco Teórico.**

En este trabajo de investigación se pretende determinar cómo influye en la resistencia del hormigón el uso de almohadillas de neopreno no certificadas y cortadas artesanalmente, además de puntualizar los procedimientos y estándares que debe cumplir las almohadillas de neoprenos para ser utilizada como material de refrentado al realizar la prueba de resistencia a compresión de una probeta de hormigón y así tener resultados de resistencia óptimos.

“La resistencia a compresión se define como la máxima resistencia a la carga axial que puede resistir una probeta de hormigón, está por lo general puede estar expresada en kg/cm<sup>2</sup>, megapascales (MPA) o en libras por pulgadas cuadradas a la edad de 28 días” (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, pág. 8). Se estima que la resistencia a los 7 días es de aproximadamente un 75% de la resistencia nominal, la resistencia a los 14 días se la estima entre 85 – 90 % de la resistencia nominal y a los 28 días el 100% o en un aumento de resistencia en algunos casos de hasta un 5% más.

#### **2.2. Marco Conceptual.**

##### **2.2.1. Hormigón**

El hormigón es un material de construcción de mayor demanda, con una masa volumétrica que varía ( 2200 - 2400 kg/m<sup>3</sup>), ya que lo podemos utilizar en diferentes obras civiles tales como: represas, edificios, calles, urbanizaciones, túneles, puentes, (DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLA DE CONCRETO, 2004) nos dice que “aparte de estas obras que se utilizan hormigón convencional también se puede utilizar hormigones especiales para atender obras que tienen diferentes tipos de necesidades, las cuales varían desde hormigones aislantes (livianos) con una masa volumétrica 240 kg/m<sup>3</sup> hasta el hormigones más pesados con una masa volumétrica de 6000 kg/m<sup>3</sup> que son usados como contrapeso o blindaje contra radiación, debido a su durabilidad, versatilidad , economía”, es por esto que el profesional en el área de la construcción para precautelar que estas condiciones se cumplan, somete al hormigón a diferentes controles de calidad.

(Domínguez) refiere que “el concreto de cemento de Portland se ha convertido en el material de construcción por excelencia, su elaboración consiste en una mezcla de cemento Portland, agua, arena y grava (los dos últimos llamados también agregados fino y grueso). El concreto Portland también se lo conoce como concreto hidráulico, por la propiedad que tiene el cemento portland de reaccionar con el agua de la mezcla convirtiéndose con el tiempo en una piedra artificial. El beneficio obvio de mezclar el cemento y el agua con los agregados consiste en que la pasta (cemento + agua) se encargará de unir o pegar a los agregados para constituir todos juntos una roca artificial.”

### **2.2.2. Componentes del hormigón**

(Staff-Portland Cement Association, pág. 9) señala que “puede considerarse que el concreto está formado por dos componentes; los agregados y la pasta. Los agregados generalmente se clasifican en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos son las arenas naturales o las fabricadas, cuyos granos tienen aproximadamente menos de  $\frac{1}{4}$  de pulgada; los agregados gruesos son los que tienen aproximadamente más un  $\frac{1}{4}$  de pulgada”. (American Concrete Institute, 2011)

“La pasta se compone de materiales cementantes, agua y aire atrapado o aire incluido. La pasta constituye aproximadamente del 25% hasta 40% del volumen total del concreto. En la figura 1 muestra que el volumen absoluto del cemento está normalmente entre 7% y 15% y el volumen del agua está entre 14% y 21 %. El contenido de agua atrapado varía del 4% hasta el 8% del volumen”. (Kosmatka et al., 2004, pág. 1).

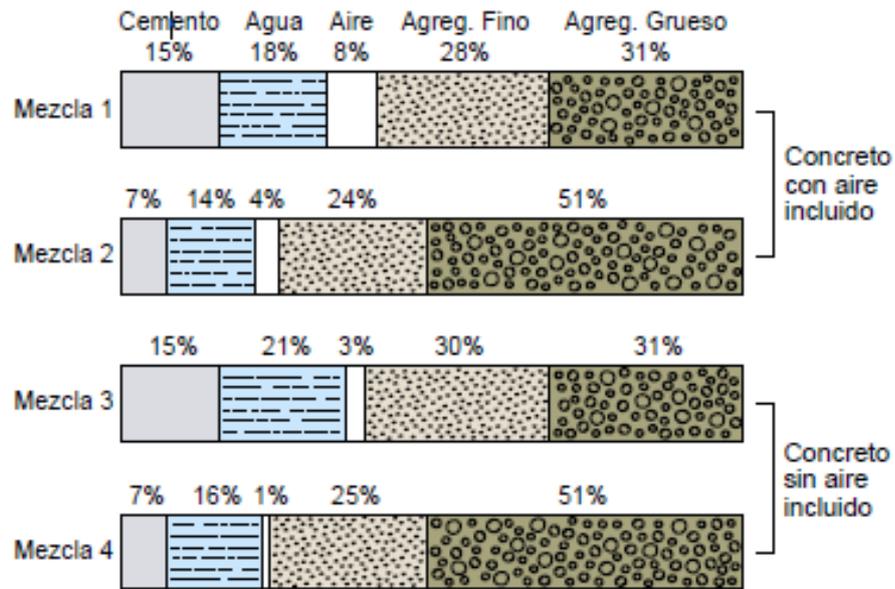


Figura 1. Variación de proporciones usadas en el concreto.  
Fuente: (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004).

### 2.2.3. Cemento

“Es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire” (Riviera, 2013).



Nota: El cemento Portland es un polvo fino que cuando se mezcla con el agua se convierte en un pegamento que mantiene a los agregados unidos en el concreto.

Figura 2. Cemento Portland

Fuente: (Kosmatka et al., 2004).

#### **2.2.4. Agua de mezcla para el hormigón**

Por lo general toda agua que sea potable y no presente fuerte olor y sabor es apta para la mezcla del hormigón, “como regla general el agua que se puede beber es adecuada. El control de la cantidad de agua en la mezcla es la primordial importancia para asegurar la calidad deseada del concreto. El agua tiene dos propósitos: combinarse químicamente con el cemento y proveer la manejabilidad necesaria. La reacción química con el cemento se llama hidratación. Durante la reacción la pasta de cemento genera calor mientras se une con los agregados y se conoce como calor de hidratación” (American Concrete Institute, 2011).

“El cemento y agua producen una pasta que une los agregados entre sí en el concreto endurecido. Mientras más fuerte y menos porosa sea la pasta de cemento, más fuerte y más durable será el concreto. Cualquier cantidad de agua que no se requiera para lograr la manejabilidad simplemente diluye la pasta de cemento debilitándola y haciéndola más porosa” (American Concrete Institute, 2011).

#### **2.2.5. Agregados**

“El agregado constituye aproximadamente del 60% al 75% del volumen total del concreto su selección es muy importante por su influencia en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido. Los agregados deben cumplir con algunas normas para que su uso en ingeniería se optimice: deben ser partículas limpias, duras, resistentes, durables y libres de productos químicos adsorbidos, revestimiento de arcilla u otros materiales en cantidad que puedan afectar la hidratación y la adherencia de la pasta del cemento” (Kosmatka et al., 2004).

#### **2.2.6. Granulometría**

Para determinar la granulometría de un material se toma una muestra representativa del material que se va utilizar para la mezcla de concreto, este material debe estar seco, antes de comenzar este ensayo debemos pesar el material y lo pasaremos por tamices los mismos que van estar ordenados de menor a mayor de manera descendente la pila de tamices se coloca en la máquina tamizadora, una vez terminado este proceso se procederá a pesar y notar los valores del material que se encuentra retenido en cada tamiz. Este procedimiento se lo puede realizar tanto para las arenas como para las gravas.

“La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través del análisis de los tamices, hay muchas razones para que se especifiquen los límites granulométricos y el tamaño máximo nominal de los agregados, bien como la demanda de agua y de cemento, trabajabilidad, confiabilidad, economía, porosidad, contracción (retracción) y durabilidad del concreto” (Kosmatka et al., 2004).

### 2.2.6.1. Granulometría de agregado fino

(Kosmatka et al., 2004) afirma que “la granulometría más deseable para el agregado fino depende del tipo de obra si la mezcla es rica y del tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, o cuando se usa agregados gruesos de pequeñas dimensiones, es conveniente, para que logre una buena trabajabilidad, que la granulometría se aproxime al porcentaje máximo recomendado que pasa por cada tamiz”.

Tabla 2. Límites granulométricos del agregado fino.

Tamiz†		Porcentaje que pasa (en masa)
9.5 mm	(¾ pulg.)	100
4.75 mm	(No. 4)	95 a 100
2.36 mm	(No. 8)	80 a 100
1.18 mm	(No. 16)	50 a 85
600 µm	(No. 30)	25 a 60
300 µm	(No. 50)	10 a 30*
150 µm	(No. 100)	2 a 10**

Nota: (ASTM C 33/AASHTO M6, COVENIN 277, IRAM 1512, Nch 163, NMX-C-111, NTC 174 Y NTP 400.037)

Fuente: (Kosmatka et al., 2004)

(Kosmatka et al., 2004) nos indica que “el módulo de finura (MF) es un índice de finura del agregado cuanto mayor el MF mayor es el agregado. Agregados con granulometría diferente pueden tener el mismo MF. El módulo de finura de los agregados finos es útil para estimar las proporciones de agregados finos en el concreto”.

Ensayos que se realizó al agregado fino antes de hacer la mezcla de concreto con los que se tomó las probetas para ser ensayadas a 7,14 y 28 días respectivamente.

### **2.2.6.2. Agregado grueso**

“La granulometría del agregado grueso con un determinado tamaño máximo puede variar moderadamente dentro de un rango, sin que afecte apreciablemente las demandas de cemento y agua de la mezcla, si las proporciones de agregado fino, con relación a la cantidad total de agregados produce un concreto con buena trabajabilidad” (Kosmatka et al., 2004).

Tabla 3. Requisito Granulométrico para Agregados Gruesos

Número del tamaño	Tamaño nominal, tamices con abertura cuadradas*	Cantidades más finas que cada tamiz de laboratorio, porcentaje que pasa													
		100 mm (4 pulg.)	90 mm (3½ pulg.)	75 mm (3 pulg.)	63 mm (2½ pulg.)	50 mm (2 pulg.)	37.5 mm (1½ pulg.)	25.0 mm (1 pulg.)	19.0 mm (¾ pulg.)	12.5 mm (½ pulg.)	9.5 mm (¾ pulg.)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	
1	90 a 37.5 mm (3½ a 1½ pulg.)	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	
2	63 a 37.5 mm (2½ a 1½ pulg.)	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	
3	50 a 25.0 mm (2 a 1 pulg.)	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	
357	50 a 4.75 mm (2 pulg. a No. 4)	—	—	—	100	95 a 100 <sup>1</sup>	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—	—	
4	37.5 a 19.0 mm (1½ a ¾ pulg.)	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	
467	37.5 a 4.75 mm (1½ pulg. a No. 4)	—	—	—	—	100	95 a 100 <sup>1</sup>	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—	
5†	25.0 a 12.5 mm (1 a ½ pulg.)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—	
56†	25.0 a 9.5 mm (1 a ¾ pulg.)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—	
57	25.0 a 4.75 mm (1 pulg. a No. 4)	—	—	—	—	—	100	95 a 100 <sup>1</sup>	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—	
6†	19.0 a 9.5 mm (¾ a ¾ pulg.)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—	
67	19.0 a 4.75 mm (¾ pulg. a No. 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	25 a 55	0 a 10	0 a 5	—	
7	12.5 a 4.75 mm (½ pulg. a No. 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—	
8	9.5 a 2.36 mm (¾ pulg. a No. 8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100 <sup>1</sup>	10 a 30	0 a 10	0 a 5	

Fuente: (Kosmatka et al., 2004).

Tabla 4. Determinación de Modulo de Finura de Agregados

Tamiz	Porcentaje de la fracción individual retenida, en masa	Porcentaje acumulado que pasa, en masa	Porcentaje retenido acumulado, en masa
9.5 mm (¾ pulg.)	0	100	0
4.75 mm (No. 4)	2	98	2
2.36 mm (No. 8)	13	85	15
1.18 mm (No. 16)	20	65	35
600 µm (No. 30)	20	45	55
300 µm (No. 50)	24	21	79
150 µm (No. 100)	18	3	97
Charola	3	0	—
Total	100		283

Módulo de finura  
= 283 ÷ 100 = 2.83

Fuente: (Kosmatka et al., 2004)

### 2.2.6.3. Absorción

“La absorción y humedad artificial de los agregados deben determinarse, de manera que la proporción de agua en el que el concreto pueda controlarse y puedan determinar los pesos correctos de las mezclas. La estructura interna de las partículas de un agregado está formada por materia sólida y huecos que pueden contener agua o no” (Staff-Portland Cement Association, pág. 34).

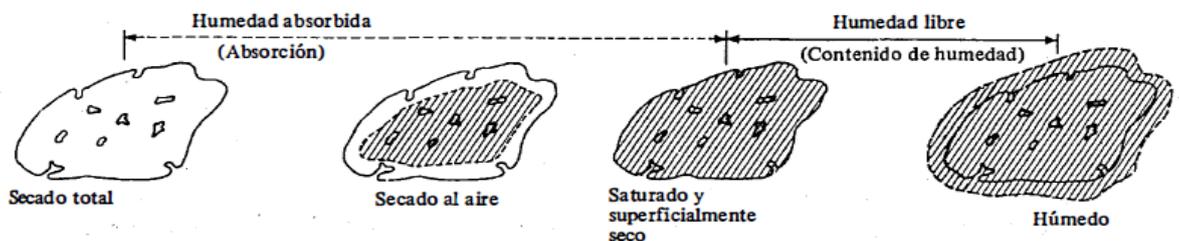


Figura 3. Condiciones de humedad de los agregados  
Fuente: (Neville, pág. 89)

(Rodríguez, pág. 16) nos indica que el porcentaje de absorción se lo obtiene de la siguiente formula:

$$Absorción = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} * 100$$

#### **2.2.6.4. Peso específico**

“El peso específico de un agregado es la relación de su peso al peso de un volumen igual de agua. Se usa en algunos cálculos para el control y proyecto de mezclas: por ejemplo, en la determinación del volumen absoluto ocupado por el agregado. No es una medida de la calidad del agregado. La mayor parte de los agregados de peso normal tienen peso específico comprendido entre 2.4 y 2.9” (Staff-Portland Cement Association, pág. 33).

#### **2.2.7. Aditivo**

(Riviera, 2013) nos menciona que el “aditivo es una sustancia química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como ingrediente de la pasta, del mortero o del concreto y se agrega agua al conjunto antes o durante el proceso de mezclado, con el fin de modificar alguna o algunas de sus propiedades físicas, y de tal forma que el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra o de las necesidades del constructor”.

