



**Universidad Científica del Perú - UCP**  
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS:**

**“INFLUENCIAS DE LOS ADITIVOS INCORPORADOR DE  
AIRE Y SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES  
FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO -  
ARENA LIVIANO, ELABORADO CON PERLAS DE  
POLIESTIRENO EXPANDIDO Y AGREGADO FINO.  
IQUITOS, 2018”**

Tesis presentada para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

**Autores:**

Br. Pérez Murrieta Tatiana

Br. Flores Ramírez Frank Antonio

**Asesores:**

Ing. Mario Amador Vela Rodríguez

Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari

**San Juan Bautista-Maynas – Loreto-2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme llegar a este momento especial en mi vida; y, por los triunfos y los momentos difíciles, a través de los cuales me ha fortalecido.

A mis queridos padres: Jorge y Susana, por su comprensión, consejos y apoyo. Me formaron en valores y dieron todo lo que soy como persona.

**Tatiana.**

A Dios, por todo. Por haberme brindado valor en el esfuerzo, las tristezas y alegrías de toda mi vida.

A mi Madre, por ser mi inspiración; siempre está cuando la necesito dándome su apoyo incondicional en todas mis decisiones. Todo lo que soy es por ella.

**Frank Antonio.**

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a las personas e instituciones que nos apoyaron durante el desarrollo de la tesis:

- ✚ A Dios. A nuestros padres, quienes son el motivo para despertarnos llenos de fuerzas para seguir adelante. A nuestros hermanos, por todo el cariño y comprensión que siempre nos brindan.
- ✚ A la Universidad Científica del Perú y sus docentes por todas las enseñanzas impartidas en nuestra formación profesional.
- ✚ A nuestros asesores, y a los distinguidos miembros del jurado calificador, por compartir sus experiencias y por los consejos recibidos para el desarrollo y culminación de la tesis.
- ✚ Al Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad Científica del Perú, donde realizamos los respectivos ensayos.
- ✚ A los estudiantes de ingeniería civil que estuvieron realizando sus prácticas en el mencionado laboratorio y que contribuyeron en la preparación de las muestras.
- ✚ A la empresa ECOPOR, por donación de las perlititas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal 1/4".
- ✚ A la empresa AMAZON INVERSIONES & TURISMO por la donación del aditivo superplastificante "NEOPLAST 8500 HP".
- ✚ A los Técnicos: Karol Cisowski y Jack Edwar Sarmiento Morris por el apoyo brindado en la elaboración de los diseños y ejecución de los ensayos.



FACULTAD  
 CIENCIAS E  
 INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
 PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Con Resolución Decanal N°023-2019-UCP-FCEI del 17 de enero de 2019, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación de Tesis a los Señores:

- Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M.Sc. Presidente
- Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc. Miembro
- Ing. Marco Antonio Rodríguez Luna, Mg. Miembro

En la ciudad de Iquitos, siendo las 17:30 horas del día viernes 12 de julio de 2019, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"INFLUENCIAS DE LOS ADITIVOS INCORPORADOR DE AIRE Y SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA LIVIANO, ELABORADO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO Y AGREGADO FINO, IQUITOS, 2018"**

Presentada por los sustentantes:

**TATIANA PÉREZ MURRIETA y FRANK ANTONIO FLORES RAMÍREZ**

Asesor (es): Ing. Mario Amador Vela Rodríguez

Co-asesor (a): Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari

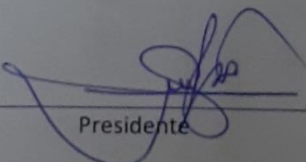
Como requisito para optar al título profesional de: **Ingeniero Civil**

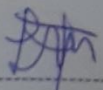
Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: *absueltas*

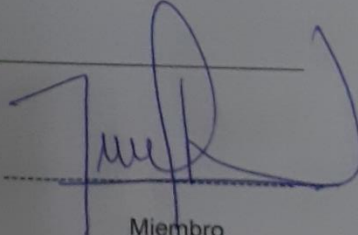
El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La Sustentación es: *aprobada por unanimidad*

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.

  
 \_\_\_\_\_  
 Presidente

  
 \_\_\_\_\_  
 Miembro

  
 \_\_\_\_\_  
 Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	19 - 20
	Aprobado (a) Unanimidad	16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	13 - 15
	Desaprobado (a)	00 - 12

## APROBACIÓN

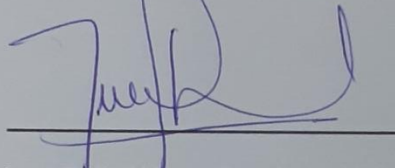
TESIS:

"INFLUENCIAS DE LOS ADITIVOS INCORPORADOR DE AIRE Y SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO -ARENA LIVIANO, ELABORADO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO Y AGREGADO FINO. IQUITOS, 2018"

Sustentada en acto público el día 12 de Julio a las 17:30 horas del 2019



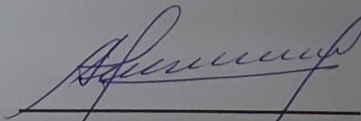
Ing. Ulises Octavio Irigoien Cabrera, M.Sc.  
PRESIDENTE DEL JURADO



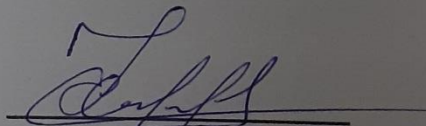
Ing. Félix Wong Ramírez, M.Sc  
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. Marco Antonio Rodríguez Luna, Mg.  
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. Mario Amador Vela Rodríguez  
ASESOR



Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari  
ASESOR

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ACTA DE SUSTENTACIÓN .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
APROBACIÓN .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XIV
ÍNDICE DE FOTOS .....	XVIII
RESUMEN .....	XIX
ABSTRACT .....	XX
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.    INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	5
2.1    ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	5
2.2    BASES TEÓRICAS .....	14
2.2.1 <i>El Concreto</i> .....	14
2.2.2 <i>Concreto Ligero</i> .....	16
2.2.3 <i>Concreto liviano con perlas de poliestireno</i> .....	20
2.3    CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES .....	22
2.4    DISEÑO DE MEZCLA .....	35
2.5    PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO .....	36
2.6    PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO .....	38
2.7    ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	41
CAPITULO III: METODOLOGÍA .....	44
3.1    METODOLOGÍA.....	44
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	53
4.1    CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES .....	53
4.1.1    AGREGADO FINO .....	53
4.1.1.1 <i>Peso unitario Suelto (PUS)</i> .....	54
4.1.1.2 <i>Peso unitario compactado (PUC)</i> .....	55
4.1.1.3 <i>Peso específico y absorción</i> .....	55
4.1.1.4 <i>Análisis granulométrico</i> .....	56
4.1.1.5 <i>Módulo de Fineza</i> .....	59
4.1.1.6 <i>Superficie específica</i> .....	60
4.1.1.7 <i>Material que pasa el tamiz N° 200</i> .....	61
4.1.2    PERLA DE POLIESTIRENO .....	62
4.1.2.1 <i>Peso unitario Suelto (PUS)</i> .....	63
4.1.2.2 <i>Peso unitario compactado (PUC)</i> .....	63
4.1.2.3 <i>Peso específico y absorción</i> .....	64
4.1.2.4 <i>Análisis granulométrico</i> .....	64
4.1.2.5 <i>Módulo de Fineza</i> .....	67
4.1.2.6 <i>Superficie específica</i> .....	67
4.1.2.7 <i>Material que pasa por Tamiz N° 200</i> .....	69
4.2    DISEÑO DE MEZCLAS.....	69
4.2.1    0.006 NEOPLAST 8500 HP - 0.0001 EUCECELL 1000 (ADITIVO/CEMENTO) .....	71

4.2.2	0.006 NEOPLAST 8500 HP - 0.0002 EUCCOCELL 1000 (ADITIVO/CEMENTO) .....	75
4.2.3	0.006 NEOPLAST 8500 HP - 0.00005 EUCCOCELL 1000 (ADITIVO/CEMENTO) .....	79
4.2.4	0.006 NEOPLAST 8500 HP - 0.0003 EUCCOCELL 1000 (ADITIVO/CEMENTO) .....	83
4.2.5	0.006 NEOPLAST 8500 HP - 0.000 EUCCOCELL 1000 (ADITIVO/CEMENTO) .....	87
4.2.6	0.004 NEOPLAST 8500 HP - 0.0001 EUCCOCELL 1000 (ADITIVO/CEMENTO) .....	91
4.2.7	0.008 NEOPLAST 8500 HP - 0.0001 EUCCOCELL 1000 (ADITIVO/CEMENTO) .....	95
4.2.8	0.005 NEOPLAST 8500 HP - 0.0001 EUCCOCELL 1000 (ADITIVO/CEMENTO) .....	99
4.2.9	0.009 NEOPLAST 8500 HP - 0.0001 EUCCOCELL 1000 (ADITIVO/CEMENTO) .....	103
<b>4.3</b>	<b>ENSAYO AL CONCRETO FRESCO .....</b>	<b>107</b>
4.3.1	PESO UNITARIO .....	107
4.3.2	RENDIMIENTO .....	111
4.3.3	CONTENIDO DE AIRE .....	114
4.3.4	ASENTAMIENTO .....	116
4.3.5	EXUDACIÓN.....	118
4.3.6	TEMPERATURA DEL CONCRETO .....	118
	SE REALIZÓ CONFORME LA NORMA ASTM C138 Y LA NTP 339.046 .....	118
<b>4.4</b>	<b>ENSAYOS AL CONCRETO ENDURECIDO .....</b>	<b>121</b>
4.4.1	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	122
4.4.2	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.....	155
4.4.3	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO .....	165
4.4.4	ENSAYO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD.....	169
	<b>CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>172</b>
5.1	ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	172
5.2	ANÁLISIS DE FASE ÓPTIMA .....	173
5.2.1	ANÁLISIS DE DISEÑO DE MEZCLAS .....	173
5.2.2	ANÁLISIS DE DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	174
5.2.3	ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO.....	175
5.2.4	ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS AL CONCRETO ENDURECIDO .....	175
5.3	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....	176
5.3.1	HIPÓTESIS GENERAL.....	176
5.3.2	HIPÓTESIS ESTADÍSTICA (H <sub>0</sub> : HIPÓTESIS NULA VS H <sub>A</sub> : HIPÓTESIS ALTERNA).....	177
5.4	ANÁLISIS DE COSTOS .....	177
	<b>CAPITULO VI: DISCUSIÓN .....</b>	<b>179</b>
	<b>CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>181</b>
7.1	CONCLUSIONES.....	181
7.2	RECOMENDACIONES.....	183
	<b>CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>184</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>186</b>
	ANEXO N°01. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	187
	ANEXO N°02: ENSAYOS .....	191
	ANEXO N°03: COMPARACION DE PRECIOS .....	216
	ANEXO N°04: CONSTRASTACIÓN ESTADISTICA DE LA HIPÓTESIS .....	217
	ANEXO N°05: FICHAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO .....	221
	ANEXO N°06: PANEL FOTOGRAFICO .....	237