(Kosmatka et al., 2004) nos menciona que “los aditivos se pueden clasificar según sus funciones, como sigue:

1. Aditivos incorporadores de aire (inclusores de aire)
2. Aditivos reductores de agua
3. Plastificantes (fluidificantes)
4. Aditivos aceleradores (acelerantes)
5. Aditivos retardadores (retardante)
6. Aditivos de control de la hidratación
7. Inhibidores de corrosión
8. Reductores de retracción
9. Inhibidores de reacción alcalina – agregado
10. Aditivos colorantes

11. Aditivos diversos, tales como aditivos para mejorar la trabajabilidad (manejabilidad), para mejorar la adherencia, aprueba de humedad, impermeabilizantes, para lechadas, formadores de gas, anti-deslave, espumantes y auxiliares de bombeo.

“Los aditivos se emplean cada vez en mayor escala en la fabricación de morteros y hormigones, para la elaboración de productos de calidad, en procura de mejorar las características del producto final” (Riviera, 2013).

#### **2.2.8. Control de calidad**

Tanto para contratista así como los dueños ( cliente ) de una obra civil es muy importante que se garantice la calidad de la misma, para esto se debe tomar en cuenta normas y reglamentos a seguir, estos lineamientos están establecidos tanto para los materiales que usamos, así como para el procedimiento que se utiliza para hacer un trabajo determinado, por esto es necesario que dentro de una obra debemos tener personal capacitado y certificado para que realice las respectivas inspecciones sin que esto ocasione el retraso de la obra.

“Una mala calidad significa un cliente insatisfecho. Al cliente le preocupa mucho los problemas detectados y no detectados, Un cliente descontento probablemente nunca tendrá en cuenta al contratista en otro proyecto, lo cual se convierte en un costo oculto de la mala calidad” (Staff-Portland Cement Association, pág. 12).

#### **2.2.9. Control de calidad del hormigón**

(Nistal Cordero, Retana Maqueda, & Ruiz Abrio, 2012) nos dicen que “el ensayo es uno de los principales eslabones dentro de una cadena denominada “control de calidad” y que se podría definir como aquella actividad que permite garantizar que se obtiene la calidad especificada de la forma más económica posible. Garantía que se alcanza, entre otros, con la realización, por ejemplo, de ensayos sobre el hormigón con el fin de asegurar que dicho material cumple con la calidad requerida” (pág. 14).

Para determinar la calidad de una mezcla de concreto y saber que este cumple con las especificaciones y requerimiento de determinado proyecto lo podemos determinar realizando a la mezcla de concreto los ensayos que detallaremos a continuación: asentamiento, densidad, contenido de aire, temperatura, resistencia a compresión.

### 2.2.9.1. Muestreo

Al comenzar una obra civil se debe determinar donde se realizarán las tomas de muestras de las probetas de concreto ya que estos una vez tomados no se podrán movilizar durante 24 horas.

“Se debe enfatizar la importancia de la obtención de muestras realmente representativas del concreto fresco para los ensayos de control. A menos que la muestra sea representativa, los resultados de las pruebas serán engañosos” (Kosmatka et al., pág. 329).

### 2.2.9.2. Densidad

(Kosmatka et al.) nos dice que para realizar este ensayo se requiere una balanza o una báscula con precisión de 0.3% de la muestra provista de la muestra y del recipiente. Por ejemplo, un recipiente con 7 litros (0.25 pies<sup>3</sup>) requiere una balanza con precisión de 50 g. (0.1 lb). Se debe tener cuidado para consolidar el concreto adecuadamente, sea través de golpes, sea través de vibraciones interna. Se debe utilizar una chapa o placa para enrasar la superficie superior del concreto, a fin de que el recipiente esté lleno y con acabado plano y liso (pág. 331).



Figura 4. Determinación de la Densidad  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

### 2.2.9.3. Asentamiento

“El ensayo de asentamiento se lo utiliza para medir la consistencia del concreto, el asentamiento da una indicación de la manejabilidad, plasticidad y capacidad de flujo del concreto. Se utiliza especialmente como indicador de la uniformidad del concreto fresco entre tandas, tal como se recibe en obra” (Staff-Portland Cement Association, pág. 15).



Figura 5. Ensayo de Asentamiento  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

### 2.2.9.4. Contenido de aire

“El concreto con aire incorporado contiene numerosas burbujas microscópicas de aire distribuidas uniformemente y producidas por un aditivo incorporador de aire. El medidor de presión de aire se utiliza para concreto de peso normal y concreto pesado. El contenido de aire se determina sometiendo a la muestra a presión controlada de aire y leyendo el contenido de aire en el indicador” (American Concrete Institute, pág. 15).

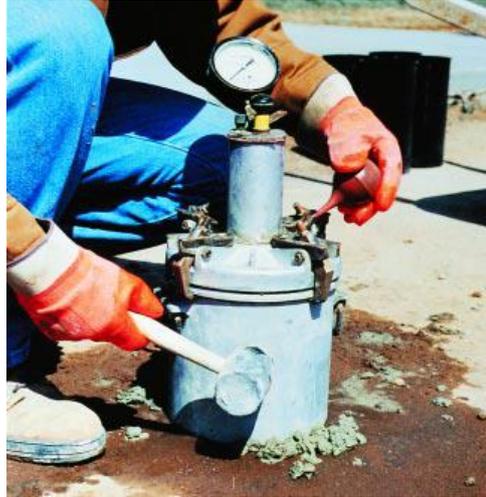


Figura 6. Contenido de Aire  
Fuente: (Kosmatka et al., pág. 332)

#### 2.2.9.5. Temperatura

“La temperatura del concreto tiene una gran influencia sobre las propiedades del concreto fresco como del endurecido, muchas especificaciones limitan la temperatura del concreto fresco. El termómetro debe tener una precisión de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{F}$ ) y debe permanecer en una muestra de concreto, por lo menos, 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice. Un mínimo de 75mm de concreto debe rodear la porción sensitiva del termómetro. La medición de la temperatura (ASTM C 1064), se debe terminar en un periodo de 5 minutos después de la tomada de la muestra” (Kosmatka et al., pág. 331).



Figura 7. Ensayo de Temperatura  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

#### **2.2.9.6. Mezclado**

Para obtener una mezcla homogénea y trabajable se debe mezclar cuidadosamente todos sus componentes hasta que estos queden distribuidos uniformemente. La forma de carga de los componentes de la mezcla dentro de la mezcladora es de vital importancia ya que de esto depende la uniformidad de la mezcla de concreto.

“Si el concreto fue adecuadamente mezclado, las muestras tomadas de las diferentes porciones de las mezclas van a tener esencialmente la misma densidad, contenido de aire, revenimiento (asentamiento) y contenido de agregado grueso” (Kosmatka et al., pág. 218).

Cuando el concreto se prepara en obra con una concretora (Kosmatka et al., 2004) nos dice que “bajo condiciones normales, hasta un 10% del agua de mezcla se debe ubicar en el tambor antes que los materiales sólidos sean adicionados. El agua restante se debe adicionar uniformemente con los materiales sólidos, dejando cerca del 10% para ser añadido después que todos los materiales estén en el tambor”.

#### **2.2.9.7. Curado de hormigón**

“Para obtener un buen concreto, al colado de una mezcla adecuada debe seguir el curado, dentro de un ambiente apropiado, durante las primeras etapas de endurecimiento. El curado es el nombre que se da a los procedimientos utilizados para promover la hidratación del cemento; consiste en un control de temperatura y en el movimiento de humedad, a partir de la superficie, hacia dentro del concreto” (Neville, pág. 219).

#### **2.2.10. Resistencia a compresión**

“Las pruebas de resistencia a la compresión en especímenes tratados de manera normal, las cuales incluyen compactación completa y curado húmedo durante un periodo especificado, arrojando resultados que representan la cualidad potencial del concreto” (Neville, pág. 405).

Para determinar la resistencia a compresión se debe tomar muestra de la mezcla de concreto en probetas metálicas cilíndricas estas pueden ser de 150 mm de diámetro \* 300 mm de altura o de 100mm de diámetro \* 200mm de altura.

Se debe obtener una muestra representativa, previamente a esto las probetas metálicas cilíndricas se deben ubicar en un lugar donde no se moverán en un periodo aproximado de 24 horas después de la fundición este lugar debe estar libre de vibraciones, nivelado debe ser una superficie rígida. La muestra de concreto se tomará no al inicio ni al final de la descarga sino en intermedio, se procederá a llenar las probetas en un tiempo aproximado de 15 minutos después que se tome la muestra.

Las probetas serán llenados en 3 capas de igual volumen, cada capa debe ser varillado 25 veces con una varilla de punta redondeada y lisa una vez terminada los 25 varilladas se golpea de 10 – 12 golpes la probeta metálica con un mazo de goma, la segunda capa se varilla penetrando 1” a la capa anterior y la tercera capa se realiza igual a la segunda capa, al terminar de varillar cada capa se debe dar pequeños golpes en los extremos de la probeta con el mazo de goma, finalmente se procede a enrazar con una llana metálica para darle un acabado en la parte superior de la probeta y se debe poner rótulos o marcar cada probeta para identificarlas ( fecha, obra y resistencia). Una vez transcurrido las 24 horas se procede a desmoldar las probetas y transportarlas al lugar de almacenamiento para realizar el curado inicial.

La resistencia a compresión se la realiza para:

- Comprobación de la resistencia nominal del concreto.
- Realizar el control de calidad del concreto.
- Para determinar en qué tiempo se puede poner en funcionamiento una obra civil.

Se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{Pmax}{A}$$

Donde:

$f'c$  = Resistencia a compresión.

$P_{max}$  = Carga máxima de aplicada

A = Área

### 2.2.10.1. Refrentado

“El cabeceo de mortero de azufre es satisfactorio para concreto con resistencia hasta 100 Mpa, la operación de cabecear es tediosa y potencialmente peligrosa. Por esta razón, se ha hecho diversos intentos para desarrollar remates sin adherencia. Estos están en la forma de un cojín elastómero insertado dentro de un remate metálico rígido restrictivo. Se ha hallado que los cojines de neoprenos dentro de remates de acero son satisfactorios. El cojín tendrá que ajustarse sin holgura dentro del remate cuyo diámetro interno deberá ser aproximadamente 6 mm mayor que el diámetro del cilindro de concreto. Es importante que el cilindro sea concéntrico con el remate” (Neville, pág. 409).

La Norma ASTM 1231 nos indica que “el refrentado con almohadillas de neopreno se la utiliza para el ensayo de comprobación de resistencias especificadas de acuerdo como se muestra en la figura # 11, además esta norma nos establece que las almohadillas de neopreno que tengan fisuras de más 10 mm de espesor estas deben ser reemplazadas para poder continuar con el ensayo de comprobación de resistencia.

Tabla 5. Dureza de Almohadillas de Neopreno

F'c CILINDRO	DUREZA NEOPRENO	ENSAYOS DE CALIFICACIÓN	NÚMERO DE USOS (MÁXIMO)
100 a 400 Kg/cm <sup>2</sup> 1500 a 6000 psi 10 a 40 MPa	50	Ninguno	100
170 a 500 Kg/cm <sup>2</sup> 2500 a 7000 psi 17 a 50 MPa	60	Ninguno	100
280 a 500 Kg/cm <sup>2</sup> 4000 a 7000 psi 28 a 50 MPa	70	Ninguno	100
500 a 800 Kg/cm <sup>2</sup> 7000 a 12000 psi 50 a 85 MPa	70	Requerido	50
> 800 Kg/cm <sup>2</sup> > 12000 psi > 85 MPa		No permitido	

Fuente: NORMA ASTM C1231. (scribd, 2016)

En la Norma ASTM C1231 (scribd, 2016, págs. 4-5), nos indica que “las almohadillas de neopreno hechas de otros materiales elastómerico deben ser calificadas usando los procedimientos que indica la norma ASTM C1231, pero estos resultados deben ser comparados con pruebas semejantes en cilindros capeados que reúnan los requerimientos del método de la Norma ASTM C39 o ASTM C617 y para la aceptación de los resultados no deben ser menores al 98% de la resistencia promedio de los cilindros compañeros ensayados con el método de comprobación escogido.

Para el presente proyecto hemos utilizado el método de ensayo de la Norma ASTM C617 (REFRENTADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO) para la comprobación de la resistencia a compresión de cilindros ensayados con almohadillas de neopreno certificadas, así como la resistencia a compresión de almohadillas de neopreno no certificadas.

### **2.3. Marco Legal**

Las especificaciones o normas de las cuales nos hemos regido para la ejecución, comprobación y determinación de los ensayos pertinentes para la elaboración de la mezcla de concreto, además de la comprobación de su resistencia para el control de calidad respectivo, por esto la presente investigación a tomado en cuenta las siguientes especificaciones o normas:

Norma ASTM D75, “Método De Ensayo Obtención De La Muestra (Agregado Fino Y Agregado Grueso)”, esta norma nos dice “que se deberá obtener en cuando menos tres montos aproximadamente iguales seleccionados al azar de la unidad a ensayar, y combine para formar una muestra de campo cuya masa sea igual o exceda el mínimo recomendado. Se tome de cada monto de un corte transversal de todo el material mientras sea descargado”. (ASTM D75).

Norma ASTM C 702, “Reducción De La Muestra De Los Agregados Fino Método B” esta nos dice que “ debemos colocar el material sobre la lona y lo dividimos en cuatro el material restante hasta que la muestra se haya reducido al

tamaño deseado, se forma un cono sobre la superficie dura y limpia, mezclamos formando un nuevo cono, dividimos en cuatro después de aplanar el cono y se conserva los cuatro lados opuestos ” (ASTM C702).

Norma ASTM C 702, “Reducción De La Muestra De Los Agregados Grueso Método A”. Esta norma nos indica que debemos colocar el material original en la charola y distribuirla uniformemente de un extremo a otro, de tal forma que cuando sea introducida en las aberturas, fluyan cantidades más o menos iguales a través de cada abertura. Se debe introducir el material a una velocidad tal que permita que fluya libremente del canal a las aberturas y los receptáculos inferiores. Se debe colocar el material en los receptáculos cuantas veces sea necesario para reducir la muestra al tamaño especificado para el ensayo deseado”. (ASTM C702).

Norma ASTM C 136, “Análisis Granulométrico De Agregado Fino Y Agregado Grueso”. Esta norma nos explica que “se debe secar la muestra a masa constante a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , se selecciona cribas con aberturas adecuadas para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a someter el ensayo, utilice cribas adicionales según lo desee, o necesarias para proporcionar otra información, como son los coeficientes de finura, o para regular el material en una criba. Se anida las cribas con el fin de disminuir el tamaño de las aberturas de arriba hacia abajo y coloque la muestra en la criba superior. Se agita manualmente las cribas o mediante un dispositivo mecánico durante un tiempo suficiente” (ASTM C136).

Norma ASTM C 127, “Gravedad Específica Y Absorción Del Agregado Grueso”. Esta norma nos dice lo siguiente “se debe secar la muestra de ensayo al horno a masa constante a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ; se la enfría con aire a temperatura ambiente durante un tiempo de 1 a 3 horas para la muestra de tamaño nominal de 1 ½ pulgada, o más tiempo para los tamaños más grande hasta que el agregado se haya enfriado a una temperatura que sea cómoda de manejar y en el caso de que la densidad relativa y la absorción sea utilizada para calcular la proporciones de la mezcla de

concreto en las cuales los agregados deben estar en condiciones naturalmente húmeda, será opcional el requisito del secado del material. Se retira el material del agua y se lo enrolla en un papel absorbente o sobre una toalla grande absorbente hasta eliminar las partículas visibles de agua, se seca las partículas de mayor tamaño individualmente posterior a esto se determina la masa de la muestra de ensayo en las condiciones de saturado superficialmente seca. Después se seca la muestra al horno a temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ". (ASTM C127).

Norma ASTM C 128, "Gravedad Específica Y Absorción Del Agregado Fino". Esta nos dice " que se debe llenar parcialmente el picnómetro con agua  $500 \pm 10\text{g}$ , llene con agua adicional hasta aproximadamente el 90%de su capacidad , ruede invierta y agite manualmente para eliminar las burbujas de aire, agite mecánicamente el picnómetro mediante vibración externa de tal forma que se degrade la muestra, ponga en movimiento y promueva la extracción del aire sin degradación, se ajusta la temperatura del picnómetro y sus contenidos a  $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ , determinamos la masa del picnómetro , el espécimen y el agua. Retiramos el agregado fino del picnómetro, seque al horno a masa constante a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  y por último determinamos la masa del picnómetro lleno a su capacidad calibrada con agua a  $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ". (ASTM C128).

Norma ASTM C172, (INEN 1763) "Muestreo de Concreto Fresco". Esta norma nos dice lo siguiente " La obtención de la muestra entre la primera y la final no debe exceder de 15 min, el transporte de la muestra individual al lugar donde se realizara los ensayos de concreto fresco deben ser combinados y mezcladas nuevamente para asegurar la uniformidad, los ensayos de asentamientos, temperatura y contenido de aire dentro de los 5 min después de la obtención de la muestra compuesta, se debe realizar de forma expedita y los especímenes para ensayos de resistencia 15 min después de fabricar la muestra compuesta" (ASTM C172).

Norma ASTM C31, "Elaboración Y Curado En Obra De Especímenes De Hormigón Para Pruebas De Compresión" esta norma nos dice:

- Colocar el molde sobre una superficie horizontal, rígida, nivelada y libre de vibraciones.

- Tomar una muestra representativa de acuerdo con la norma ASTM C 172.
- Colocar el hormigón en el interior del molde, moviendo el cucharón alrededor del borde del molde para asegurar la distribución del concreto y una segregación mínima mientras se descarga el hormigón.
- Llenar el molde en tres capas de igual volumen. En la última capa, agregar la cantidad de hormigón suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación. Ajustar el sobrante o faltante del hormigón con una porción de mezcla y completar el número de golpes faltante.
- Compactar cada capa con 25 penetraciones de la varilla usando la punta semiesférica, distribuyendo uniformemente las penetraciones.
- Compactar la capa inferior en todo su espesor. Compactar la segunda y tercera capa penetrando 1" en la capa anterior.
- Después de compactar cada capa, golpear los lados del molde ligeramente de 10 a 15 veces con el mazo para liberar las burbujas de aire que pueden quedar atrapadas. Utilice la mano abierta, si se trata de molde de un solo uso los cuales son susceptibles a daños por golpes por el mazo.
- Enrasar el exceso de hormigón con la varilla de compactación si es necesario y si es necesario se le da un acabado con una llana o cuchara. Debe darse el menor número de pasadas para producir una superficie lisa y plana.
- Identificar los especímenes con la información correcta, utilizar un método que altere la superficie del hormigón.
- Emplear el método apropiado para mantener las condiciones de humedad y temperatura especificadas. (ASTM C 31, 2008).

Norma ASTM C 138, "Método de Ensayo Normalizado de Densidad (Peso Unitario), Rendimiento, y Contenido de Aire (Gravimétrico) del Concreto" esta norma nos indica que se debe humedecer el interior del cono, se colocó el cono en una superficie firme, nivelada y plana, se mueve la pala alrededor del perímetro de la abertura, llene la medida en el número de capa requerido, coloque tres capas de aproximadamente igual volumen". (ASTM C 138).

Norma ASTM C 231, “Método De Ensayo Normalizado De Contenido De Aire Del Concreto Recién Mezclado Mediante El Método De Presión”. esta norma nos indica lo siguiente “ se debe varillar capa 25 veces uniformemente con el extremo redondeado de la varilla, hay que tener cuidado de no dañar el fondo del cuenco, se introduce en la capa aproximadamente 25 mm, se debe dar 10 a 15 veces golpes con el mazo para cerrar cualquier hueco que se deje con el varillado, se limpia completamente las bridas o rebordes , se engrapa la tapa en su lugar se obtenga un sello herético a presión, agregamos agua sobre el concreto por medio del tubo, aplique una presión por medio de la pequeña bomba de mano , para liberar restricciones golpee los costados del cuenco y se procede a ver la presión que indica el manómetro”. (ASTM C231).

Norma ASTM C143, “Asentamiento En El Concreto Fresco” este ensayo nos determina que se humedece el molde se coloca en una superficie rígida, plana, nivelada, húmeda, no adsorbente y libre de vibraciones, suficientemente plana se debe realizar la limpieza perimetral, se llena inmediatamente el molde en tres capas , cada una aproximadamente de un tercio del volumen del molde se mueve la pala alrededor del perímetro de la abertura del molde para asegurar una distribución uniforme del concreto. Varillamos cada capa 25 veces sobre la sección transversal, inclinamos la varilla ligeramente y se hace aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro, en espiral hacia el centro atravesando toda su profundidad, penetra a través de la capa que se está compactando por varillado anterior aproximadamente 1 in.” (ASTM C143)

Norma ASTM C 1064, “Temperatura En El Concreto Fresco”, esta norma nos establece que para medir “la temperatura del concreto recién mezclado se debe ubicar en su posición el dispositivo de medición como mínimo de 75 mm dentro del concreto, cierre el hueco con una suave presión del concreto e impedir que la temperatura ambiente afecte la lectura, se deja el dispositivo al menos 2 min, pero no más de 5 min. la lectura se la registra al 0.5°C más cercano. No remueva el dispositivo del concreto cuando este leyendo la temperatura”. (ASTM C1064).

Norma ASTM C 617 “Refrentado De Especímenes Cilíndricos De Concreto”

esta norma nos dice:

- Preparar el mortero de sulfuro por calentamiento a 130°C aproximadamente, chequear la temperatura del sulfuro cada hora. El mortero de sulfuro se puede reusar hasta 5 veces. Cuando se capea cilindros para resistencia a la compresión de 35 Mpa o más, no es permitido reusar el material del capeo.
- Comprobar que el plato del refrentado se encuentre caliente.
- Verificar que el plato de refrentado se encuentre limpio y libre de rugosidades.
- Aceitar ligeramente el plato de refrentado
- Inmediatamente derretido el sulfuro batir antes de colocar en el plato
- Verificar que la cara del espécimen esté libre de grasa, aceites y que no contengan exceso de humedad.
- Formar la capa de refrentado en el cilindro. Se debe reemplazar las capas de posean espacios mayores a 6 mm.
- Chequear que la capa quede correctamente pegada al espécimen y no contengan espacios vacíos. Para el chequeo se puede utilizar una moneda para golpear la cara del espécimen que ha sido golpeada en caso de producirse un sonido hueco, la capa de refrentado deberá ser reemplazado.
- Verificar las condiciones de planeidad de la capa de sulfuro.
- Proteger el espécimen capeado de la rápida evaporación, y las pérdidas de humedad, lo que se puede conseguir en la cámara humedad. (ASTM C617, 2009).

Norma ASTM C 1231, “Uso De Almohadillas De Refrentado En La Determinación Del Esfuerzo De Compresión De Cilindros De Concreto Endurecido” esta norma nos dice que “se debe centrar la capa o capas no adheridas sobre el cilindro y coloque el cilindro en el bloque de carga inferior de la máquina de ensayo, se gire la porción movable suavemente con la mano para que se obtenga un asiento uniforme , antes de que alcance 10% de la resistencia esperada del especímenes revise que el eje del cilindro este vertical. Si la alineación del cilindro no cumple con estos requisitos, libere la carga y revise el cumplimiento de la perpendicularidad” (ASTM C1231).

Adicional esta norma nos dice:

- Examinar los neoprenos o desgaste excesivos.
- Reemplazar el neopreno que presente fisuras que excedan en 10 mm en longitud, sin importar la profundidad.
- Insertar el neopreno en los platos retenedores antes de colocar el cilindro.
- Centrar el cilindro en el neopreno y plato retenedor y ubíquelo en la base de máquina de ensayo, alineando sus ejes cuidadosamente con el bloque base de la máquina.
- Aplicar carga hasta un 10% de la carga de rotura aproximadamente del cilindro y verificar la verticalidad del cilindro en la máquina de ensayo de 3.2 mm en 300 mm. Si no cumple retirar la carga y entrar nuevamente.
- Completar la aplicación de la carga y reporte los resultados de acuerdo a la norma ASTM C39. (ASTM C1231).

Norma ASTM C 39, “Determinación Del Esfuerzo De Compresión En Especímenes Cilíndricos De Concreto” esta norma nos establece que la rotura de cilindros de hormigón “se debe medir la longitud del cilindro y anotar el peso respectivo deben ser hechas tan pronto como sea practicable después de sacarlos del almacenamiento húmedo, deben ser mantenidos húmedos y deben ser ensayados en la condición húmeda. Previo al ensayo del espécimen verifique que el indicador de carga este colocado en cero, alinee cuidadosamente los ejes del espécimen, se aplica la carga continuamente y sin impacto, se registra la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo, y anote el tipo de modelo de fractura” (ASTM C39).

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Metodología de investigación

Fabián Coelho nos dice “que la metodología de investigación es una de las etapas en que se divide la realización de un trabajo. En ella, el investigador o los investigadores deciden el conjunto de técnicas y métodos que emplearan para llevar a cabo las tareas vinculadas a la investigación. De esta manera, la metodología de investigación elegida es la que va a determinar la manera en que el investigador recaba, ordena y analiza los datos obtenidos.” (Coelho, 2019).

#### 3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se aplicó para el presente proyecto es la investigación experimental, según Ruiz Luis J. 2019, nos indica que la investigación experimental está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el tema a investigar y el problema a resolver. (J, 2019). (MIMENZA, 2019), nos dice que la investigación experimental nos permite establecer diferentes hipótesis y contrastarla mediante un método científico.

#### 3.3. Enfoque de la investigación

Para este proyecto de investigación hemos determinado que está basado en un enfoque cualitativo, según (MIMENZA, 2019) cualitativa porque se basa en la obtención de datos en principio no cuantificables, basados en la observación. Aunque ofrece mucha información, los datos obtenidos son subjetivos y pocos controlables y no permiten una explicación clara de los fenómenos. Se centra en aspectos descriptivos. Sin embargo, los datos obtenidos de dicha investigación pueden ser operativizados a posterior con el fin de poder ser analizados, haciendo que la explicación acerca del fenómeno estudiado sea más completa.

(ESCAMILA, 2019) nos dice que para este enfoque existen 5 fases las cuales son las siguientes:

- Lleva a cabo observación y evaluación de fenómenos.

- Establece ideas o suposiciones como consecuencia de la observación y evaluación realizadas.
- Demuestra que las ideas y suposiciones tienen fundamento
- Revisa las suposiciones o ideas sobre la base de pruebas o análisis.
- Propone nuevas observaciones y evaluaciones.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Es el grupo de procedimiento o herramientas que hemos utilizado para llevar a cabo nuestro proyecto de investigación, se ha tomado en cuenta para el mismo una serie de procedimientos técnicos para llegar a la obtención de resultados esperados, para esto hemos establecido los siguientes pasos a seguir:

#### 1.- Selección de los neoprenos certificados.

En este paso se procedió a realizar cotizaciones de diferentes proveedores por vía email y vía telefónica, se les solicito que dichos neoprenos estén certificados según la norma ASTM C 1231 la misma nos establece que estas almohadillas deben ser  $13 \pm 2$  mm de espesor y que el diámetro no debe ser mayor a 2 mm más pequeño que el diámetro interno del anillo retenedor. Las almohadillas deben ser de neopreno y que deben cumplir con los requisitos de clasificación D2000 como sigue:

Shore A Durómetro	Clasificación D 2000 Line Call-Out
50	M2BC514
60	M2BC614
70	M2BC714

Figura 8. Clasificación D2000  
Fuente: (ASTM C1231).

En los anexos se adjuntó las cotizaciones recibidas de Distribuidora Córdova (Guayaquil- Ecuador), Alcón (México), Ele (Quito – Ecuador), Labomat (Bolivia), y Geocontrol (Quito – Ecuador), analizamos los precios de cada uno de ellos y escogimos a Distribuidora Córdova por estar dentro de nuestro presupuesto y porque estaba dentro de la ciudad de Guayaquil.



Figura 9. Neopreno Estándar  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

## 2.- Selección de los neoprenos no certificados.

En este paso se procedió a realizar cotizaciones en diferentes ferreterías, pero en muchas de ellas no tenían en stock estos neoprenos, se encontró en una ferretería de la ciudad de Guayaquil ubicada en Eloy Alfaro y Brasil, se pidió una proforma la misma que se adjunta como anexo # 5, se hizo la comparación de estos neoprenos no certificados que son cortados a medida de los neoprenos certificados, porque se observó que en algunas roturas de cilindros de hormigón eran utilizados como material alternativo, al no tener o haberse acabado las almohadillas certificadas.

Se compró la plancha de neopreno no certificada y procedió a cortarlas según indica la norma ASTM C1231 (al cortarlas se obtuvieron 40 pares de almohadillas no certificadas), ya que en dureza y espesor no se logró lo que establece esta norma, por esto la nombramos como almohadillas de neoprenos no certificadas, y mediante nuestra investigación experimental se podrá determinar si el resultado en la resistencia de roturas de cilindros de hormigón es el mismo o no al utilizar este tipo de almohadillas.