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1 Densidad y resistencia del concreto con perlas de poliestireno.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla N° 2 Características químicas del Cemento Portland Tipo I - Sol.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla N° 3 Características físicas del cemento Portland Tipo I – Sol.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla N° 4 Requisitos para clasificar agregados gruesos y finos. ASTM C-33 .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla N° 5 Límites de distribución granulométrica - normas NTP 400.037 y ASTM C-33 .....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla N° 6 Ensayos Químicos de agregados según Norma.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla N° 7 Factor de Corrección a la desviación estándar .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla N° 8 Coeficiente de variación para diferentes grados de control .....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla N° 9 Operacionalización de Variables.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla N° 10 Diseño de la Investigación .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla N° 11 Ensayos de agregados y normativa aplicada .....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 12 Ensayos químicos de agregados según normas.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 13 Propiedades del concreto en estado fresco y normativa aplicada.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 14 Propiedades del concreto en estado endurecido y normativa aplicada .</i>	<i>51</i>
<i>Tabla N° 15 Peso unitario suelto del agregado fino.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla N° 16 Peso unitario Compactado del agregado fino.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla N° 17 Peso específico y absorción del agregado fino.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla N° 18 Análisis granulométrico de la muestra N° 01 del agregado fino.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla N° 19 Análisis granulométrico de la muestra N° 02 del agregado fino.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla N° 20 Análisis granulométrico de la muestra N° 03 del agregado fino.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla N° 21 Módulo de fineza del agregado fino.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla N° 22 Superficie específica de la muestra N° 01 del agregado fino.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla N° 23 Superficie específica de la muestra N° 02 del agregado fino.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla N° 24 Superficie específica de la muestra N° 03 del agregado fino.....</i>	<i>61</i>



<b>Tabla N° 25 Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla N° 26 Peso unitario suelto de la perla de poliestireno .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla N° 27 Peso unitario Compactado de la perla de poliestireno .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla N° 28 Peso específico y absorción de la perla de poliestireno.....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla N° 29 Análisis granulométrico de la muestra N°01 de poliestireno .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla N° 30 Análisis granulométrico de la muestra N°02 de poliestireno .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla N° 31 Análisis granulométrico de la muestra N°03 de poliestireno .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla N° 32 Módulo de fineza de la perla de poliestireno.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla N° 33 Superficie específica muestra N° 01 del poliestireno .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla N° 34 Superficie específica muestra N° 02 del poliestireno .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla N° 35: Superficie específica muestra N° 03 del poliestireno.....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla N° 36 Material que pasa por el tamiz N° 200 perla de poliestireno .....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla N° 37 Dosificaciones - Probetas.....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla N° 38 Categorización de los concretos livianos .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla N° 39 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.006 Neo; 0.0001 Euco) ....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla N° 40 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.006 Neo; 0.0002 Euco) ....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla N° 41 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.006 Neo; 0.00005 Euco) ..</b>	<b>79</b>
<b>Tabla N° 42 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.006 Neo; 0.0003 Euco) ....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla N° 43 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.006 Neo; 0 Euco).....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla N° 44 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.004 Neo; 0.0001 Euco) ....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla N° 45 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.008 Neo; 0.0001 Euco) ....</b>	<b>95</b>
<b>Tabla N° 46 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.005 Neo; 0.0001 Euco) ....</b>	<b>99</b>
<b>Tabla N° 47 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.009 Neo; 0.0001 Euco) ..</b>	<b>103</b>
<b>Tabla N° 48 Peso Unitario 0.006 Neoplast y 0.0001 Euocell .....</b>	<b>107</b>
<b>Tabla N° 49 Peso Unitario 0.006 Neoplast y 0.0002 Euocell .....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla N° 50 Peso Unitario 0.006 Neoplast y 0.00005 Euocell .....</b>	<b>108</b>

<b>Tabla N° 51 Peso Unitario 0.006 Neoplast y 0.0003 Eucozell .....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla N° 52 Peso Unitario 0.006 Neoplast y 0.000 Eucozell .....</b>	<b>109</b>
<b>Tabla N° 53 Peso Unitario 0.004 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>109</b>
<b>Tabla N° 54 Peso Unitario 0.008 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>109</b>
<b>Tabla N° 55 Peso Unitario 0.005 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla N° 56 Peso Unitario 0.009 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla N° 57 Rendimiento 0.006 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla N° 58 Rendimiento 0.006 Neoplast y 0.0002 Eucozell .....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla N° 59 Rendimiento 0.006 Neoplast y 0.00005 Eucozell .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabla N° 60 Rendimiento 0.006 Neoplast y 0.00003 Eucozell .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabla N° 61 Rendimiento 0.006 Neoplast y 0.000 Eucozell .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabla N° 62 Rendimiento 0.004 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>113</b>
<b>Tabla N° 63 Rendimiento 0.008 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>113</b>
<b>Tabla N° 64 Rendimiento 0.005 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>113</b>
<b>Tabla N° 65 Rendimiento 0.009 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla N° 66 Contenido de Aire 0.006 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla N° 67 Contenido de Aire 0.006 Neoplast y 0.0002 Eucozell .....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla N° 68 Contenido de Aire 0.006 Neoplast y 0.00005 Eucozell .....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla N° 69 Contenido de Aire 0.006 Neoplast y 0.0003 Eucozell .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla N° 70 Contenido de Aire 0.006 Neoplast y 0.000 Eucozell .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla N° 71 Contenido de Aire 0.004 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla N° 72 Contenido de Aire 0.008 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla N° 73 Contenido de Aire 0.005 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla N° 74 Contenido de Aire 0.009 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>116</b>
<b>Tabla N° 75 Asentamiento de 0.006 Neoplast y 0.0001Eucozell .....</b>	<b>116</b>
<b>Tabla N° 76 Asentamiento de 0.006 Neoplast y 0.0002Eucozell .....</b>	<b>116</b>

<b>Tabla N° 77 Asentamiento de 0.006 Neoplast y 0.00005Eucozell .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla N° 78 Asentamiento de 0.006 Neoplast y 0.0003 Eucozell .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla N° 79 Asentamiento de 0.006 Neoplast y 0.000 Eucozell .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla N° 80 Asentamiento de 0.004 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla N° 81 Asentamiento de 0.008 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla N° 82 Asentamiento de 0.005 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla N° 83 Asentamiento de 0.009 Neoplast y 0.0001 Eucozell .....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla N° 84 Temperatura del Concreto 0.006 Neoplast y 0.0001Eucozell.....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla N° 85 Temperatura del Concreto 0.006 Neoplast y 0.0002Eucozell.....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla N° 86 Temperatura del Concreto 0.006 Neoplast y 0.00005Eucozell.....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla N° 87 Temperatura del Concreto 0.006 Neoplast y 0.0003 Eucozell.....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla N° 88 Temperatura del Concreto 0.006 Neoplast y 0.000 Eucozell.....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla N° 89 Temperatura del Concreto 0.004 Neoplast y 0.0001 Eucozell.....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla N° 90 Temperatura del Concreto 0.008 Neoplast y 0.0001 Eucozell.....</b>	<b>120</b>
<b>Tabla N° 91 Temperatura del Concreto 0.005 Neoplast y 0.0001 Eucozell.....</b>	<b>120</b>
<b>Tabla N° 92 Temperatura del Concreto 0.009 Neoplast y 0.0001 Eucozell.....</b>	<b>120</b>
<b>Tabla N° 93 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL .....</b>	<b>146</b>
<b>Tabla N° 94 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.0002 EUCOCELL .....</b>	<b>147</b>
<b>Tabla N° 95 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUCOCELL .....</b>	<b>148</b>
<b>Tabla N° 96 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.0003 EUCOCELL .....</b>	<b>149</b>
<b>Tabla N° 97 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.000 EUCOCELL .....</b>	<b>150</b>