Figura 10. Neopreno por plancha  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)



Figura 11. Neoprenos cortados a medida de la norma ASTM C1231  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

### **3.5. Población.**

La cantidad de cilindros de hormigón que se realizaron fue de 270 cilindros en total, con la resistencia nominal de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, la rotura fueron de 90 cilindros de hormigón los mismo que se rompieron 90 cilindros a 7 días del número total de

cilindros están 30 cilindros cuya rotura se realizó con cabeceo de mortero de azufre, 30 con almohadillas de neopreno certificadas y 30 con almohadillas no certificadas, igual número de cilindros de hormigón se rompieron a 14 días y a 28 días, para todos estos ensayos contamos con la asesoría del personal calificado y certificado del área de control de calidad de la empresa HORMIGONES HERCULES SA., la misma que no prestó sus instalaciones para realizar los analices de la materia prima , realizar los cilindros, curado y roturas de los mismos.

### **3.6. Muestra.**

Se realizo la obtención de la muestra de los agregados para realizar los ensayos respectivos previo a la elaboración del diseño de hormigón.



Figura 12. Recolección de Muestra de Agregado Fino  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)



Figura 13. Recolección de la Muestra de Agregado Grueso  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

### **3.7. Ensayo de Laboratorio**

Una vez obtenida la muestra de agregado fino y agregado grueso procedemos a realizar el análisis respectivo en el laboratorio de la empresa HORMIGONES HERCULES SA. Entre los ensayos que se realizaron son los siguientes:

#### **1. Agregado Grueso.**

Norma ASTM C 702, esta norma establece “Reducción De La Muestra De Los Agregados Grueso Método A”, entre los equipos a utilizar esta:

- Cuchareta.
- Bifurcador mecánico y
- Tara.

Se introduce el material en el bifurcador mecánico uniformemente tantas veces sea necesario para reducir la muestra posterior a esto se procede a colocarla en una tara.



Figura 14. Introducción del material grueso en el bifurcador mecánico  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Una vez que se reduce la muestra cuyo tamaño nominal es 19 mm en el bifurcador mecánico procedemos a lo que nos indica la Norma ASTM C 136, “Análisis Granulométrico De Agregado Grueso”.



Figura 15. Procedimiento del ensayo granulométrico  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Una vez transcurrido las 24 horas se procede a retirar el material del horno y se coloca el material en los tamices y estos se los coloca de manera descendente para posteriormente ponerlos en la tamizadora de manera descendente, se conecta la tamizadora mecánica y se anota los valores del material retenido en cada tamiz.



Figura 16. Procedimiento de ensayo granulométrico después de 24 horas  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Norma ASTM C 127, “Gravedad Específica Y Absorción Del Agregado Grueso” nos indica que “se debe sumergir el material durante 24 horas para llenar los poros, pasadas las 24 horas procedemos a retirar el material del agua, secamos superficialmente las partículas y se lo pesa. Se determina el volumen de la muestra mediante el método de desplazamiento de agua y por último se seca la muestra en el horno para determinar la masa”.



Figura 17. Procedimiento ensayo de gravedad específica y adsorción de agregados grueso  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)



Figura 18. Procedimiento ensayo de gravedad específica y adsorción de agregados grueso  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)



Figura 19. Procedimiento ensayo de gravedad específica y adsorción de agregados grueso  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

## **2. Peso volumétrico suelto y varillado de los agregados fino y gruesos.**

Determinamos los pesos volumétricos suelto en agregados finos y gruesos y lo determinamos de la siguiente manera:

- Pesamos el molde.
- Colocamos el molde en un lugar que este uniforme.
- Llenamos el molde con un cucharon hasta que el material rebose.
- Enrazamos evitando no compactar el material.
- Procedemos a pesar.

Determinamos los pesos volumétricos varillados en agregados finos y gruesos y lo determinamos de la siguiente manera:

- Pesamos el molde.
- Colocamos el molde en un lugar que este uniforme.
- Dividimos el molde en tres partes y procedemos a llenar con un cucharon hasta la primera tercera parte del molde.
- Procedemos a dar 25 varillados de manera uniforme y evitando con el puño de la mano que la varilla no toque el fondo del molde.

- Llenamos la segunda parte al igual que al anterior se le da 25 varillados hasta finalmente se llena totalmente el molde y se procede a enrasar.
- Procedemos a pesar.

### 3. Agregado Fino.

Norma ASTM C 702, esta norma establece “Reducción De La Muestra De Los Agregados Fino Método B”, para lo que corresponde a los agregados fino se recolecto la muestra y se la redujo mediante el método B de la norma antes mencionada. Se deja secar al horno por 24 horas.



Figura 20. Cuarteo de la muestra previo al ensayo granulométrico  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Después de las 24 horas se saca el material del horno se lo pesa y se realiza la granulometría respectiva y se lava el material para determinar la cantidad de material fino contiene y se descanta en los tamices armados teniendo al tamiz N° 200 en la parte inferior este procedimiento se realiza hasta que el agua del lavado salga completamente limpia.



Figura 21. Análisis granulométrico y lavado de agregado fino  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Se determina la densidad y absorción del agregado fino, realizamos el ensayo para determinar si el agregado está saturado superficialmente seco, en una superficie seca y lisa procedemos a llenar el cono luego con el pisón metálico procedemos apisonar con 25 caídas muy suavemente luego a este procedimiento levantamos muy suavemente el cono y si el agregado fino queda en la forma del cono se puede determinar que este húmedo y si se dispersa obtenemos la condición saturada superficialmente seca del agregado.



Figura 22. Análisis del material saturado superficialmente seco.  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Para determinar la densidad del material pesamos 500gr. del agregado fino que tenemos saturado superficialmente seco y se lo coloca dentro del picnómetro y posteriormente se llena con agua aproximadamente 90% de la capacidad del mismo, se agita el picnómetro y se golpea muy suavemente al picnómetro para eliminar el exceso de burbujas posteriormente se llena el picnómetro hasta la marca, luego se procede a pesar.



Figura 23. Determinación de la gravedad específica  
Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Una vez que se realizó el análisis granulométrico y el comportamiento mecánico de cada uno de los agregados que utilizamos en el diseño de hormigón se procedió a realizarlo, para así comenzar a preparar la mezcla que utilizaríamos para hacer los cilindros de hormigón y hacer el análisis respectivo de cómo influye las almohadillas de neoprenos en la rotura a compresión del hormigón.

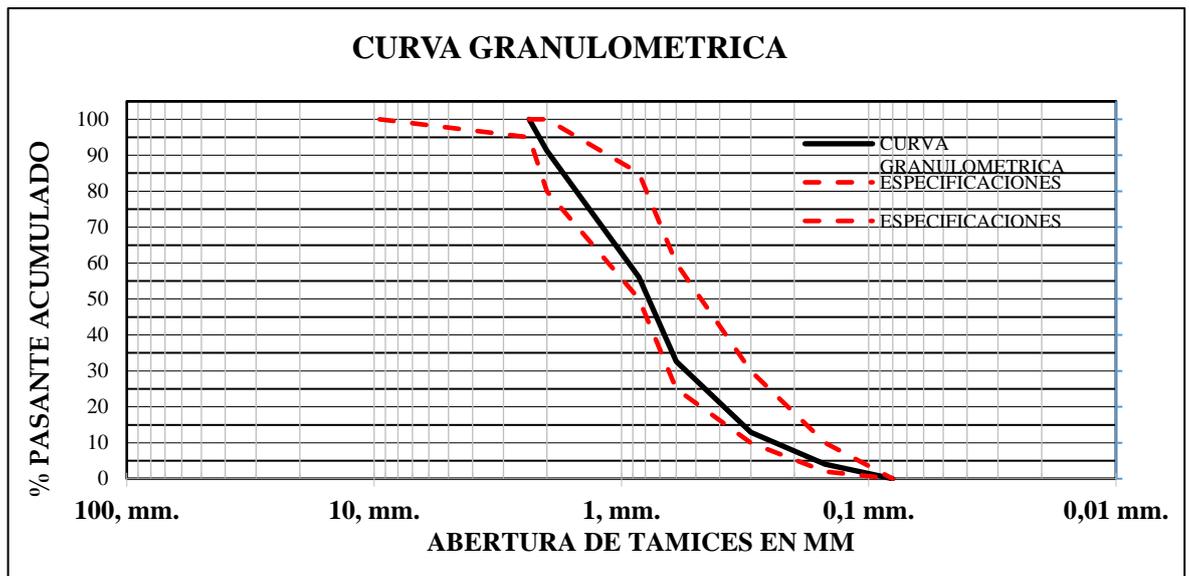
### **3.8. Ensayo para determinar las características físicas y mecánicas de los agregados finos y gruesos.**

- Ensayo granulométrico del agregado fino.

Tabla 6. Ensayo granulométrico del agregado fino.

TAMIZ	#	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	PASANTE ACUMULADO %	ESPECIF
1/2	"					
3/8	"					100
1/4	"					
No.	4				100,00	95 - 100
No.	8	87,00	8,70	8,70	91,30	80 - 100
No.	10					
No.	16	352,00	35,20	43,90	56,10	50 - 85
No.	30	235,00	23,50	67,40	32,60	25 - 60
No.	40					
No.	50	197,00	19,70	87,10	12,90	10 - 30
No.	60					
No.	80					
No.	100	89,00	8,90	96,00	4,00	2 - 10
No.	200	40,00	4,00	100,00	0,00	
<b>FONDO</b>						
<b>TOTAL</b>		1000,00	100,00			

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)



- Densidad (g/cm<sup>3</sup>).

**Tabla 7.** Densidad agregado fino

A	Peso del picnómetro con H <sub>2</sub> O	1201
B	Peso de la muestra SSS	500
C	Peso del picnómetro con la muestra y H <sub>2</sub> O	1516.7
D	Peso de la tara	287.5
E	Peso de la muestra seca + tara	779.9
F	Peso de la muestra seca ( E-D)	492.4

**Elaborado por:** Contreras, W & Erazo, I (2019)

## Calculo

### Densidad aparente

$$Da = \frac{F}{(A+B+C)}$$

$$Da = \frac{492.4}{(1201+500-1516.7)}$$

$$Da = 2.67$$

### Densidad Saturada Superficialmente Seca

$$DSSS = \frac{B}{(A+B-C)}$$

$$DSSS = \frac{500}{(1201+500-1516.7)}$$

$$DSSS = 2.71$$

### % de Absorción

$$\% \text{ Abs.} = \frac{(B-F)*100}{F}$$

$$\% \text{ Abs.} = 1.5 \%$$

• Ensayo granulométrico agregado grueso.

Tabla 8. Ensayo granulométrico del agregado grueso.

TAMIZ	#	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	PASANTE ACUMULADO %	ESPECIF
4	"					
1 1/2	"					
1	"				100,00	100
3/4	"	374,00	12,47	12,47	87,53	90 - 100
1/2	"	910,00	30,33	42,80	57,20	.....
3/8	"	645,00	21,50	64,30	35,70	20 - 55
1/4	"					
No.	4	487,00	16,23	80,54	19,46	0 - 10
No.	8	254,00	8,47	89,00	11,00	0 - 5
No.	10					
No.	16	288,00	9,60	98,60	1,40	
No.	30					
No.	40					
No.	100					
No.	200	42,00	1,40	100,00	0,00	
<b>FONDO</b>						
<b>TOTAL</b>		3000,00	100,00			

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

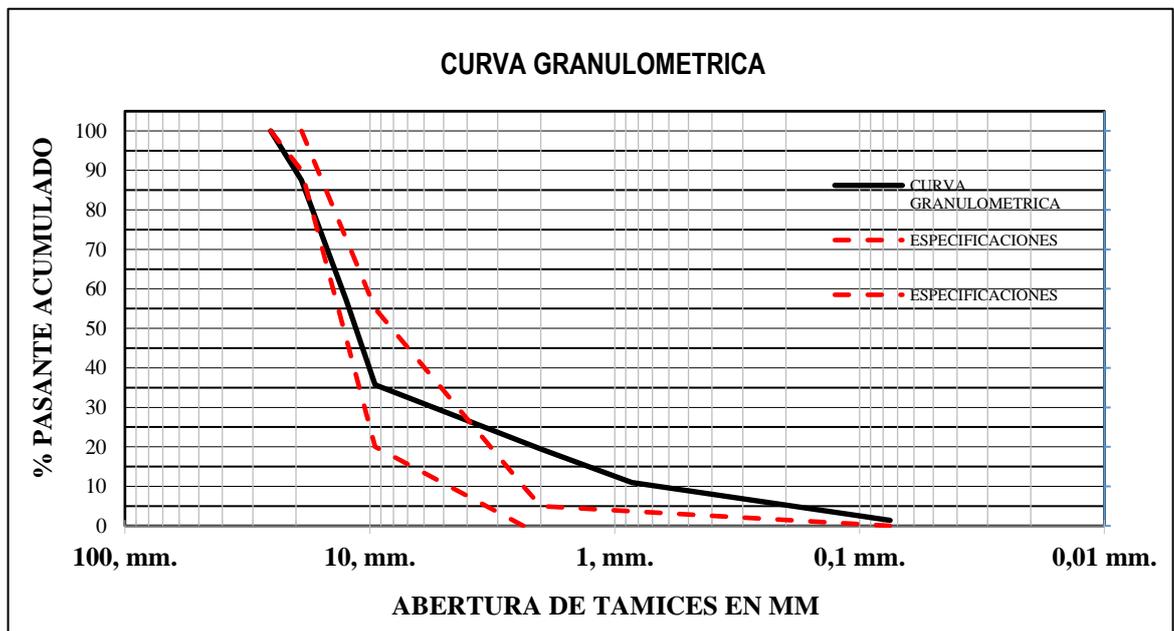


Figura 25. Curva granulométrica del agregado grueso.

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

- Densidad (g/cm<sup>3</sup>).

Tabla 9. Densidad agregado grueso

A	Peso de la canastilla vacía en H <sub>2</sub> O	906
B	Peso de la canastilla vacía en aire	1049.6
C	Peso de la canastilla + material en aire	4115.8
D	Peso de la canastilla + material en H <sub>2</sub> O	2800
E	Peso de la tara	287.9
F	Peso de la muestra secada al horno + tara	3303.7
G	Peso de la muestra seca (F-E)	3019.8
H	Peso de la muestra SSS en aire (C-B)	3066.2
I	Peso de la muestra SSS en H <sub>2</sub> O (D-A)	1894

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

## Cálculo

### Densidad aparente

$$Da = \frac{G}{(H-I)}$$

$$Da = \frac{3019.8}{(3066.2-1894)}$$

$$Da = 2.57$$

### Densidad Saturada Superficialmente Seca

$$DSSS = \frac{H}{(H-I)}$$

$$DSSS = \frac{3066.2}{(3066.2-1894)}$$

$$DSSS = 2.62$$

### % de Absorción

$$\% \text{ Abs.} = \frac{(H-G)*100}{G}$$

$$\% \text{ Abs.} = 1.7 \%$$

### 3.9. Diseño de hormigón previo a toma de muestras.

La mezcla tiene las siguientes proporciones:

Tabla 10. Proporciones de mezcla

Agua	173 kg
Cemento	377 kg
Agregado grueso (seco)	992kg
Agregado fino (seco)	855kg
<b>Masa total</b>	<b>2397 kg</b>
Reductor de agua 2.26kg	

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

#### **HUMEDAD:**

Agregado grueso (0.2% CH) =  $992 * 1.002 = 994$  kg

Agregado fino (6 % CH) =  $855 * 1.06 = 906$  kg

Una vez realizadas los ensayos de humedad es necesario realizar la respectiva corrección de humedad en los agregados.

Agregado grueso  $0.2\% - 2.0\% = -1.8\%$

Agregado fino  $6.0\% - 4.2\% = 1.8\%$

#### **Calculo**

$173 - (992 * -0.018) - (885 * 0.018)$

$173 - (-17.85) - (15.93)$

**174.92 litros.**

**Las cantidades de masa para la mezcla del hormigón son:**

Tabla 11. Masa para la mezcla del hormigón

Agua	175 kg
Cemento	377 kg
Agregado grueso (0.2% CH)	994kg
Agregado fino (6.0% CH)	906kg
<b>TOTAL</b>	<b>2451 kg</b>
Reductor de agua 2.26kg	

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

## **CAPÍTULO IV**

### **4. INFORME FINAL.**

Con datos de los análisis de los materiales se realizó el respectivo diseño de hormigón y se procedió a elaborar los cilindros, se registra los pesos de cada material y se procede con la mezcla, vertiendo primero en la mezcladora (capacidad de 210 lts.) la piedra, arena, cemento, el 80% del agua, el aditivo (reductor de agua) y finalmente el 20% del agua, se dejó mezclar durante 5 minutos.

Se procede a realizar los respectivos ensayos de control de calidad como son: la temperatura del hormigón, asentamiento, extendido, contenido de aire, densidad y los respectivos cilindros, cada uno de los ensayos antes mencionados se realizaron siguiendo las normas que corresponden a cada uno de ellos.

Los cilindros de hormigón una vez elaborados se los identifica con el número que corresponde a cada uno de ellos, tratando de no dañar la superficie de este, para mantener la temperatura adecuada y la humedad del cilindro se lo protegía con un plástico, al día siguiente se procedió a desmoldar para así colocarlos a la piscina y dar el curado respectivo.

En el proyecto de investigación se realizaron muestras de cilindros de hormigón basados en la norma ASTM C 39 y se realizaron las roturas en base de la norma ASTM C 1231 y de acuerdo a lo especificado en esta norma se determinó el análisis de almohadillas no certificadas como material alternativo para realizar las roturas de cilindros de hormigón.

La norma ASTM C1231 nos dice “ las almohadillas de neopreno hechas de otros materiales elastómerico deben ser calificados usando los procedimientos que

indica la norma ASTM C1231, pero estos resultados deben ser comparados con pruebas semejantes en cilindros capeados que reúnan los requerimientos del método de la Norma ASTM C39 o ASTM C617 y para la aceptación de los resultados no deben ser menores al 98% de la resistencia promedio de los cilindros compañeros ensayados con el método de comprobación escogido” (ASTM C1231).

Según lo antes expuesto para el presente proyecto de investigación se comparó estas roturas con capeado de azufre según la norma ASTM C617 y con el cabeceo no adherido de almohadillas de neopreno certificadas, en el siguiente cuadro de la tabla # 1 tenemos roturas patrón ( roturas de cilindros bajo la norma ASTM C617 capeado con azufre), roturas de almohadillas certificadas ( roturas de cilindros bajo la norma ASTM C 1231) y almohadillas no certificadas ( roturas de cilindros que se desea comparar y determinar si sus resultados son aceptables o confiables).

Tabla 12 .Roturas a compresión de cilindros de hormigón

MUESTRA	TIPO DE ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	7 DIA		14 DIA		28 DIA	
			ESFUERZO (MPA)	RESISTENCIA (%)	ESFUERZO (MPA)	RESISTENCIA (%)	ESFUERZO (MPA)	RESISTENCIA (%)
1	PATRON	1/4/2019	22,14	80,65	26,9	98,0	31,4	114,3
2	CERTIFICADO	1/4/2019	22,13	80,62	26,1	95,2	28,0	101,8
3	NO CERTIFICADO	1/4/2019	13,90	50,64	20,7	75,5	21,3	77,6
4	PATRON	1/4/2019	19,29	70,27	24,41	88,93	30,86	112,42
5	CERTIFICADO	1/4/2019	18,89	68,80	23,64	86,13	29,10	106,01
6	NO CERTIFICADO	1/4/2019	13,99	50,98	18,18	66,23	20,48	74,62
7	PATRON	1/4/2019	19,28	70,25	25,33	92,26	30,06	109,49
8	CERTIFICADO	1/4/2019	19,20	69,95	24,93	90,81	29,23	106,49
9	NO CERTIFICADO	1/4/2019	15,39	56,08	19,37	70,55	19,47	70,94
10	PATRON	1/4/2019	22,75	82,86	25,80	93,98	31,03	113,04
11	CERTIFICADO	1/4/2019	22,68	82,64	25,79	93,95	30,22	110,10
12	NO CERTIFICADO	1/4/2019	16,33	59,50	19,86	72,36	24,11	87,82
13	PATRON	1/4/2019	24,06	87,65	26,87	97,87	30,48	111,02
14	CERTIFICADO	1/4/2019	22,91	83,47	23,98	87,37	28,92	105,35
15	NO CERTIFICADO	1/4/2019	17,54	63,88	21,12	76,95	21,56	78,54
16	PATRON	2/4/2019	20,88	76,07	26,26	95,65	32,83	119,59
17	CERTIFICADO	2/4/2019	20,55	74,86	25,48	92,81	29,19	106,34
18	NO CERTIFICADO	2/4/2019	14,35	52,28	16,09	58,63	25,89	94,30
19	PATRON	2/4/2019	21,78	79,35	26,07	94,98	31,75	115,67

20	CERTIFICADO	2/4/2019	20,69	75,36	25,74	93,77	31,64	115,27
21	NO CERTIFICADO	2/4/2019	14,15	51,55	16,63	60,58	24,93	90,81
22	PATRON	2/4/2019	20,96	76,35	27,09	98,68	31,02	112,99
23	CERTIFICADO	2/4/2019	20,16	73,45	26,95	98,18	30,81	112,25
24	NO CERTIFICADO	2/4/2019	13,65	49,73	18,01	65,59	21,03	76,62
25	PATRON	2/4/2019	22,42	81,67	25,38	92,44	32,25	117,48
26	CERTIFICADO	2/4/2019	21,47	78,20	24,36	88,74	30,89	112,53
27	NO CERTIFICADO	2/4/2019	15,01	54,69	19,14	69,71	22,57	82,24
28	PATRON	2/4/2019	21,50	78,32	25,95	94,52	31,60	115,10
29	CERTIFICADO	2/4/2019	21,45	78,14	23,62	86,04	31,32	114,11
30	NO CERTIFICADO	2/4/2019	18,93	68,95	19,37	70,55	23,28	84,81
31	PATRON	3/4/2019	21,86	79,65	27,1	98,7	31,3	114,0
32	CERTIFICADO	3/4/2019	22,23	80,97	25,9	94,3	27,6	100,6
33	NO CERTIFICADO	3/4/2019	13,91	50,69	21,0	76,6	21,7	79,1
34	PATRON	3/4/2019	19,16	69,78	25,00	91,08	31,10	113,28
35	CERTIFICADO	3/4/2019	18,95	69,02	23,77	86,61	29,51	107,49
36	NO CERTIFICADO	3/4/2019	14,39	52,44	18,11	65,99	20,12	73,28
37	PATRON	3/4/2019	19,51	71,07	25,48	92,83	29,76	108,43
38	CERTIFICADO	3/4/2019	19,31	70,33	25,12	91,52	29,04	105,78
39	NO CERTIFICADO	3/4/2019	15,35	55,93	19,33	70,42	19,41	70,72
40	PATRON	3/4/2019	22,92	83,48	26,48	96,46	30,75	112,03
41	CERTIFICADO	3/4/2019	22,70	82,68	26,37	96,06	30,33	110,50
42	NO CERTIFICADO	3/4/2019	15,78	57,48	20,12	73,29	23,96	87,27
43	PATRON	3/4/2019	24,38	88,82	26,80	97,62	30,84	112,33
44	CERTIFICADO	3/4/2019	23,16	84,35	24,14	87,95	29,24	106,53

45	NO CERTIFICADO	3/4/2019	17,61	64,15	21,31	77,64	21,72	79,13
46	PATRON	4/4/2019	21,06	76,73	26,33	95,91	32,87	119,73
47	CERTIFICADO	4/4/2019	20,75	75,58	25,70	93,61	29,48	107,38
48	NO CERTIFICADO	4/4/2019	14,52	52,90	16,06	58,52	26,20	95,45
49	PATRON	4/4/2019	21,33	77,70	26,13	95,18	31,85	116,02
50	CERTIFICADO	4/4/2019	20,96	76,34	26,00	94,72	31,66	115,33
51	NO CERTIFICADO	4/4/2019	14,47	52,73	16,81	61,22	25,37	92,42
52	PATRON	4/4/2019	21,08	76,79	27,49	100,13	31,65	115,31
53	CERTIFICADO	4/4/2019	20,50	74,67	26,92	98,06	31,25	113,85
54	NO CERTIFICADO	4/4/2019	13,84	50,42	18,33	66,76	21,13	76,97
55	PATRON	4/4/2019	22,49	81,94	25,47	92,80	32,32	117,72
56	CERTIFICADO	4/4/2019	21,87	79,67	24,54	89,40	31,07	113,19
57	NO CERTIFICADO	4/4/2019	15,30	55,74	19,22	70,03	22,91	83,45
58	PATRON	4/4/2019	21,58	78,60	26,21	95,50	32,06	116,78
59	CERTIFICADO	4/4/2019	21,56	78,53	23,76	86,56	32,07	116,82
60	NO CERTIFICADO	4/4/2019	19,27	70,21	19,51	71,09	23,51	85,63
61	PATRON	5/4/2019	22,14	80,63	27,1	98,9	31,1	113,2
62	CERTIFICADO	5/4/2019	22,23	80,99	26,1	95,2	28,2	102,8
63	NO CERTIFICADO	5/4/2019	13,87	50,54	20,9	76,2	21,3	77,6
64	PATRON	5/4/2019	19,32	70,38	24,52	89,30	30,82	112,27
65	CERTIFICADO	5/4/2019	18,64	67,90	23,77	86,58	29,20	106,37
66	NO CERTIFICADO	5/4/2019	13,75	50,09	18,28	66,60	20,59	75,00
67	PATRON	5/4/2019	19,32	70,38	25,45	92,71	29,97	109,18
68	CERTIFICADO	5/4/2019	19,22	70,00	24,60	89,62	29,32	106,82
69	NO CERTIFICADO	5/4/2019	15,39	56,05	19,37	70,56	19,50	71,03

70	PATRON	5/4/2019	22,74	82,84	26,33	95,90	31,17	113,54
71	CERTIFICADO	5/4/2019	22,89	83,39	25,96	94,58	30,50	111,10
72	NO CERTIFICADO	5/4/2019	16,14	58,78	19,93	72,59	24,48	89,17
73	PATRON	5/4/2019	23,97	87,33	26,82	97,69	30,87	112,44
74	CERTIFICADO	5/4/2019	23,31	84,90	24,22	88,23	28,81	104,95
75	NO CERTIFICADO	5/4/2019	17,69	64,43	21,19	77,19	21,47	78,22
76	PATRON	6/4/2019	20,99	76,46	26,30	95,82	32,87	119,74
77	CERTIFICADO	6/4/2019	20,89	76,11	25,61	93,30	29,33	106,84
78	NO CERTIFICADO	6/4/2019	14,50	52,83	16,18	58,95	25,93	94,45
79	PATRON	6/4/2019	21,76	79,27	26,16	95,29	31,59	115,08
80	CERTIFICADO	6/4/2019	20,69	75,37	25,96	94,59	31,79	115,80
81	NO CERTIFICADO	6/4/2019	14,33	52,20	16,83	61,31	25,09	91,39
82	PATRON	6/4/2019	21,05	76,69	27,13	98,85	31,48	114,67
83	CERTIFICADO	6/4/2019	20,51	74,71	27,07	98,63	31,30	114,01
84	NO CERTIFICADO	6/4/2019	13,85	50,44	18,10	65,94	21,11	76,89
85	PATRON	6/4/2019	22,48	81,88	25,33	92,27	32,30	117,67
86	CERTIFICADO	6/4/2019	21,96	80,01	25,26	92,01	31,01	112,97
87	NO CERTIFICADO	6/4/2019	15,22	55,45	19,44	70,83	22,81	83,09
88	PATRON	6/4/2019	21,73	79,17	26,09	95,03	31,73	115,60
89	CERTIFICADO	6/4/2019	21,59	78,63	23,99	87,38	31,66	115,33
90	NO CERTIFICADO	6/4/2019	19,09	69,53	19,51	71,08	23,30	84,89

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Tabla 13. Valores de valores mínimos, promedio, valores máximos y desviación estándar de la rotura con almohadillas de neopreno no certificadas.

Resistencia al día	Mínimo (Mpa)	Promedio (Mpa)	Máximo (Mpa)	Desviación estándar (Mpa)
7	13,65	15,38	19,27	1,70
14	16,06	18,94	21,31	1,59
28	19,41	22,54	26,20	2,05

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Tabla 14. Valores de valores mínimos, promedio, valores máximos y desviación estándar de la rotura patrón.

Resistencia al día	Mínimo (Mpa)	Promedio (Mpa)	Máximo (Mpa)	Desviación estándar (Mpa)
7	19,16	21,53	24,38	1,44
14	24,41	26,13	27,49	0,79
28	29,76	31,39	32,87	0,82

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Tabla 15. Valores de valores mínimos, promedio, valores máximos y desviación estándar de la rotura con almohadillas con neopreno certificadas.