<b>Tabla N° 98 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.004</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL .....</b>	<b>151</b>
<b>Tabla N° 99 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.008</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL .....</b>	<b>152</b>
<b>Tabla N° 100 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.005</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL .....</b>	<b>153</b>
<b>Tabla N° 101 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.009</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL .....</b>	<b>154</b>
<b>Tabla N° 102 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.006</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL .....</b>	<b>156</b>
<b>Tabla N° 103 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.006</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0002 EUCOCELL .....</b>	<b>157</b>
<b>Tabla N° 104 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.006</b>	
<b>NEOPLAST / 0.00005 EUCOCELL .....</b>	<b>158</b>
<b>Tabla N° 105 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.006</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0003 EUCOCELL .....</b>	<b>159</b>
<b>Tabla N° 106 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.006</b>	
<b>NEOPLAST / 0.000 EUCOCELL .....</b>	<b>160</b>
<b>Tabla N° 107 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.004</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL .....</b>	<b>161</b>
<b>Tabla N° 108 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.008</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL .....</b>	<b>162</b>
<b>Tabla N° 109 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.005</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL .....</b>	<b>163</b>
<b>Tabla N° 110 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.005</b>	
<b>NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL .....</b>	<b>164</b>

<b>Tabla N° 111 Resistencia a la flexión de 0.006 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL.</b>	<b>166</b>
<b>Tabla N° 112 Resistencia a la flexión de 0.006 NEOPLAST / 0.0002 EUCOCELL.</b>	<b>166</b>
<b>Tabla N° 113 Resistencia a la flexión de 0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUCOCELL</b>	
.....	166
<b>Tabla N° 114 Resistencia a la flexión de 0.006 NEOPLAST / 0.0003 EUCOCELL.</b>	<b>167</b>
<b>Tabla N° 115 Resistencia a la flexión de 0.006 NEOPLAST / 0.000 EUCOCELL...</b>	<b>167</b>
<b>Tabla N° 116 Resistencia a la flexión de 0.004 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL.</b>	<b>167</b>
<b>Tabla N° 117 Resistencia a la flexión de 0.008 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL.</b>	<b>168</b>
<b>Tabla N° 118 Resistencia a la flexión de 0.005 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL.</b>	<b>168</b>
<b>Tabla N° 119 Resistencia a la flexión de 0.009 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL.</b>	<b>168</b>
<b>Tabla N° 120 Módulos de elasticidad de especímenes a los 28 días</b> .....	<b>170</b>
<b>Tabla N° 121 Resumen de las características de materiales</b> .....	<b>172</b>
<b>Tabla N° 122 Diseño de mezclas “Concreto liviano no estructural”</b> .....	<b>173</b>
<b>Tabla N°123 Resumen de la densidad vs resistencia a la compresión</b> .....	<b>174</b>
<b>Tabla N°124 Resumen de ensayos al concreto fresco</b> .....	<b>175</b>
<b>Tabla N°125 Resumen de ensayos al concreto endurecido</b> .....	<b>176</b>
<b>Tabla N°126 Verificación de hipótesis</b> .....	<b>177</b>
<b>Tabla N°127 Resumen de precios</b> .....	<b>178</b>
<b>Tabla N° 128 Costo m3 de concreto liviano no estructural CL-OP</b> .....	<b>216</b>
<b>Tabla N° 129 Costo m3 de concreto cemento - arena f'c 175 kg/cm2</b> .....	<b>216</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1 Componentes del Concreto (Sánchez Zárate, 2017) .....	15
GRÁFICO N° 2 Perlas de Poliestireno - (Rodriguez Chico, 2017) .....	21
GRÁFICO N° 3 Curva granulométrica del agregado fino - Muestra N° 01 .....	57
GRÁFICO N° 4 Curva granulométrica del agregado fino - Muestra N° 02 .....	58
GRÁFICO N° 5 Curva granulométrica del agregado fino - Muestra N° 03 .....	59
GRÁFICO N° 6 Curva granulométrica del poliestireno - Muestra N° 01.....	65
GRÁFICO N° 7 Curva granulométrica del poliestireno - Muestra N° 02.....	66
GRÁFICO N° 8 Curva granulométrica del poliestireno - Muestra N° 03.....	66
GRÁFICO N° 9 Composición por peso de un metro cúbico – 0.006/0.0001 .....	74
GRÁFICO N° 10 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.006/0.0001 .....	74
GRÁFICO N° 11 Composición por peso de un metro cúbico – 0.006/0.0002 .....	78
GRÁFICO N° 12 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.006/0.0002.....	78
GRÁFICO N° 13 Composición por peso de un metro cúbico – 0.006/0.00005 .....	82
GRÁFICO N° 14 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.006/0.00005.....	82
GRÁFICO N° 15 Composición por peso de un metro cúbico – 0.006/0.0003 .....	86
GRÁFICO N° 16 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.006/0.0003.....	86
GRÁFICO N° 17 Composición por peso de un metro cúbico – 0.006/ 0 .....	90
GRÁFICO N° 18 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.006 / 0.....	90
GRÁFICO N° 19 Composición por peso de un metro cúbico – 0.004/ 0.0001 .....	94
GRÁFICO N° 20 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.004 / 0.0001 .....	94
GRÁFICO N° 21 Composición por peso de un metro cúbico – 0.008/ 0.0001 .....	98
GRÁFICO N° 22 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.008 / 0.0001 .....	98
GRÁFICO N° 23 Composición por peso de un metro cúbico – 0.005/ 0.0001 .....	102
GRÁFICO N° 24 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.005 / 0.0001 .....	102
GRÁFICO N° 25 Composición por peso de un metro cúbico – 0.009/ 0.0001 .....	106

GRÁFICO N° 26 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.005 / 0.0001 .....	106
GRÁFICO N° 27 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAST - 0.0001 EUCCOCELL .....	146
GRÁFICO N° 28 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAST - 0.0002 EUCCOCELL .....	147
GRÁFICO N° 29 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo 0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUCCOCELL .....	148
GRÁFICO N° 30 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAST - 0.00005 EUCCOCELL .....	149
GRÁFICO N° 31 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAST - 0.000 EUCCOCELL .....	150
GRÁFICO N° 32 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.004 NEOPLAST - 0.0001 EUCCOCELL .....	151
GRÁFICO N° 33 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.008 NEOPLAST - 0.0001 EUCCOCELL .....	152
GRÁFICO N° 34 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.005 NEOPLAST - 0.0001 EUCCOCELL .....	153
GRÁFICO N° 35 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.009 NEOPLAST - 0.0001 EUCCOCELL .....	154
GRÁFICO N° 36 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAS - 0.0001 EUCCOCELL .....	156
GRÁFICO N° 37 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAS - 0.0002 EUCCOCELL .....	157
GRÁFICO N° 38 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAS - 0.00005 EUCCOCELL .....	158

GRÁFICO N° 39 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAS - 0.0003 EUCOCELL.....	159
GRÁFICO N° 40 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAS - 0.000 EUCOCELL.....	160
GRÁFICO N° 41 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.004 NEOPLAS - 0.0001 EUCOCELL.....	161
GRÁFICO N° 42 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.008 NEOPLAS - 0.0001 EUCOCELL.....	162
GRÁFICO N° 43 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.005 NEOPLAS - 0.0001 EUCOCELL.....	163
GRÁFICO N° 44 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.009 NEOPLAS - 0.0001 EUCOCELL.....	164
GRÁFICO N° 45 Promedio Módulo de Elasticidad vs dosificación de aditivos .....	171
GRÁFICO N° 46 Ensayo a los 7 días. ....	191
GRÁFICO N° 47 Ensayo a los 7 días .....	192
GRÁFICO N° 48 Ensayo a los 14 días .....	193
GRÁFICO N° 49 Ensayo a los 14 días. ....	194
GRÁFICO N° 50 Ensayo a los 28 días. ....	195
GRÁFICO N° 51 Ensayo a los 28 días .....	196
GRÁFICO N° 52 Ensayo a los 7 días .....	197
GRÁFICO N° 53 Ensayo a los 7 días .....	198
GRÁFICO N° 54 Ensayo a los 14 días .....	199
GRÁFICO N° 55 Ensayo a los 14 días .....	200
GRÁFICO N° 56 Ensayo a los 28 días .....	201
GRÁFICO N° 57 Ensayo a los 28 días .....	202
GRÁFICO N° 58 Ensayo a los 28 días .....	203



GRÁFICO N° 59 Ensayo los 28 días .....	204
GRÁFICO N° 60 Ensayo los 28 días .....	205
GRÁFICO N° 61 Ensayo los 28 días .....	206
GRÁFICO N° 62 Ensayo los 28 días .....	207
GRÁFICO N° 63 0.006 Neoplast y 0.0001 Euocell -Diseño Patrón.....	208
GRÁFICO N° 64 0.006 Neoplast y 0.00005 Euocell -Diseño Optimo.....	212

## ÍNDICE DE FOTOS

FOTO N° 1 “Cantera Irina Gabriela” .....	53
FOTO N° 2 Mezclado del agregado fino por 3 veces.....	54
FOTO N° 3 Tamices para el Análisis Granulométrico del agregado fino .....	56
FOTO N° 4 Empresa Ecopor .....	62
FOTO N° 5 Imágenes Panorámicas .....	62
FOTO N° 6 Tamices Análisis Granulométrico de la perla de poliestireno .....	64
FOTO N° 7 Peso Unitario y Rendimiento .....	107
FOTO N° 8 Asentamiento del Concreto Ligero.....	116
FOTO N° 9 Ensayo de exudación en recipiente de 10” de diámetro.....	118
FOTO N° 10 Temperatura del Concreto ligero .....	118
FOTO N° 11 Proceso del Concreto Endurecido y curado.....	121
FOTO N° 12 Rotura del Concreto a compresión .....	122
FOTO N° 13 Rotura de concreto liviano por resistencia a la tracción .....	155
FOTO N° 14 Rotura de concreto liviano por resistencia a la flexión .....	165
FOTO N° 15 Ensayo de módulo de elasticidad en concreto liviano no estructural.....	169

## RESUMEN

El uso de concreto cemento - arena liviano a partir de la mezcla de solamente agregado fino de módulo de fineza promedio 1,31 y perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing$  1/4", cemento portland, agua y aditivos, es técnicamente factible; y, es necesario conocerse la dosificación y regular su uso en la normativa correspondiente. La problemática abordada en esta investigación de tipo experimental, ha permitido determinar la influencia de la variación de la dosificación de los aditivos incorporador de aire (EucoCell 1000) y superplastificante (Neoplast 8500 HP), pero manteniéndose constante la relación a/c, el porcentaje de agregado fino y perlas de poliestireno determinados en un diseño patrón. Este concreto, obtenido en combinación con una relación en peso aditivo/cemento de 0.006 de Neoplast y 0.00 de EucoCell, al 95% de nivel de confianza, alcanzó una densidad de 1632,71 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia a la compresión a los 28 días de 195 kg/cm<sup>2</sup>, siendo significativa la correlación de Neoplast vs resistencia (1.1%) y no siendo necesario el empleo de EucoCell. Asimismo, al 95% de nivel de confianza, a los 28 días alcanzó una resistencia a la tracción de 15,09 kg/cm<sup>2</sup> y a la flexión de 35,15 kg/cm<sup>2</sup>, y un módulo elástico de 206 910 kg/cm<sup>2</sup>; habiéndose superado el rango de resistencia a la compresión, para concretos livianos no estructurales, propuesta por la Portland Cement Association.

**Palabras Clave:** Concreto liviano no estructural, perla de poliestireno expandido, aditivo superplastificante, aditivo incorporador de aire.

## ABSTRACT

The use of concrete cement - light sand from the mixture of only fine aggregate of module of average fineness 1.31 and expanded polystyrene beads of maximum nominal size  $\varnothing$  1/4", Portland cement, water and additives, is technically feasible, and, it is necessary to know the dosage and regulate its use in the corresponding regulations. The problem addressed in this experimental investigation, has allowed to determine the influence of the variation of the dosage of the air-incorporating additives (Euco cell 1000) and superplattifier (Neoplast 8500 HP), but keeping constant the a/c, the percentage constant of fine aggregate and polystyrene beads determined in a standard design.

This concrete, obtained in combination with an additive/cement weight ratio of 0.006 of Neoplast and 0.00 of Euco cell, at 95% confidence level, reached a density of 1632,71kg/m<sup>3</sup>, and a compressive strength at 28 days 195kg/cm<sup>2</sup>, the correlation between Neoplast vs resistance (1.1%) being significant and the use of Euco cell not being necessary. Likewise, at 95% confidence level, at 28 days I reached a resistance to the fraction of 15.09 kg/cm<sup>2</sup> and to the flexion of 35.15kg/cm<sup>2</sup>, and an elastic modulus of 206,910 kg/cm<sup>2</sup>; having exceeded the resistance range to the understanding, for light nonstructural concrete, proposed by the Portland Cement Association.

**KeyWords:** Non-structural lightweight concrete, expanded polystyrene bead, superplattifier additive, air incorporating additive.

## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los siglos, los seres humanos han creado diversos sistemas constructivos en concordancia con los avances de la ingeniería de los materiales de construcción y los correspondientes métodos de fabricación. Actualmente, en Iquitos solamente existe arena fina, no contamos con agregado grueso y tampoco se observa afloramientos rocosos. El concreto liviano o de baja densidad, en este caso es una mezcla de cemento, arena y un agregado liviano (alve) - las perlas de poliestireno expandido -, y adición de los aditivos superplastificante Neoplast 8500 HP y, el incorporador de aire Eucocell 1000. El superplastificante se usa para incrementar el tiempo de trabajabilidad del concreto, es reductor de agua de alto rango y optimizador de cemento; y, el incorporador de aire, desarrollado para reducir la contracción, aumenta el asentamiento, es autonivelante y por tanto no requiere vibrado.

La finalidad de la investigación es determinar la influencia de los aditivos superplastificante e incorporador de aire, a través de la medición de las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena liviano no estructural, en estado fresco y endurecido, como: consistencia y resistencias respectivamente. Los resultados de la investigación permitirán el uso racional de los aditivos en mención cuando se use como agregado fino las arenas de Iquitos con las que se están construyendo diversas obras.

La pregunta principal que se formuló para resolver la situación problemática fue: ¿Cómo Influyen los aditivos incorporador de aire y superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4"$  y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto? Los problemas específicos que contribuyeron en la búsqueda de la solución estuvieron orientados a conocer cuáles eran los valores de las propiedades físicas obtenidos en laboratorio del diseño óptimo de mezcla del concreto cemento-arena no estructural convencional, elaborado con el agregado fino de la cantera en mención; y, cuál era el diseño óptimo de mezcla de concreto cemento-arena

liviano no estructural, empleando perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4$ " incorporando aditivos incluso de aire y superplastificante y agregado fino de la misma cantera y cuáles eran los valores de las propiedades físicas y mecánicas que correspondían a este diseño óptimo. Asimismo, cómo se ven afectadas estas propiedades, al adicionarse solamente el aditivo incorporador de aire, manteniendo constante el aditivo superplastificante, y viceversa.

El objetivo general consistió en determinar la influencia de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena, liviano, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4$ " y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto. Los objetivos secundarios que contribuyeron a aclarar el objetivo general estuvieron orientados a determinar los valores de las propiedades físicas y mecánicas, obtenidos en laboratorio, de los diseños de mezcla del concreto cemento-arena convencional no estructural, elaborado con el agregado fino de la cantera Irina Gabriela, determinar las proporciones óptimas de los aditivos incluso de aire y superplastificante correspondientes al diseño óptimo de mezcla de concreto en mención; y, determinar los valores de las propiedades físicas y mecánicas de este diseño; asimismo, establecer un análisis comparativo de los valores obtenidos de tales propiedades para observar en qué medida se ven afectadas, al adicionarse en diferentes proporciones solamente uno de los aditivos, manteniéndose constante el otro.

La hipótesis principal que orientó la investigación fue: "La utilización de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en proporciones apropiadas, influyen positivamente en la consistencia y desarrollo de resistencia del concreto cemento – arena liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4$ " y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto".

La investigación se circunscribió a la realidad de existencia de solamente agregados pétreos finos de la Selva Baja Peruana, con los cuales se efectuó este estudio de tipo experimental del concreto liviano no estructural, elaborado a partir de la sustitución total del agregado grueso (concreto cemento-arena), por perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing= 1/4$ " para lograr

resistencias cercanas y/o superiores a los ladrillos de arcilla y determinar la influencia de la incorporación de los aditivos uno incluso de aire y el otro superplastificante. El agregado fino se adquirió de la cantera Irina Gabriela ubicada a la altura del Km 17 de la carretera Iquitos-Nauta, lado derecho; y las perlas de poliestireno se obtuvieron en donación por la empresa Ecopor establecida en el sector de Rumococha, Distrito de San Juan Bautista. Los ensayos se realizaron de febrero - abril de 2019, en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad Científica del Perú – UCP. Se evaluaron las resistencias a los 7, 14 y 28 días; los ensayos para determinar el Módulo de Elasticidad y resistencia a la flexión se efectuaron sólo a los veintiocho (28) días.

La presente tesis ha quedado plenamente justificada al haber aportado en el aspecto metodológico de la investigación; pues, a partir de los diseños óptimos se establecieron parámetros de dosificación de los elementos constituyentes del concreto, relación a/c, distribución granulometría de las perlas de poliestireno expandido, módulo de fineza de agregados, perlas, la dosificación de los aditivos incorporador de aire y superplastificante y su influencia en la preparación del concreto liviano no estructural.

Asimismo, con su desarrollo se ha contribuido en los aspectos ambientales, sociales y económicos por las siguientes razones: Las empresas mineras y los Estados mismos, no han tenido, a lo largo del tiempo, el debido cuidado, control y evaluación de los impactos ambientales durante la explotación de las canteras para la obtención de material pétreo utilizado en la preparación del no menos el 80% del volumen de concreto – material por excelencia- de uso en la construcción civil (Álvarez & Irigoin, 2014 en Barba & García, 2018). A esta realidad problemática si se añade la próxima puesta en marcha de la industria petroquímica en nuestro país, nos coloca en un escenario que obliga a la academia a tomar una posición para contribuir en la solución ante la generación de poliestireno como sub producto residual. (Ministerio de Energía y Minas, 2015).