Resistencia al día	Mínimo (Mpa)	Promedio (Mpa)	Máximo (Mpa)	Desviación estándar (Mpa)
7	18,64	21,13	23,31	1,37
14	23,62	25,18	27,07	1,08
28	27,63	30,06	32,07	1,26

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

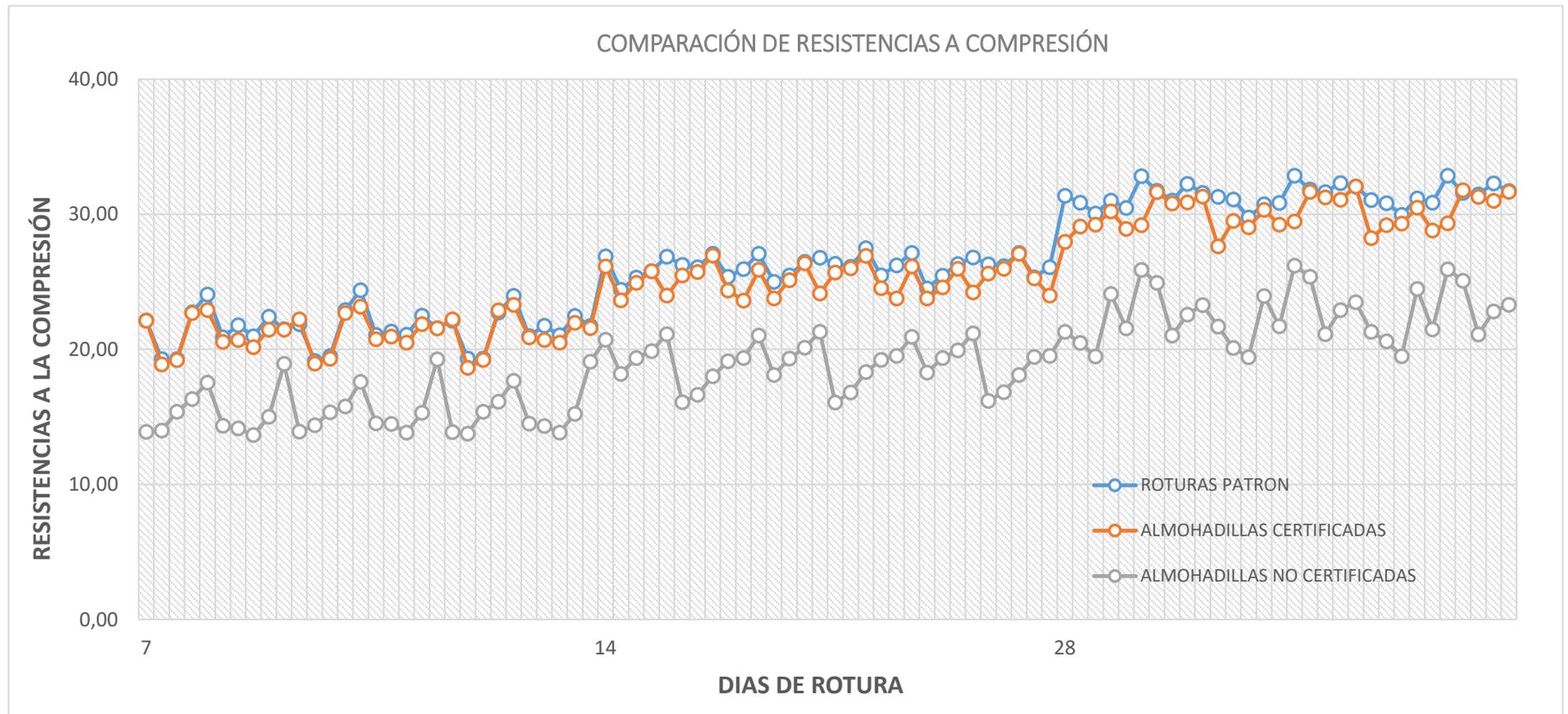


Figura 26. Comparación de resistencias a compresión de roturas a 7,14 y 28 días  
 Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Obtenidos los resultados de roturas se procedió a realizar la comprobación de las diferencias entre las resistencias por medio de los porcentajes a los veintiocho días se pudo observar y comprobar que existía gran diferencia entre las resistencias patrón y almohadillas no certificadas, igualmente ocurrió entre las almohadillas certificadas y las almohadillas no certificadas.

Se realizó el cálculo de verificación de resistencia de acuerdo a lo que nos indica la norma ASTM C1231 antes mencionada, para comprobar o verificar que las almohadillas no certificadas que hemos escogido como material alternativo la podemos utilizar, pero de acuerdo al cálculo obtenido sin que se utilice un factor de corrección no es posible el uso de estas, ya que la variación de resistencias entre la rotura patrón y la rotura con almohadillas no certificadas excede el 2% de diferencia de resistencias que debe haber entre ellas, tal como se muestra en la tabla #2.

$X_p$  = esfuerzo promedio de almohadillas de neopreno no certificadas.

$X_s$  = esfuerzo promedio de rotura patrón (cabeceo con mortero de azufre)

$S_d$  = desviación estándar de la diferencia

$n$  = número de cilindros

$t_{0.05}$  = t-student en  $\alpha=0.05$  para valores  $n$ .

Tabla 16. Tabla Student

$t_n$	$t_{0,55}$	$t_{0,60}$	$t_{0,70}$	$t_{0,80}$	$t_{0,90}$	$t_{0,95}$	$t_{0,975}$	$t_{0,99}$	$t_{0,995}$
1	0,1584	0,3249	0,7265	1,3764	3,0777	6,3138	12,7062	31,8205	63,6567
2	0,1421	0,2887	0,6172	1,0607	1,8856	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248
3	0,1366	0,2767	0,5844	0,9785	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409
4	0,1338	0,2707	0,5686	0,9410	1,5332	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041
5	0,1322	0,2672	0,5594	0,9195	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321
6	0,1311	0,2648	0,5534	0,9057	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074
7	0,1303	0,2632	0,5491	0,8960	1,4149	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995
8	0,1297	0,2619	0,5459	0,8889	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554
9	0,1293	0,2610	0,5435	0,8834	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498
10	0,1289	0,2602	0,5415	0,8791	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693
11	0,1286	0,2596	0,5399	0,8755	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058
12	0,1283	0,2590	0,5386	0,8726	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545
13	0,1281	0,2586	0,5375	0,8702	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123
14	0,1280	0,2582	0,5366	0,8681	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768
15	0,1278	0,2579	0,5357	0,8662	1,3406	1,7531	2,1314	2,6025	2,9467
16	0,1277	0,2576	0,5350	0,8647	1,3368	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208
17	0,1276	0,2573	0,5344	0,8633	1,3334	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982
18	0,1274	0,2571	0,5338	0,8620	1,3304	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784
19	0,1274	0,2569	0,5333	0,8610	1,3277	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609
20	0,1273	0,2567	0,5329	0,8600	1,3253	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453
21	0,1272	0,2566	0,5325	0,8591	1,3232	1,7207	2,0796	2,5176	2,8314
22	0,1271	0,2564	0,5321	0,8583	1,3212	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188
23	0,1271	0,2563	0,5317	0,8575	1,3195	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073
24	0,1270	0,2562	0,5314	0,8569	1,3178	1,7109	2,0639	2,4922	2,7969
25	0,1269	0,2561	0,5312	0,8562	1,3163	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874
26	0,1269	0,2560	0,5309	0,8557	1,3150	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787
27	0,1268	0,2559	0,5306	0,8551	1,3137	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707
28	0,1268	0,2558	0,5304	0,8546	1,3125	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633
29	0,1268	0,2557	0,5302	0,8542	1,3114	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564
30	0,1267	0,2556	0,5300	0,8538	1,3104	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500

Fuente: (baalkara, 2019).

Tabla 17. Comprobación de la resistencia de acuerdo con lo que indica la norma ASTM C1231.

CILINDROS	ALMOHADILLAS NO CERTIFICADAS		
	PATRON		DIFERENCIA
	Mpa	Mpa	Mpa
1	31,4	21,3	-10,07
2	30,86	20,48	-10,38
3	30,06	19,47	-10,58
4	31,03	24,11	-6,92
5	30,48	21,56	-8,92
6	32,83	25,89	-6,94
7	31,75	24,93	-6,82
8	31,02	21,03	-9,98
9	32,25	22,57	-9,67
10	31,60	23,28	-8,32
11	31,3	21,7	-9,60
12	31,10	20,12	-10,98
13	29,76	19,41	-10,35
14	30,75	23,96	-6,80
15	30,84	21,72	-9,11
16	32,87	26,20	-6,67
17	31,85	25,37	-6,48

18	31,65	21,13	-10,52
19	32,32	22,91	-9,41
20	32,06	23,51	-8,55
21	31,1	21,3	-9,77
22	30,82	20,59	-10,23
23	29,97	19,50	-10,47
24	31,17	24,48	-6,69
25	30,87	21,47	-9,39
26	32,87	25,93	-6,94
27	31,59	25,09	-6,50
28	31,48	21,11	-10,37
29	32,30	22,81	-9,49
30	31,73	23,30	-8,43
$\Sigma$	<b>941,60</b>	<b>676,22</b>	
<b>PROMEDIO</b>	<b>31,39</b>	<b>22,54</b>	<b>-8,85</b>
		<b>Sd.</b>	<b>1,53</b>

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

$$X_p \geq 0,98 X_s + t_{0,05} * S_d / \sqrt{n}$$

$$568,08 \geq (0,98)(941,60) + (1,697)(0,392)$$

$$568,08 \geq 923,16 \quad \text{NO CUMPLE} \quad \text{Ecuación 1}$$

Adicional se hizo la verificación de resistencia comparando las roturas con almohadillas de neopreno certificadas según nos establece la norma ASTM C1231 con respecto a las roturas que se realizaron con las almohadillas no certificadas y según el cálculo que se realizó no cumplen con el porcentaje de diferencia que hay entre ella, para poder usar las almohadillas de neopreno no certificadas debe usarse un factor de corrección, tal como se indicó anteriormente.

Tabla 18. Comprobación de resistencias entre almohadillas certificadas respecto almohadillas no certificadas.

CILINDROS	ALMOHADILLAS CERTIFICADAS	ALMOHADILLAS NO CERTIFICADAS	DIFERENCIA
	Mpa	Mpa	Mpa
1	28,0	21,3	-6,66
2	29,10	20,48	-8,62
3	29,23	19,47	-9,76
4	30,22	24,11	-6,11
5	28,92	21,56	-7,36
6	29,19	25,89	-3,30
7	31,64	24,93	-6,72
8	30,81	21,03	-9,78
9	30,89	22,57	-8,32
10	31,32	23,28	-8,04
11	27,6	21,7	-5,93
12	29,51	20,12	-9,39
13	29,04	19,41	-9,62
14	30,33	23,96	-6,38
15	29,24	21,72	-7,52
16	29,48	26,20	-3,27
17	31,66	25,37	-6,29
18	31,25	21,13	-10,12
19	31,07	22,91	-8,16
20	32,07	23,51	-8,56
21	28,2	21,3	-6,93
22	29,20	20,59	-8,61
23	29,32	19,50	-9,83
24	30,50	24,48	-6,02
25	28,81	21,47	-7,34
26	29,33	25,93	-3,40
27	31,79	25,09	-6,70
28	31,30	21,11	-10,19
29	31,01	22,81	-8,20
30	31,66	23,30	-8,35
$\Sigma$	<b>901,71</b>	<b>676,22</b>	
<b>PROMEDIO</b>	<b>30,06</b>	<b>22,54</b>	<b>-7,52</b>
		<b>Sd.</b>	<b>1,93</b>

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019).

$$X_p \geq 0,98 X_s + t_{0,05} * S_d / \sqrt{n}$$

$$568,08 \geq (0,98)(901,71) + (1,697)(0,43)$$

$$568,08 \geq 884,40 \quad \text{NO CUMPLE} \quad \text{Ecuación 2}$$

$X_p$  = esfuerzo promedio de almohadillas de neopreno no certificadas

$X_s$  = esfuerzo promedio de rotura con almohadillas certificadas

$S_d$  = desviación estándar de la diferencia

$n$  = número de cilindros

$t_{0.05}$  = t-student en  $\alpha=0.05$  para valores  $n$ . (Tabla # 16)

De acuerdo con los resultados de rotura a compresión de los cilindros de hormigón y la verificación de resistencia que se realizó en la ecuación # 1 y ecuación # 2 las roturas a compresión realizadas con las almohadillas no certificadas NO CUMPLEN, por esto se procedió a realizar la sumatoria de las resistencias a compresión obtenidas a 28 días, así determinar el factor de corrección que se utilizara para que se puedan utilizar las almohadillas no certificadas.

$$PC = \frac{\Sigma \text{patrón}}{\Sigma \text{almohadillas no certificadas}}$$

$$PC = \frac{31.39 \text{Mpa}}{22.54 \text{Mpa}}$$

$$PC = 1.4 \quad \text{Ecuación 3}$$

PC = Porcentaje de corrección.

Tabla 19. Cálculo de porcentaje de corrección entre las roturas patrón y almohadillas no certificadas.

ROTURAS PATRON		ALMOHADILLAS NO CERTIFICADAS			
DIA	RESISTENCIA	DIA	RESISTENCIA	PORCENTAJE - CORRECCION	RESISTENCIA CORREGIDA
	31,4		21,3	1,4	29,82
	30,86		20,48	1,4	28,68
	30,06		19,47	1,4	27,26
	31,03		24,11	1,4	33,75
	30,48		21,56	1,4	30,18
	32,83		25,89	1,4	36,24
	31,75		24,93	1,4	34,90
	31,02		21,03	1,4	29,45
	32,25		22,57	1,4	31,60
	31,60		23,28	1,4	32,59
	31,3		21,7	1,4	30,38
	31,10		20,12	1,4	28,16
	29,76		19,41	1,4	27,18
	30,75		23,96	1,4	33,54
	30,84		21,72	1,4	30,41
28	32,87	28	26,20	1,4	36,68
	31,85		25,37	1,4	35,52
	31,65		21,13	1,4	29,58
	32,32		22,91	1,4	32,07
	32,06		23,51	1,4	32,91
	31,1		21,3	1,4	29,82
	30,82		20,59	1,4	28,82
	29,97		19,50	1,4	27,30
	31,17		24,48	1,4	34,27
	30,87		21,47	1,4	30,06
	32,87		25,93	1,4	36,30
	31,59		25,09	1,4	35,12
	31,48		21,11	1,4	29,55
	32,30		22,81	1,4	31,93
	31,73		23,30	1,4	32,62
	<b>941,6</b>		<b>676,2</b>		
	<b>31,39</b>		<b>22,54</b>		

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Tabla 20. Verificación de la norma ASTM C1231 con los valores corregidos en las roturas de las almohadillas no certificadas.