Desde fines del siglo pasado, se está experimentado la búsqueda de un concreto estructural liviano; en el presente caso, el hecho que, las perlas de poliestireno expandido al estar formado en un 98% de aire, al usarse como sustituto del agregado grueso, no solamente rebaja el peso hasta niveles de un concreto

liviano, sino se convierte en aislante térmico y acústico para construcciones ecológicamente más eficientes y de bajo precio. Además, se está buscando insumir el poliestireno que representa un producto altamente tóxico para el planeta, que no es biodegradable y que su descomposición tarda unos mil años, a lo que se agrega, el caso de que si es consumido por animales marinos y aves les ocasiona la muerte (Manrique, 2016 en Barba & García, 2018). Es por esto que, siguiendo las línea de investigación del Programa Académico de Ingeniería Civil, de la Universidad Científica del Perú “Ingeniería de los materiales y construcción de infraestructura” se estudió la influencia en el comportamiento de un concreto elaborado a base de cemento, agregados fino solamente existente en las canteras de Iquitos, es decir sustituyendo el 100% del agregado grueso por perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4$ ”, al que se le incorporó un aditivo inclusor de aire y otro superplastificante, proyectándonos alcanzar resistencias cercanas y/o superiores a los de los ladrillos de arcilla; concreto liviano que podría utilizarse en las edificaciones populares y en la autoconstrucción de viviendas.

La investigación consta de 8 capítulos; Introducción, Marco teórico, Metodología, Resultados, Análisis e interpretación de los resultados, Discusión, Conclusiones y recomendaciones y Bibliografía.



## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

**Ari Queque (2002)**, en su trabajo de tesis “Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland tipo I”, utilizó el aditivo superplastificante y retardador de fraguado “Sika Viscocrete – 1” basado en Poli carboxilatos Modificados, cemento portland tipo I Andino y agregados de las canteras “Cerro Camote” (agregado fino con módulo de finura de 2.51 y con 11.30% de material más fino que pasa la malla N° 200) y “Jicamarca” (agregado grueso como piedra chancada de tamaño nominal máximo 3/4” y tamaño máximo 1”) con el objetivo de determinar en qué medida se mejoran las propiedades del concreto, especialmente en lo referente a la ganancia de resistencia a la compresión del concreto endurecido y retardar el tiempo de fraguado, para su uso en zonas cálidas.

Este estudio efectuado para tres relaciones agua/cemento ( $a/c=0.40, 0.45$  y  $0.50$ ) y tres dosificaciones de aditivo para cada relación  $a/c$ : 1.0%, 1.2% y 1.4% del peso de cemento (los cuales equivalen a  $386\text{cm}^3/\text{bl}$ ,  $464\text{cm}^3/\text{bl}$  y  $541\text{cm}^3/\text{bl}$  de cemento respectivamente). Encontró que el mayor beneficio es para la relación  $a/c=0.50$ , esto es por la variación existente entre el beneficio en la obtención de incremento de resistencia y el costo del concreto, pues para las tres relaciones  $a/c$  indicadas se aplicó  $541\text{ cm}^3/\text{bl}$  de cemento de aditivo (1.4% de aditivo) obteniéndose a los 42 días un beneficio de resistencia y un incremento en el costo de 107.3% y 64.3%, respectivamente para la primera relación  $a/c$ ; y, para la segunda de 10.5% y 62.7%, respectivamente; y, para la relación  $a/c=0.50$  obtuvo un beneficio en la resistencia de 96.6% y un incremento en el costo de 48.0% (Ari Queque, 2002). Y para las mismas relaciones  $a/c = 0.40, 0.45$  y  $0.50$  en el diseño patrón (sin aditivo) obtuvo a los 42 días, resistencias a la compresión de  $497.2\text{ kg/cm}^2$ ,  $430.8\text{kg/cm}^2$  y  $420.8\text{ kg/cm}^2$ , respectivamente; y, correspondientemente módulos elásticos de  $138\ 960.21\text{ kg/cm}^2$ ,  $215\ 968.31\text{kg/cm}^2$  y  $260\ 577.77\text{kg/cm}^2$ , respectivamente; sin embargo, para las tres relaciones  $a/c$  al aplicárselas  $541\text{ cm}^3/\text{bl}$  de cemento de aditivo obtuvo los siguientes valores de módulos elásticos estáticos:  $152\ 814.92\text{ kg/cm}^2$ ,  $188\ 960.89\text{kg/cm}^2$  y  $195\ 036.44\text{ kg/cm}^2$ , respectivamente (Ari Queque, 2002).

**Villablanca (2006)**, en su tesis para optar el título de ingeniero civil, determinó la influencia del aditivo incorporador de aire en la resistencia mecánica del hormigón, llegando a las siguientes conclusiones:

### **Densidad**

- “El aditivo incorporador de aire produce una disminución de la densidad en los hormigones fabricados con él”. “Las densidades mínimas obtenidas con la dosis máxima, son prácticamente iguales para todos los hormigones estudiados”. “Las densidades mínimas determinadas están levemente por debajo de la mínima que se recomienda para un hormigón normal (2,55 – 2,35 kg/dm<sup>3</sup>)”.
- “El contenido de aire, que para los hormigones patrones considerados para este estudio se estima 10L. según norma Nch170, aumenta con la dosis mínima de aditivo incorporador de aire en 24L los que sumados a los 10L del hormigón patrón llegan a 34L”. “Con la dosis máxima aumento el contenido de aire en 69L los que sumados a los 10L del hormigón patrón nos dan un total de 79L”.
- “En términos porcentuales expresados en volumen los hormigones patrones contienen un 1% de aire versus los hormigones fabricados con la dosis mínima donde el contenido de aire total es de un 3,4% y con la dosis máxima los hormigones alcanzan un contenido de aire total de un 7,9%”. “Por último, de los resultados obtenidos, se puede decir que los aumentos en el contenido de aire debido al aditivo incorporador de aire es similar en todos los hormigones incluidos en el presente estudio”.

### **Docilidad**

- “Se pudo observar que el aditivo incorporador de aire tiene un efecto importante en la docilidad de los hormigones”. “La docilidad aumenta en todos los tipos de hormigones estudiados, a mayor dosis de aditivo incorporador de aire”.
- “Para el hormigón H-2, con la dosis mínima, el asentamiento varió de 7cm a 11cm siendo el aumento de 4cm, con la dosis máxima vario de 7 a 16cm siendo el aumento 9cm”. “Para el hormigón H-30, con la dosis mínima el asentamiento del cono vario de 6cm a 9cm siendo el aumento de 3cm, con la dosis máxima vario de 6 a 13cm siendo el aumento de 7cm”. “Para

el hormigón H-3,6, con la dosis mínima el asentamiento del cono vario de 6cm a 9cm siendo el aumento de 3cm, con la dosis máxima vario de 6 a 14cm siendo el aumento de 8cm”.

- “El aumento de la docilidad tanto para la dosis mínima como para la dosis máxima y para todos los tipos de hormigón estudiados son similares observándose diferencias de solo 1 a 2cm”.

### **Resistencia a Compresión**

- “La resistencia a compresión disminuye fuertemente a medida que aumenta la dosis de aditivo incorporador de aire obteniéndose la resistencia más baja con la dosis máxima de aditivo utilizada, la que es recomendada por el fabricante”.
- “La influencia en la perdida de resistencia de las distintas dosis aplicadas es similar en todas las edades de ensayo consideradas en el estudio y para todos los tipos de hormigón analizados”. “Para todos los tipos de hormigón considerados en el estudio la perdida de resistencia es más fuerte al aplicar la dosis mínima (1era dosis), disminuyendo en la aplicación de las dosis 2da, 3era y 4ta”. “La disminución promedio es de un 27% con la dosis mínima y de un 53% con la dosis máxima ambas recomendadas por el fabricante”.

### **Resistencia a Flexo tracción**

- “La resistencia a la flexotracción disminuye al aumentar la dosis del aditivo incorporador de aire”. “El aumento en la disminución de resistencia según la dosis aplicada es similar en cada una de ellas”.
- “La pérdida en la resistencia con la dosis máxima es inferior a la obtenida a la compresión (Flexotracción 36% y compresión 53%)”. “La disminución de resistencia a la flexotracción es de 15% con la dosis mínima y de 36% con la dosis máxima”. (Villablanca, 2006).

**Valdez y Suarez (2010)**, en su trabajo de investigación sobre bloques de concreto ligero a base de poliestireno, obtuvieron los siguientes resultados: Resistencia a la compresión a los 07 días : 4.5 Mpa  
Resistencia a la compresión a los 14 días : 5.7 Mpa

Resistencia a la compresión a los 28 días	:	6.6 Mpa
Densidad promedio	:	1158 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de Elasticidad promedio	:	9.19 Gpa (Valdez y Suarez, 2010).

**Yzquierdo (2015)**, en su tesis para optar el título de ingeniero civil por la Universidad de Cajamarca, sobre “Influencia del aditivo Chema Estruct en la resistencia a la compresión del concreto con agregados grueso y fino con cemento Pacasmayo y cemento Inka, llegó a las siguientes conclusiones:

- “La dosis óptima de aditivo encontrada es de 425 mililitros por bolsa de cemento con la cual se obtuvo una resistencia a la compresión de 162.709 kg/cm<sup>2</sup> el cual representa el 77.48% del 100% (210 kg/cm<sup>2</sup>), con cemento Pacasmayo Tipo I y con cemento Inka Tipo I Co, se obtuvo una resistencia de 115.873 kg/cm<sup>2</sup>, que es el 55. 18% del 100% (210 kg/cm<sup>2</sup>), a los tres días de curado”.
- “La incorporación del aditivo Cherna Estruct, hace que incremente en 40.42% más la resistencia a la compresión en el cemento Pacasmayo Tipo I que el cemento Inka Tipo I Co, a los tres días”.
- “Al incorporar aditivo Cherna Estruct a la mezcla de concreto en la proporción de 425 mililitros por bolsa incrementa la resistencia a la compresión en un 20.57% con cemento Pacasmayo Tipo I, a los tres días”. Y, en la misma proporción por bolsa de cemento, la resistencia a la compresión se incrementa en 12.79% a los 28 días.
- “Cuando se incorpora aditivo Cherna Estruct en la proporción de 425 mililitros por bolsa de cemento a la mezcla de concreto incrementa la resistencia a la compresión en 10.56% con cemento Inka Tipo I Co, a los 28 días”.
- “La resistencia promedio a la compresión de especímenes de concreto elaborados sin aditivo Cherna Estruct a los 28 días, dio como resultado de 232.00 kg/cm<sup>2</sup> con cemento Pacasmayo Tipo I y con cemento Inka Tipo I Co, fue de 225.680 kg/cm<sup>2</sup>”.

- “La resistencia promedio a la compresión de especímenes de concreto elaborados con aditivo Cherna Estruct a los 28 días, dio como resultado de 258.586 kg/cm<sup>2</sup> con cemento Pacasmayo Tipo I y con cemento Inka Tipo I Co, fue de 239.990 kg/cm<sup>2</sup>”.
- “La desviación estándar de los 30 especímenes con cemento Pacasmayo Tipo I sin aditivo a los 28 días es de 14.482 kg/cm<sup>2</sup>”. “La desviación estándar de los 30 especímenes con cemento Pacasmayo Tipo I con aditivo a los 28 días es de 12.373 kg/cm<sup>2</sup>”.
- El coeficiente de variación de los 30 especímenes con cemento Inka Tipo I Co sin aditivo a los 28 días es de 27.27%. El coeficiente de variación de los 30 especímenes con cemento Inka Tipo I Co con aditivo a los 28 días es de 23.34%.
- La resistencia a flexión a los 7 días con cemento Pacasmayo Tipo I sin aditivo es de 13.509 kg/cm<sup>2</sup> el cual es el 10% de la resistencia a la compresión.
- La resistencia a tracción directa a los 7 días con cemento Pacasmayo Tipo I sin aditivo es de 16.587 kg/cm<sup>2</sup> el cual es el 14% de la resistencia a la compresión. (Yzquierdo, 2015)

**Contreras (2016)** en su trabajo de grado denominado “Diseño de mezcla de concreto a base de perlas de poliestireno expandido como agregado para la elaboración de bloques destinados a mampostería de concreto aligerado”, expone un diseño y el análisis comparativo de resistencia entre bloques tradicionales y bloques de concreto con perlas de poliestireno. Elaboraron 24 bloques de concreto experimental, los cuales arrojaron una disminución del peso de los mismos, menores costos y una mayor resistencia a la compresión en los bloques experimentales con una variación en el agregado de poliestireno del 15% y del 75%, señalando que los otros valores no mostraron eficiencia admisible (Contreras, 2016).

**Calderón (2016)**, en su tesis para optar el título de ingeniero civil por la Universidad Andina de Juliaca – Perú "Influencia del poliestireno, aditivo incorporador de aire en el comportamiento mecánico del concreto con agregado natural y procesado de la ciudad de Huancané", se propuso como objetivo general: determinar las propiedades mecánicas del concreto con poliestireno, aditivo incorporador de aire en el concreto, con agregado natural de la cantera Isla-Juliaca y agregado procesado de la cantera Quechaya-Huancané. Para ello elaboró 42 probetas, las cuales se dividieron en 2 grupos:

- El primer grupo de 21 briquetas, 03 de ellos con agregado natural, 09 agregando poliestireno en 0.3%, 0.6% y 0.9%, según el peso del cemento, y otros 09 agregando aditivo incorporador de aire en 0.3%, 0.6% y 0.9% según el peso del cemento.
- El segundo grupo de 21 briquetas, 03 de ellos con agregado procesado, 09 agregando poliestireno en 0.3%, 0.6% y 0.9%, según peso del cemento, y otros 09 agregando aditivo incorporador de aire en 0.3%, 0.6% y 0.9% según peso del cemento.

El "ensayo de rotura para determinar la resistencia a la compresión; y, el de deformación del concreto para determinar el módulo de elasticidad", se efectuó en el laboratorio de suelos, concreto y asfalto de la UANCV, a la edad de 28 días de vaciado de las briquetas. Los resultados obtenidos con agregado natural de la cantera Isla incorporando poliestireno hasta el 0.9% según peso del cemento, indican una reducción de hasta un 20.58% de la resistencia y un 30.18% del módulo de elasticidad; y, en el concreto con agregado natural, con aditivo incorporador de aire hasta el 0.9% del peso del cemento, la resistencia reduce en un 16.49% y su módulo de elasticidad en un 25.83%, respectivamente. Y los resultados con agregado procesado de la cantera Quechaya Huancané, incorporando poliestireno hasta el 0.9% según peso del cemento, determinó una reducción de hasta un 26.08% en la resistencia a la compresión y un 12.47% en el módulo de elasticidad; y, en el concreto con agregado procesado con aditivo incorporador de aire hasta el 0.9% del peso del cemento, la resistencia reduce en un 28.73% y su módulo de elasticidad en un 5.41%, respectivamente.

**Sánchez (2017)**, en su trabajo de tesis para optar el título de ingeniero civil por la Universidad Continental, estudió la influencia del uso de aditivo superplastificante en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para  $f'c = 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$ , elaborados con agregados grueso y fino del área de influencia del departamento de Junín (Perú), llegó a las siguientes conclusiones:

- El asentamiento del concreto fresco en el cono de Abrams, para cualquier relación  $a/c$ , experimentó incrementos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 650 ml, e incrementos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 1600 ml.
- El tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de cono de  $3 \frac{1}{2}$ ", para cualquier relación  $a/c$ , desarrolló incrementos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 650 ml, e incrementos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 1600 ml.
- La mínima y máxima temperaturas promedio alcanzadas por las mezclas de concreto fueron de  $19^\circ\text{C}$  y  $20^\circ\text{C}$ . Estos valores están en los límites permisibles de  $13^\circ\text{C}$  y  $32^\circ\text{C}$  para una adecuada hidratación del concreto.
- La variación máxima de  $1^\circ\text{C}$  alcanzada por las mezclas corroboró que se tomaron las medidas adecuadas para evitar la influencia del medio exterior.
- La inclusión del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto para dosis iguales a 650 ml genera aire atrapado mínimo para las resistencias 175, 210 y  $245 \text{ kg/cm}^2$  con sus respectivas relaciones  $a/c$ , lo que es favorable para las resistencias a la compresión finales.
- La inclusión del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto ocasionó un incremento del peso unitario del concreto para dosis iguales a 650 ml. Sin embargo, para dosis superiores a 650 ml, el peso unitario del concreto experimenta un decrecimiento. No obstante, este valor se encuentra mayormente por encima del peso unitario de la mezcla patrón salvo para los diseños A-5 y B-5. Esto ocurre debido a que con la adición de aditivo hasta dosis de 650 ml/100 kg de cemento el porcentaje de aire

atrapado disminuye lo cual genera menos espacio de vacíos que serán ocupados por el concreto. Por ende, aumentará el peso unitario para esta dosificación.

- La inserción del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto, generó un porcentaje de exudación mínimo para dosis de 650 ml. Sin embargo, en la medida que se aumentan dosis por encima de los 1600 ml, se observa que el porcentaje de exudación aumenta. No obstante, este valor está siempre por debajo del porcentaje de exudación obtenido para la mezcla patrón.
- La exudación, para cualquier relación a/c, alcanzó decrecimientos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 650 ml, y decrecimientos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 1600 ml. • En síntesis, el aditivo superplastificante influye en la trabajabilidad del concreto, pues la incorporación del aditivo a las mezclas de concreto modificará las propiedades de asentamiento, temperatura, peso unitario y exudación.
- La adición del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto provocó en la mayoría de diseños de mezclas un breve retraso en el tiempo de fraguado con respecto al concreto patrón. Estos valores son mayores para las dosis de 1600 ml. Este retraso se debe a la naturaleza o composición química del aditivo superplastificante, fabricado con sales de condensado de naftaleno sulfonado y formaldehído (SNF).
- El tiempo de fragua inicial, para cualquier relación a/c, alcanzó sus incrementos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 650 ml, y sus incrementos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 1600 ml.
- El tiempo de fragua final, para cualquier relación a/c, alcanzó sus incrementos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 650 ml, y sus incrementos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 1600 ml.



### **Resistencia a la compresión** (Sánchez Zárate, 2017)

- Los valores del tiempo de fragua inicial y final, obtenidos para las diferentes dosis de aditivo con resistencia a la compresión 175, 210 y 245 kg/cm<sup>2</sup> con relaciones a/c = 0.63, 0.56 y 0.63, no superan los límites establecidos por la norma ASTM para aditivos Tipo F (-1:00 a +1:30 hrs: min) únicamente hasta la dosis de 650 ml/100 kg de cemento.
- La incorporación del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto ocasionó un incremento de la resistencia a la compresión para dosis debajo e igual a 1100 ml. Sin embargo, para dosis superiores a 1100 ml, la resistencia a la compresión del concreto experimenta un decrecimiento. No obstante, este valor se encuentra mayormente por encima de la resistencia a la compresión de la mezcla patrón.
- La resistencia a la compresión alcanza sus valores máximos con dosis de 1100 ml de aditivo superplastificante, para cualquier edad y resistencia con su respectiva relación a/c.
- La resistencia a la compresión logra alcanzar sus valores mínimos con dosis de 1600 ml de aditivo superplastificante, para cualquier edad y relación a/c.
- Se alcanzaron resistencias mayores al 50% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en tres días, para dosis de 650 ml del aditivo superplastificante para cualquier relación a/c.