CILINDROS	PATRON	RESISTENCIA CORREGIDA DE LAS ALMOHADILLAS NO CERTIFICADAS	DIFERENCIA
	Mpa	Mpa	Mpa
1	31,4	29,8	-1,55
2	30,86	28,7	-2,18
3	30,06	27,3	-2,79
4	31,03	33,8	2,72
5	30,48	30,2	-0,29
6	32,83	36,2	3,41
7	31,75	34,9	3,15
8	31,02	29,4	-1,57
9	32,25	31,6	-0,64
10	31,60	32,6	1,00
11	31,3	30,4	-0,92
12	31,10	28,2	-2,93
13	29,76	27,2	-2,58
14	30,75	33,5	2,79
15	30,84	30,4	-0,42
16	32,87	36,7	3,82
17	31,85	35,5	3,67
18	31,65	29,6	-2,07
19	32,32	32,1	-0,25
20	32,06	32,9	0,85
21	31,1	29,8	-1,25
22	30,82	28,8	-2,00
23	29,97	27,3	-2,67
24	31,17	34,3	3,10
25	30,87	30,1	-0,81
26	32,87	36,3	3,43
27	31,59	35,1	3,53
28	31,48	29,5	-1,93
29	32,30	31,9	-0,37
30	31,73	32,6	0,89
	<b>941,60</b>	<b>946,70</b>	
	<b>31,39</b>	<b>31,56</b>	<b>0,17</b>
		<b>Sd.</b>	<b>2,32</b>

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

$$X_p \geq 0,98 X_s + t_{0,05} * S_d / \sqrt{n}$$

$$946,70 \geq (0,98)(941,60) + (1,697)(0,392)$$

$$946,70 \geq 923,191 \text{ CUMPLE}$$

*Ecuación 4*

$X_p$  = esfuerzo promedio de almohadillas de neopreno no certificadas.

$X_s$  = esfuerzo promedio de rotura patrón (cabeceo con mortero de azufre)

$S_d$  = desviación estándar de la diferencia

$n$  = número de cilindros

$t_{0.05}$  = t-student en  $\alpha=0.05$  para valores  $n$ . (Tabla # 16).

$$PC = \frac{\sum \text{almohadillas certificadas}}{\sum \text{almohadillas no certificadas}}$$

$$PC = \frac{30.06 \text{ Mpa}}{22.54 \text{ Mpa}}$$

$$PC = 1.33$$

*Ecuación 5*

PC = Porcentaje de corrección.

Tabla 21. Cálculo de porcentaje de corrección entre las roturas con almohadillas certificadas y almohadillas no certificadas.

<b>ROTURAS ALMOHADILLAS CERTIFICADAS</b>		<b>ALMOHADILLAS NO CERTIFICADAS</b>			
<b>DIA</b>	<b>RESISTENCIA</b>	<b>DIA</b>	<b>RESISTENCIA</b>	<b>PORCENTAJE - CORRECCION</b>	<b>RESISTENCIA CORREGIDA</b>
28	28,0	28	21,3	1,33	28,33
	29,10		20,48	1,33	27,24
	29,23		19,47	1,33	25,90
	30,22		24,11	1,33	32,06
	28,92		21,56	1,33	28,67
	29,19		25,89	1,33	34,43
	31,64		24,93	1,33	33,15
	30,81		21,03	1,33	27,97
	30,89		22,57	1,33	30,02
	31,32		23,28	1,33	30,96
	27,6		21,7	1,33	28,86
	29,51		20,12	1,33	26,75
	29,04		19,41	1,33	25,82
	30,33		23,96	1,33	31,86
	29,24		21,72	1,33	28,89
	29,48		26,20	1,33	34,85
	31,66		25,37	1,33	33,74
	31,25		21,13	1,33	28,10
	31,07		22,91	1,33	30,47
	32,07		23,51	1,33	31,26
	28,2		21,3	1,33	28,33
	29,20		20,59	1,33	27,38
	29,32		19,50	1,33	25,93
	30,50		24,48	1,33	32,56
	28,81		21,47	1,33	28,56
	29,33		25,93	1,33	34,48

	31,79		25,09	1,33	33,37
	31,30		21,11	1,33	28,07
	31,01		22,81	1,33	30,33
	31,66		23,30	1,33	30,99
	901,7		676,2		
$\Sigma =$	<b>30,06</b>	$\Sigma =$	<b>22,54</b>		

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

Tabla 22. Comprobación de la norma ASTM C1231 después de multiplicar por el factor de corrección a las roturas de las almohadillas no certificadas.

CILINDROS	ALMOHADILLAS CERTIFICADAS	RESISTENCIA CORREGIDA DE LAS ALMOHADILLAS NO CERTIFICADAS	DIFERENCIA
	Mpa	Mpa	Mpa
1	28,0	28,33	0,37
2	29,10	27,24	-1,86
3	29,23	25,90	-3,33
4	30,22	32,06	1,84
5	28,92	28,67	-0,25
6	29,19	34,43	5,24
7	31,64	33,15	1,51
8	30,81	27,97	-2,84
9	30,89	30,02	-0,87
10	31,32	30,96	-0,36
11	27,6	28,86	1,23
12	29,51	26,75	-2,75
13	29,04	25,82	-3,22
14	30,33	31,86	1,53
15	29,24	28,89	-0,35
16	29,48	34,85	5,37
17	31,66	33,74	2,09
18	31,25	28,10	-3,15

19	31,07	30,47	-0,61
20	32,07	31,26	-0,80
21	28,2	28,33	0,10
22	29,20	27,38	-1,82
23	29,32	25,93	-3,39
24	30,50	32,56	2,06
25	28,81	28,56	-0,25
26	29,33	34,48	5,15
27	31,79	33,37	1,58
28	31,30	28,07	-3,22
29	31,01	30,33	-0,68
30	31,66	30,99	-0,66
<b>Desviación Estándar</b>	<b>901,71</b>	<b>899,37</b>	<b>-0,08</b>
		<b>Sd.</b>	<b>2,51</b>

Elaborado por: Contreras, W & Erazo, I (2019)

$$X_p \geq 0,98 X_s + t_{0,05} * S_d / \sqrt{n}$$

$$946,70 \geq (0,98)(901,71) + (1,697)(0,458)$$

$$899,37 \geq 884,44 \quad \text{CUMPLE} \quad \text{Ecuación 6}$$

$X_p$  = esfuerzo promedio de almohadillas de neopreno no certificadas.

$X_s$  = esfuerzo promedio de rotura con almohadillas de neopreno certificadas.

$S_d$  = desviación estándar de la diferencia

$n$  = número de cilindros

$t_{0.05}$  = t-student en  $\alpha=0.05$  para valores  $n$ . (tabla # 3).

## CONCLUSIONES

Este proyecto nació con la finalidad de investigar cual es la variación de resistencia que existe en las roturas a compresión de cilindros de hormigón al utilizar materiales no certificados o que no cumplan con las especificaciones técnicas establecidas en las normas, a lo largo de la investigación se pudo concluir que si el profesional opta por utilizar materiales no certificados se puede llegar a resultados erróneos o de poca confiabilidad.

En el ámbito de la construcción se necesita tener confianza en los resultados que se obtenga, que en el caso de nuestro proyecto son resultados de resistencia a compresión de cilindros de hormigón ya que una baja resistencia, podría tener como resultado la pérdida de confianza de los resultados emitidos por la empresa a cargo o profesional de la rama de ingeniería civil.

Nuestro proyecto de investigación tiene como finalidad determinar si el uso alternativo de neopreno no certificado es confiable, de acuerdo a los resultados obtenidos durante la investigación se pudo determinar que las resistencias a compresión del hormigón tienen una variación de un 1.4 de la resistencia nominal en comparación con las resistencias obtenidas en roturas de cilindros realizadas con capeado de mortero de azufre o con las almohadillas de neoprenos certificadas.

En nuestro proyecto de investigación se pudo corroborar que el uso indebido de materiales no certificados conlleva a tener variaciones en el resultado final, es por esto que se debería implementar en cada una de las obras civiles, laboratorios de hormigón, profesionales de ingeniería civil el uso de materiales y equipos que estén certificados y avalados por una norma o empresas de buen prestigio para evitarnos al final tener resultados poco confiables.

Se pudo determinar durante la realización de este proyecto que al utilizar las almohadillas de neoprenos al realizar las roturas en la prensa hidráulica de rotura de cilindro esta roturas ocasiona un estallido fuerte en comparación a las roturas que se realiza con refrentado de mortero de azufre por lo que hace que la prensa hidráulica se mueva o sufra un remesón, al realizar las roturas con almohadillas de neoprenos no certificadas este estallido es mas fuerte , motivo por el cual se podría descalibrar y se debería realizar la calibración de la prensa en tiempos mas cortos o por lo menos realizar la corroboración de la calibración.

Previo al ensayo de resistencia a compresión debemos seguir lo que nos indica la norma ASTM C172 y ASTM C31 que son normas que rigen el muestreo, elaboración y curado de los cilindros de hormigón previo a realizar la prueba de resistencia a la compresión.

En el resultado final de la resistencia nominal, se debe tomar en cuenta cada uno de los pasos que se debe seguir previo a la rotura de los cilindros de hormigón, ya que la excelencia en el procedimiento a seguir de cada una de las normas establecidas para lo que corresponde muestreo, elaboración, curado y rotura juegan un papel importante en el resultado final de la resistencia requerida.

## RECOMENDACIONES

Se debe utilizar dentro de lo posible almohadillas de neoprenos que estén certificadas por la norma y que cumplan cada una de las especificaciones establecidas en esta.

Si no se tiene acceso a las almohadillas de neopreno certificadas ya sea porque el centro técnico de la obra está alejado de la ciudad y no se ha previsto la cantidad de almohadillas a utilizar, se podría usar almohadillas de neopreno no certificadas tomando en cuenta que la resistencia nos variara de un 1.4 de la resistencia nominal.

Antes de realizar el ensayo debemos tomar en cuenta la planeidad de la superficie del cilindro y una vez aplicada el 10% de la carga nominal se debe chequear la perpendicularidad del cilindro de hormigón, para comprobar así que el cilindro va recibir y distribuir la carga axial en toda la superficie del mismo.

Se debe realizar la calibración del equipo de rotura (prensa hidráulica) y hacer la verificación de esta calibración cada determinado tiempo, ya que al optar por romper con almohadillas no certificadas las roturas suelen ser bruscas y hacen que la maquina se mueva por ende podría sufrir alguna descalibración.

Aunque el desgaste de las almohadillas no certificadas es poco apreciable, se recomienda en caso de optar por usarlas como cabeceo no adherido como material alternativo, se debería desecharse a los 100 usos o roturas, para evitar mayor porcentaje de variación de resistencia a compresión en cilindros de hormigón.

Debemos seguir los procedimientos de acuerdo a lo establecido en las normas que corresponde al muestreo, elaboración, curado para así poder utilizar las almohadillas de neopreno no certificadas como método de rotura en lo que corresponde al refrentado no adherido.

## GLOSARIO

**Refrentado.** – “Es el procedimiento realizado en una probeta de ensayo sobre un material para lograr una superficie plana” (S/N, 2019).

**Análisis granulométrico.** - “El análisis granulométrico es una operación analítica que evalúa la forma y tamaño de las partículas que componen el sólido granular o pulverulento” (Álvarez, 2019).

**Revenimiento.** – “Consiste en medir el hundimiento que sufre un tronco de cono de concreto fresco al retirarle el apoyo” (Arqhys, 2019).

**ASTM.** – American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Ensayo de Materiales).

**Curado.** – “El proceso de hormigonado consiste en lograr que el hormigón mantenga el grado de humedad suficiente para que este vaya endureciendo en el tiempo y para que sus partículas reaccionen con el agua. El curado se puede realizar a través de tratamiento húmedo o con cubiertas protectoras” (Arqhys, 2019).

**Agregados.** – Los agregados son los componentes que al ser mezclados con el cemento conforman el concreto o mortero de pega, estos ocupan aproximadamente entre el 70 y 75 por ciento de la masa endurecida” (Arqhys, 2019).

**Criba.** – “Utensilio consistente en una tela metálica, malla, lamina o tela agujereada sujeta a un aro de madera o marco, empleado generalmente para separar, clasificar o seleccionar áridos de diferentes granulometrías” (S/N, 2019).

## BIBLIOGRAFÍA

ACI. (2008). ASTM C31. LOJA: UTPL.

ACI. (2009). ASTM C617. LOJA: UTPL.

ACI. (17 de OCTUBRE de 2016). *scribd*. Obtenido de [es.scribd.com/document/327899496/ASTM-C1231-Almohadillas-de-Neopreno](https://es.scribd.com/document/327899496/ASTM-C1231-Almohadillas-de-Neopreno)

Álvarez, E. G. (22 de septiembre de 2019). *studocu.com*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es/document/universidad-complutense-madrid/tecnologia-farmaceutica-i/apuntes/tema-7-analisis-granulometrico/2437719/view>

American Concrete Institute. (2011). *Guía del Contratista para la construcción en Concreto de Calidad*. Estados Unidos: Tercera Edición.

Arqhys. (22 de septiembre de 2019). *Arqhys.com*. Obtenido de <https://www.arqhys.com/contenidos/revenimiento-del-cemento.html>

ASTM C 138. (2003). ASTM C138.

ASTM C1064. (2003). ASTM C1064. *ASTM C1064*, 1-4.

ASTM C1231. (s.f.). ASTM C1231. En A. INTERNATIONAL, *ASTM C1231*. MEXICO: ASTM INTERNATIONAL.

ASTM C127. (2003). ASTM C127. *ASTM C127*, 1-14.

ASTM C128. (2003). ASTM C128. *ASTM C128*.

ASTM C136. (2003). ASTM C136.

ASTM C143. (2003). ASTM C143.

ASTM C172. (2003). ASTM C172.

ASTM C231. (2003). ASTM C231.

ASTM C39. (2003). ASTM C39.

ASTM C702. (2003). ASTM C702. *ASTM C702*.

ASTM D75. (2003). ASTM D75. *ASTM D75*, 1-10.

baalkara. (14 de 9 de 2019). *slideshare*. Obtenido de <https://pt.slideshare.net/baalkara/tabla-t-student-12054690>

Coelho, F. (21 de septiembre de 2019). *significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/metodologia-de-la-investigacion/>

- Domínguez, J. G. (24 de 04 de 2019). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/july3108/39247781-libromaterialesdeconstruccion>
- ESCAMILLA, M. D. (18 de AGOSTO de 2019). *UAEH.EDU.MX*. Obtenido de [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Presentaciones/licenciatura\\_en\\_mercadotecnia/fundamentos\\_de\\_metodologia\\_investigacion/PRES39.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES39.pdf)
- J, R. L. (2019 de AGOSTO de 2019). *MONOGRAFIAS.COM*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos14/investigacion/investigacion.shtml>
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLA DE CONCRETO*. Mexico: PCA.
- MIMENZA, O. C. (18 de AGOSTO de 2019). *PSICOLOGIA Y MENTE*. Obtenido de <https://psicologiaymente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>
- Neville, A. M. (1999). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. MEXICO: M. en A. Soledad Moliné Venanzi.
- Nistal Cordero, Á. F., Retana Maqueda, M. J., & Ruiz Abrio, T. (2012). EL HORMIGÓN: HISTORIA, ANTECEDENTES EN OBRAS Y FACTORES INDICATIVOS DE SU RESISTENCIA. *Tecnología y Desarrollo*, 16.
- Riviera, I. G. (28 de Agosto de 2013). *civilgeeks.com*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>
- Rodríguez, I. A. (s.f.). Obtenido de [http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL\\_LAB\\_DE\\_CONCRETO.pdf](http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRETO.pdf)
- S/N. (22 de septiembre de 2019). *Construmatica.com*. Obtenido de <https://www.construmatica.com/construpedia/Refrentado>
- Staff-Portland Cement Association. (.....). *Proyecto y Control de Mezcla de Concreto*. Mexico, España, Colombia Argentina, Puerto Rico: Limusa.