**Rodríguez Chico (2017)** en su trabajo de tesis para optar al título de Ingeniero Civil "Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca" encontró un concreto liviano a base de poliestireno de densidad aparente 1600 Kg/m<sup>3</sup> y con una resistencia a la compresión de 30.37 y 62.75Kg/cm<sup>2</sup> a los 7 y 28 días respectivamente, con módulo de elasticidad de 69601.40 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Utilizando el 7.61% de perla de poliestireno expandido modificado con densidad de 154.17 Kg/m<sup>3</sup> y el 92.39% de arena con módulo de fineza 2.71, con relación a/c de 0.47 (Rodríguez Chico, 2017).

**Barba y García (2018)**, como trabajo de tesis para optar el título profesional de ingeniero civil en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú -UCP, el tema “Estudio exploratorio en diseño de mezclas del concreto cemento -arena liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018”, En la fase exploratoria, el “Concreto liviano no estructural - CL03”, alcanzó una resistencia  $f'c$  de  $175 \text{ kg/cm}^2$  y una densidad de  $1484.49 \text{ kg/m}^3$ , por lo tanto, puede ser considerado un concreto estructural. Al preparar el concreto liviano con los aditivos Neoplast 8500 HP y Eucocell 1000, se llega a reducir la cantidad de agua requerida para el diseño, manteniendo la trabajabilidad en la mezcla (Barba y García, 2018).

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 El Concreto**

El concreto es un producto artificial constituido por la mezcla básicamente de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, resultante de la combinación química del material cementante con el agua, está compuesta de cemento portland y agua, une los agregados pétreos (arena: agregado fino y piedra chancada: agregado grueso), los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial (Rios, 2011). La pasta constituye la fase continua del concreto y los agregados la fase discontinua, pues éstos no se encuentran unidos y en contacto sino, se hallan separados por espesores diferentes de pasta endurecida. En la Norma E.060 Concreto Armado se define al concreto como Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. En la actualidad, se pueden obtener concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos, y/o utilizando agregados especiales (diversos agregados ligeros o pesados), aditivos (plastificantes, micro sílice, ceniza volante) (Barba & García, 2018), (Nilson, 1999). Por su parte Nilson (1999) da a entender que la calidad del concreto depende de la calidad de la pasta, calidad del agregado y de la unión entre pastas y agregados. En todo concreto de calidad las partículas de los agregados se cubre completamente por la pasta, llenándose por está totalmente todos los espacios entre dichas partículas.

### 2.1.1.1 Componentes del Concreto

Según Pasquel (1998), los componentes activos del concreto son: cemento, agua, agregados y aditivos, siendo el elemento pasivo el aire. El uso de aditivos en el concreto ha devenido en casi una práctica común porque su uso mejora las condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, lo cual constituye en solución tanto económica como ambiental.

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad. Esta es, a la larga, una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento (Mayta Rojas J., 2014 en Sánchez Zarate, 2017).

Proporciones en volumen absoluto de los componentes del concreto

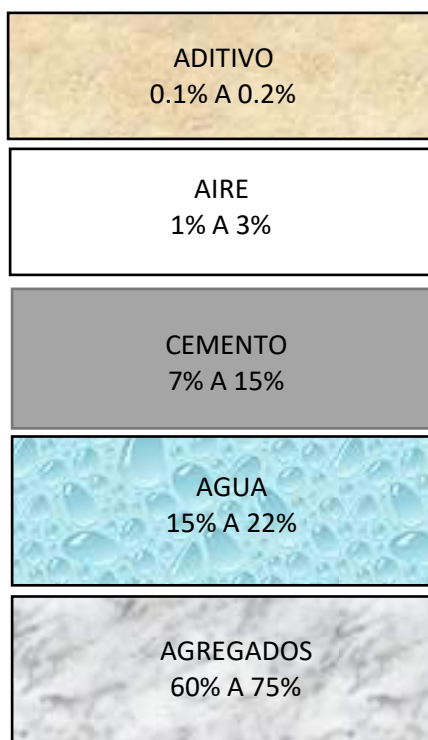


GRÁFICO N° 1 Componentes del Concreto (Sánchez Zárate, 2017)

Fuente: Instituto de Construcción y Gerencia, ICG, 2013.

## 2.2.2 Concreto Ligero

**Niño Hernández (2010)**, en su libro sobre Tecnología del Concreto clasifica al concreto, tomando en cuenta su masa unitaria: Concreto ligero los de masa unitaria entre 500 – 2000 Kg/m<sup>3</sup>; concreto normal (convencional) los de masa unitaria entre 2000 – 2500 Kg/m<sup>3</sup> y concreto pesado los de masa unitaria entre 2600 – 5600 kg/m<sup>3</sup> (Niño Hernández, 2010). Para **Neville (2011)**, concretos ligeros estructurales, son aquellos que poseen una densidad significativamente menor a la de un concreto convencional, es decir de aquellos cuya densidad está comprendida entre los 2200 a 2400 kg/m<sup>3</sup>, aunque el término es confuso este tipo de concretos tiene una aplicación específica como aislante especialmente aquellos que poseen densidades muy bajas como es reportado en numerosas investigaciones (Campos, 2014). Y por su parte **Kosmotks S.H. & Kerkhoff B. (2004)**, indican que el concreto ligero (liviano) estructural es un concreto similar al concreto de peso normal, excepto que tienen una densidad menor (1350 a 1850 kg/m<sup>3</sup>): Se le produce con agregados ligeros o con una combinación de agregados ligeros y normales o a través del procesamiento de otros tipos de materiales, tales como escorias y piedra pómez natural o artificiales; y, en la actualidad con el uso de materiales de desecho de uso común o industrial. (Kosmotks & Kerkhoff, 2004).

**LA American Concrete Institute -ACI 213R-87** En “Guide to structural Lightweight Aggregate Concrete” ACI manual of concrete Practice, Parte 1, clasifica los concretos ligeros de la siguiente manera: (ACI 213 - 87, 1987):

- **Concreto ligero de uso no estructural:** Se compone de una mezcla de agregado ligero y peso norma; tiene una densidad comprendida entre 1120 y 1920 kg/m<sup>3</sup> y posee una resistencia mínima a la compresión de 17Mpa.
- **Concreto ligero uso no estructural de moderada resistencia:** Concreto cuya resistencia a la compresión está comprendida entre 7 y 17 Mpa y se emplea generalmente con fines de aislamiento térmico.
- **Concreto de baja densidad:** Concretos la densidad está comprendida entre 300 y 800 kg/m<sup>3</sup>; se usan generalmente con fines no estructurales y como aislamiento térmico.

**Sidney Mindess, J. Francis Young & David Darwin, (2003)** Consideran dos tipos de concreto ligero, dependientes del tipo de agregado utilizado:

- ❖ **Concreto aireado en autoclave o concreto celular:** Se elabora con agua, cemento y aire; siendo este último el más importante y que se logra incorporándolo como burbujas de aire en la matriz, por lo que se le denomina también concreto “aireado”, “espumas” este concreto se produce para brindar aislamiento tanto térmico como de ruido y como aligerante (Sidney Mindess, J. Francis Young & David Darwin, 2003). Según Campos (2014), el concreto celular con autoclave que se logra mediante la inmersión de calor al espécimen evita que la matriz de poros colapse formando una red muy resistente y además ordenada (Campos, 2014).
- ❖ **Concreto con agregados ligeros.** elaborado con agregados porosos sean naturales como la piedra pómez o fabricados como la arcilla expandida. especiales diferentes a los procedentes de las rocas calizas con los que generalmente se elaboran los concretos convencionales (Sidney Mindess, J. Francis Young & David Darwin, 2003). Los agregados de origen artificial como los poliméricos, poseen un coeficiente de conductividad muy bajo y oponen buena resistencia al paso del calor debido a su microestructura. (Campos, 2014).