## ANEXOS

### Anexo 1. COTIZACIONES

Cotizaciones 1 Cotización de la Distribuidora Córdova.

**DISCORD**  
DISTRIBUIDORA CORDOVA

**HUMBOLDT**

**TROXLER**

**Nikon**



Guayaquil, 20 de Enero del 2019

Señores.  
Atto. Srta. Inesita Erazo  
Ciudad.

**COTIZACION PARA VENTA LOCAL  
EQUIPOS MARCA: "HUMBOLDT"  
LC/0023/2019**

RUC: 0992648244001

#	CANT	COD	DESCRIPCION	V.UNIT	V. TOTAL US \$
1	1	H-2946CCP70	Neoprenos de 4" de Dureza 60, para rotura de cilindros. Pack de 2 unidades	34,00	34,00
2	1	H-2946DCP70	Neoprenos de 6" de Dureza 70, para rotura de cilindros. Pack de 2 unidades	34,00	34,00
				Subtotal	68,00
				12% IVA	8,16
				Valor Total	76,16

Entrega de mercadería:  Inmediata salvo venta previa  
 \_\_\_\_\_ Días a partir de la recepción del anticipo  
Forma de pago:  Al contado  
 Crédito a \_\_\_\_\_ días  
 Anticipado  Contra entrega

#### OBSERVACIONES:

#### NOTAS:

- **GARANTIA:** Un año contra defectos de fabricación
- **MANTENIMIENTO:** Contamos con un taller bien equipado para dar servicio técnico rápido y eficiente, además tenemos un stock de repuestos completo

Atentamente  
DISTRIBUIDORA CORDOVA S.A.

Ing. Luis Córdova Hidalgo  
GERENTE GENERAL  
Telf: 042937786 Cel: 0985-045694  
[discord\\_ecuador@hotmail.com](mailto:discord_ecuador@hotmail.com)

Dirección: Urdesa Central, Calle Colinas de Urdesa Mz188 V9 y Alianza  
Telf: 042937786 Cel: 0985-045694  
[discord\\_ecuador@hotmail.com](mailto:discord_ecuador@hotmail.com)

## Cotizaciones 2 Cotización de Ele.

Quito, 24 de Enero del 2019

OE-07-01-19

**Señorita**

**INÉS ERAZO**

**Presente**

### REF: ELE INTERNATIONAL

Atentos a su requerimiento sometemos a su consideración la siguiente oferta de nuestra representada del rubro.

### OFERTA PARA ENTREGA LOCAL PREVIA IMPORTACIÓN

CODIGO	CAN	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO T.	PAG.
			US\$	US\$	#
34-6132/10	2	Almohadillas de Compresión de 102 mm 4 pulg.). Durómetro 60, juego de 2	\$76,23	\$152,46	70
34-6132/12	2	Almohadillas de Compresión de 102 mm (4 pulg.). Durómetro 70, juego de 2.	\$80,72	\$161,44	70
34-6131/10	2	Almohadillas de Compresión de 152 mm 6 pulg.). Durómetro 60, juego de 2 pulg	\$71,75	\$143,50	70
34-6134/12	2	Almohadillas de Compresión de 152 mm (6 pulg.). Durómetro 70, juego de 2.	\$76,23	\$152,46	70
			Subtotal	\$609,86	
			12% IVA	\$73,18	
			<b>TOTAL</b>	<b>\$683,04</b>	

**SON: SEISCIENTOS OCHENTA Y TRES DÓLARES AMERICANOS 04/100**

### ***Nota.- OFERTA INDIVISIBLE***

TÉRMINOS DE PAGO: 80% anticipado y 20% contra entrega

PLAZO DE ENTREGA: 5 semanas aproximadamente de recibido el anticipo

Las almohadillas 4 pulg. Durómetro 60 entega inmediata.

VALIDEZ DE LA OFERTA: 30 días.

Atentamente

Lic. Vinicio Rojas S.

Gerente

## Cotizaciones 3 Cotización De Arcón.



### EQUIPOS DE INGENIERIA ALCON, S.A. DE C.V.

R.F.C. : EIA051219F40  
Tels./ Fax: (33) 3810-9292 / 3810-9210 / 3810-9293  
Calle: A.V. B DE JULIO No. 1660, Col. MORELOS, CP: 44910, GUADALAJARA,  
JALISCO, MEXICO

**COTIZACIÓN:**

Folio : A 28531  
Fecha : 23/01/2019

**CLIENTE:**

inel85@yahoo.com.ar

( **MOSTR** )

#### OBSERVACIONES

PAGO DE CONTADO Y EL ENVIO LO PAGA EL CUENTE

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	P.U.	DESC. %	IMPORTE
1	pz	ALMOADILLA DE NEOPRENO 7.5 CM. Ø, DUREZA 70 SHORE (2PZ)	105.36	0.00	105.36
1	pz	ALMOADILLA DE NEOPRENO 10 CM. Ø, DUREZA 70 SHORE (2PZ)	158.07	0.00	158.07

**Total con letra:**

TRESCIENTOS CINCO PESOS 60/100 M.N.

<b>SUB-TOTAL</b>	263.45
<b>I.V.A. 16%</b>	42.15
<b>TOTAL :</b>	305.60

Agradecemos la atencion que den a la presente

**ATENTAMENTE**  
LIC. ABRAHAM MARTIN

PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO  
TIEMPO DE ENTREGA SUJETO A EXISTENCIA

## Cotizaciones 4 Cotización De Geocontrol.



Quito, 23 de Enero de 2019

Ing.  
Inés Erazo  
Guayaquil.-

Cotización para Suministro Local  
Equipos marca Humboldt (USA)  
DM 7605-2019

Item	Cant.	Código	Descripción	P. Unitario	P. Total
1	4	H-2946DCP80	Neoprenos de 6" dureza 60	\$19.00	\$76.00
2	4	H-2946CCP80	Neoprenos de 4" dureza 60	\$18.00	\$72.00
				<b>SUBTOTAL</b>	\$148.00
				<b>I.V.A.12%</b>	\$17.76
				<b>TOTAL GENERAL</b>	\$165.76

Tiempo de Entrega: Inmediata, sujeto a venta previa.

Forma de pago: Al contado contra entrega.

Validez de la oferta: 30 días a partir de esta fecha.

Atentamente,

## Cotizaciones 5 Cotización De Labomat.



### PROFORMA - VENTAS DE PRODUCTOS



CLIENTE:	INES ELIZABETH ERAZO CASTRO	FECHA:	23/01/2019
DIRECCION:	LA PAZ	VALIDEZ:	5 Dias Cal.
CELULAR:	CORREO: inel185@yahoo.com.ar	MONEDA:	Bolivianos
NIT:	PAIS: BOLIVIA	PREPARO:	A. Atora
		APROBÓ:	Joel Castro

EN ATENCION A SU SOLICITUD NOS PERMITIMOS COTIZAR LOS SIGUIENTES:

ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO UNITARIO	CANT.	PRECIO TOTAL Bs.-	IMÁGENES
<b>DETALLE DE LA COMPRA REQUERIDA</b>						
1	<b>ALMOHADILLA DE NEOPRENO</b> Para uniformizar la superficie de la probeta, shore 60/65. <b>INDUSTRIA: LABOMAT</b>	INMEDIATA	140	1	140	
<b>A. COSTO TOTAL DE VENTAS</b>						
<b>COSTO TOTAL EQUIPOS CON IMPUESTOS =</b>						<b>140</b>

<b>B. COSTOS DE TRANSPORTE</b>						
1	ENTREGA DE EQUIPOS A CLIENTE	GL		1		<b>0</b>

<b>COSTOS TOTALES VENTA Y TRANSPORTE</b>						
<b>COSTOS TOTALES A Y B =</b>						<b>140</b>

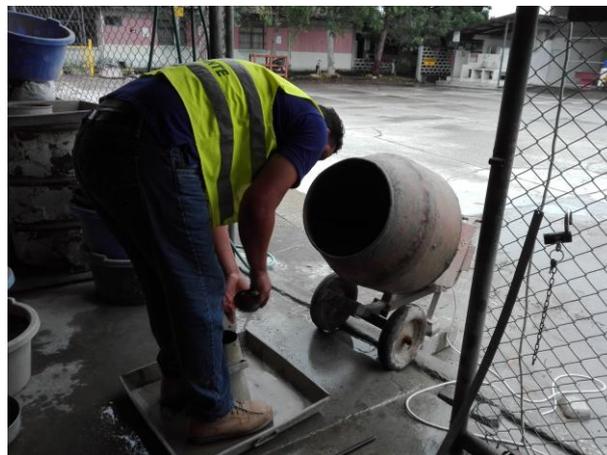
Son: CIENTO CUARENTA 00/100 BOLIVIANOS

<b>Lugar de entrega:</b>	<b>PESO APROX</b>
Sucursales Labomat sin costo adicional	<b>Periodo de garantia</b> 3 MESES
En lugar convenido con cliente con costo adicional	<b>Plazo de entrega</b> De acuerdo al detalle mencionado
<b>Forma de pago:</b>	
Para reservar dicho item debe anticipar el 70% DEL PRECIO TOTAL, EL RESTANTE 30% CONTRA ENTREGA DEL MATERIAL.	
CUENTA BANCARIA CORRIENTE: BNB No 1000260750 bolivianos	
CHEQUES a nombre de LABOMAT.	
PAGOS EN EFECTIVO SOLO EN SUCURSALES LABOMAT.	
<b>Beneficios adicionales:</b>	
- El Cliente puede solicitar en forma escrita una capacitacion para un tecnico, la manipulacion de los equipos, los cuales se realizaran en las sucursales labomat en forma coordinada y sujeta a disposicion.	
<b>Notas:</b>	
- Todas las fechas de entrega son aproximadas y no pretenden cubrir Todas las contingencias que puedan ocurrir durante la identificación de su requerimiento.	
- Las imágenes solo son referencias	
Debido al cambio permanente en el stock podría llegar a variar el stock de los equipos que son de entrega inmediata.	

## Anexo 2. FOTOGRAFIAS: PROCESO DE ELABORACIÓN DE CILINDROS



Fotografía 1. Pesando los materiales previos a realizar los cilindros



Fotografía 2. Ensayo de asentamiento



**Fotografías 3 Ensayo de asentamiento**



**Fotografías 4. Toma de temperatura**



**Fotografías 5. Toma de muestra**



**Fotografías 6. Toma de muestra**



**Fotografías 7. Toma de muestra**



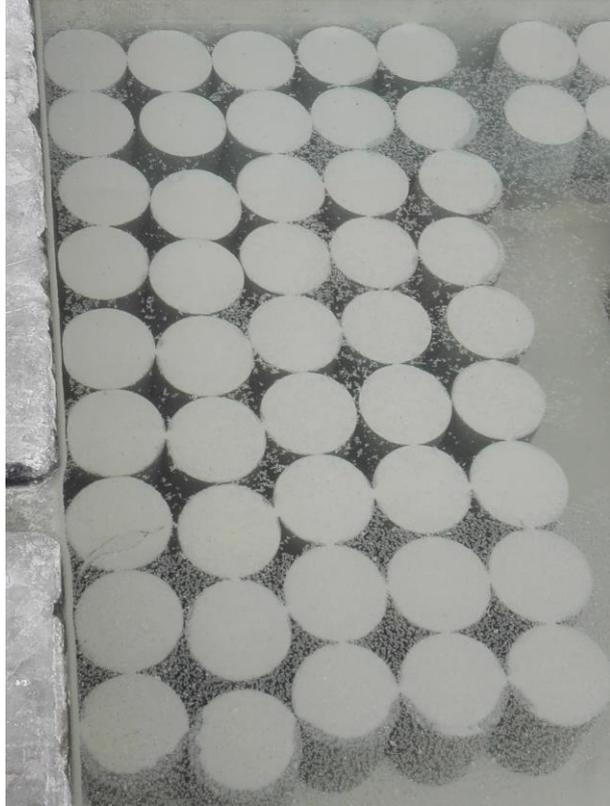
**Fotografías 8. Toma de muestra**



**Fotografías 9. Desmolde de las muestras**



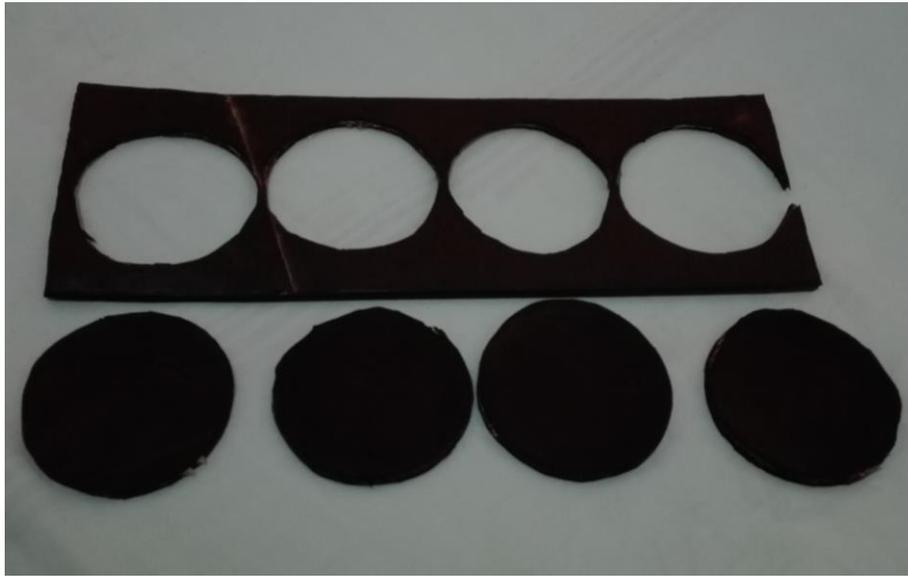
**Fotografías 10. Curado Inicial**



**Fotografías 11. Curado inicial**



**Fotografías 12. Curado Inicial**



**Fotografías 13. Almohadillas de neopreno cortadas manualmente**



**Fotografías 14. Almohadillas de neopreno cortadas manualmente.**



Fotografías 15. Medición de cada cilindro previo a la rotura



Fotografías 16. Proceso de peso de cada uno de los cilindros.



Fotografías 17. Roturas de cilindro



Fotografías 18. Resistencia a la compresión



**Fotografías 19. Rotura tipo 3 - realizada con almohadilla de neopreno certificadas.**



**Fotografías 20. Rotura tipo 5 - realizada con almohadillas de neopreno no certificadas.**