En el trabajo de investigación referida a la sustitución del fino liviano por arena natural, Velazco (1984), hace las siguientes precisiones: Parece lógico pensar que, al utilizar agregado fino de origen pétreo en lugar de fino liviano, el módulo de elasticidad debe elevarse: no solo es intuitivo; se observa en todos los modelos matemáticos para materiales compuestos que el módulo de elasticidad del compuesto se incrementa al aumentar la rigidez de cualquiera de sus componentes. Igual sucede con la dureza superficial: un compuesto de matriz – inclusiones, tal como lo es el concreto (pasta / agregados) mejorará su dureza al mejorar la dureza de cualquiera de sus componentes. Velazco (1984), a partir de los trabajos de investigación

sobre el *mecanismo de fractura del concreto* de Glucklinch (1963), Shah (1969) y Nicholls (1976), expone las siguientes razones por las cuales mejorarían las resistencias mecánicas del concreto al aumentar la resistencia y rigidez del agregado fino:

1. Existen poros y grietas en el material antes de ser sometido a carga: poros y microgrietas en la pasta, así como grietas de adherencia pasta / agregado fino y mortero / agregado grueso.
2. Al comenzar la sollicitación se produce una deformación elástica cuasi-lineal hasta aproximadamente 30-50% de la carga máxima, valor que depende de la relación agua/cemento y de la relación volumétrica y resistente pasta/agregado; es más alto en el concreto liviano. En esta etapa no se producen nuevas grietas ni se desarrolla ninguna de las existentes.
3. Se produce el desarrollo abrupto de la primera grieta, la cual comienza en la interfase de uno de los agregados de mayor tamaño, y se extiende en la dirección de la dirección de la carga. Posteriormente aparecen nuevas grietas, la curva esfuerzo – deformación deja de ser lineal y se observa unaseudoplasticidad, producto de las restricciones que ofrece el material al agrietamiento: otros agregados, poros, zonas localizadas de bajas tensiones. Por debajo del 70% de la carga máxima la abertura de las grietas es de una a dos centésimas de milímetro y cierran casi totalmente si se elimina la carga.
4. Las grietas se propagan, pero no hay desintegración extendida de la matriz; aumenta la curvatura del gráfico esfuerzo – deformación. En el concreto convencional la mayor parte de las grietas rodean al agregado grueso, mientras que en el concreto liviano lo atraviesan. El agrietamiento continúa hasta alcanzar la compacidad máxima, que se produce

alrededor del 80% en concretos convencionales y del 90% en concretos livianos.

5. La extensión del daño es tal que se produce expansión volumétrica, el material deja de ser continuo y se alcanza la resistencia máxima.
6. Luego del pico en el gráfico esfuerzo – deformación se produce la curva de descenso cuya forma es causada principalmente por la variación estadística de la resistencia última, y depende de la relación volumétrica y resistente entre el agregado grueso y el mortero.

Como se observa, la fracción fina del agregado no parece intervenir en el mecanismo de rotura del concreto, excepto en los concretos de alta resistencia donde la capacidad resistente del mortero se logra incrementar hasta acercarse a la del agregado grueso (Velazco, 1984). En los concretos livianos generalmente sucede lo contrario, según refieren Nicholls (1976) y Wesche (1973), ya que el eslabón débil lo constituye el agregado grueso. Según Velazco (1984) la explicación para que las resistencias mecánicas de los concretos livianos aumenten al sustituir el fino liviano por arena natural podría ser la diferencia en el escalonamiento granulométrico que se produce al incluir uno u otro material. En efecto, Arenas y Bravo (1974) y Cormon Pierre (1973), determinaron que las propiedades mecánico-resistentes de los concretos livianos si se incrementan al utilizar granulometrías más finas, aún dentro de los límites recomendados, por lo que sus resistencias mecánicas están más influenciadas por la variación de la granulometría de los agregados que las de los concretos convencionales; sin embargo, en los trabajos de investigación, de Hanson (1964), Pfeifer & Hanson (1967) y Pfeifer (1967) el control de la granulometría de las combinaciones utilizadas no fue suficientemente estricto para asegurar que este parámetro no haya influenciado los resultados obtenidos (Velazco, 1984).

**Según NTC-C (2004)**, el concreto ligero es un concreto con peso volumétrico en estado fresco menor o igual que  $19\text{kN/m}^3$  ( $1900\text{ kg/m}^3$ ). De esta manera, la utilización de este concreto permite reducir las cargas muertas en las

estructuras y, por tanto, las fuerzas sísmicas se reducen. En cuanto a las propiedades térmicas, el concreto ligero tiene bajo coeficiente de conductividad térmica en comparación con los concretos de peso normal y autocompactable; adicionalmente, este tipo de concreto ofrece adecuadas propiedades acústicas y de resistencia al fuego.

Usualmente, el tamaño máximo del agregado que se utiliza en el concreto ligero es de 10mm. Este concreto se dosifica para proporcionar revenimientos que varían entre 14 y 18 cm y, por tanto, el concreto es apto para ser bombeable. En este concreto es difícil obtener resistencias a compresión mayores que 20MPa (200 kg/cm<sup>2</sup>), sin que se alteren sus propiedades de rigidez y peso volumétrico, ya que en la medida que se incrementa la resistencia, sistemáticamente se incrementa el peso volumétrico y el módulo de elasticidad. Cemex (2012), señala “para una resistencia de 15MPa (150 kg/cm<sup>2</sup>), el costo del concreto de peso ligero es alrededor de 5% mayor que el costo del concreto de peso normal” (CEMEX, 2012)

### **2.2.3 Concreto liviano con perlas de poliestireno**

Concreto que se obtiene mezclando cemento, arena, agua y perlitas de poliestireno expandido. Este tipo de concreto se diferencia de otros concretos livianos por las propiedades que le aportan las partículas de poliestireno (Barba & García, 2018).

La fabricación de las perlas de poliestireno expandido se efectúa generalmente utilizando como agente expansor el pentano. Como parte del proceso se aplica energía térmica para que el agente expansor que contienen se caliente y éstas aumenten su volumen, a la vez que el polímero se plastifica y alcanzan una densidad aparente entre 10 kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup>.

En el concreto liviano, se utilizan las perlas de poliestireno expandido, las cuales pueden reemplazar totalmente el agregado grueso, y parcialmente el agregado fino, debido a que son áridos que no absorben agua, no tienen impurezas, no reaccionan con el cemento y además tiene buena adherencia con el mismo. En el proceso de mezclado mecánico, se coloca el poliestireno previamente mojado para aumentar su peso, luego se vierte el agregado fino



que se va a adherir a la superficie del poliestireno, luego de la mezcla se coloca el cemento y al final el agua de mezclado. El material obtenido forma una masa consistente, que se coloca en el sitio por vibrado o apisonamiento manual. Para la elaboración del concreto liviano con poliestireno expandido se debe tener en cuentas la exacta dosificación del agua, debido a que un exceso de agua puede ocasionar una mezcla no cohesiva y segregación del material en la superficie, caso contrario si la dosificación es correcta la mezcla será homogénea. (Rodriguez Chico, 2017)



Fuente: <http://www.arkigrafico.com/>

GRÁFICO N° 2 Perlas de Poliestireno - (Rodriguez Chico, 2017)

### 2.2.3.1 Propiedades y características

(Paulino Fierro & Espino Almeyda, 2017) En su trabajo de investigación sobre concreto liviano elaborado con perlas de poliestireno expandido señala a la baja densidad y a la capacidad de aislante térmico, como propiedades principales de estos concretos; así mismo indica poseer menor absorción de humedad y baja resistencia mecánica.

**Tabla N° 1 Densidad y resistencia del concreto con perlas de poliestireno**

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión(kg/cm <sup>2</sup> )
200	8
250	10
300	15
350	19

Fuente: (Barba & García, 2018)

## 2.3 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

### 2.3.1 El cemento Portland

Según la Norma de Estructura E.060 Concreto Armado – 2009, el cemento portland se obtiene por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio o de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante; sin embargo, todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. El cemento químicamente reacciona con el agua que se le añade en proporción apropiada y forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

Según refiere (Ari Queque, 2002), “En 1929 como consecuencia de una serie de investigaciones experimentales, el químico R. H. Bogue establece las fórmulas que permiten el cálculo de los componentes del cemento en base a conocer el porcentaje de óxidos que contiene, habiendo sido asumidas como norma por ASTM C -150, permitiendo una aproximación práctica al comportamiento potencial de cualquier cemento Portland normal no mezclado”.

Para la fabricación de concreto hidráulico se usan cualquier cemento que cumpla con la norma ASTM C-150. En el mercado peruano, existen los siguientes tipos: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V, además los cementos adicionados como por ejemplo el Tipo IPM:

**El Tipo I:** Conocido como cemento Portland ordinario y es el de mayor uso en la construcción de edificaciones y otras infraestructuras que no requieran propiedades especiales del concreto para prevenir por ejemplo la agresión del salitre, aguas saladas u otros elementos dañinos.

(Ari Queque, 2002), señala que, en general los cementos de producción nacional siguen los comportamientos típicos de los cementos de fabricación mundial; sin embargo, indica, que la experiencia en el uso de ellos no puede generalizarse a priori, debido a la variabilidad de los valores de las propiedades a corto plazo que se pueden apreciar en las tablas, lo cual al ser indicador que no todos nuestros cementos siempre mantengan

parámetros constantes en el corto plazo, es recomendable efectuar pruebas de control de las propiedades.

El cemento que se utilizó en la presente investigación es el Portland Tipo I “Sol” que tiene las siguientes características químicas y físicas:

**Tabla N° 2 Características químicas del Cemento Portland Tipo I - Sol**

Análisis químico	Valores
Dióxido de sílice (SiO <sub>2</sub> ) %	19,04
Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) %	6,27
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) %	3,39
Óxido de Calcio (CaO) %	62,17
Óxido de Magnesio (MgO) %	3,25
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> ) %	2,62
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O) %	0,88
Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O) %	0,20
Otros (%)	0,68
Pérdida por Ignición (P.I.) %	1,65
Total	100,15
Insolubles (%)	0,67
Álcalis totales (%)	0,78
Cal libre (CaO (l)) (%)	0,32
CO <sub>2</sub> (%)	0,91
Fases mineralógicas (según Bogue)	
C <sub>3</sub> S	49,23
C <sub>2</sub> S	17,45
C <sub>3</sub> A	10,88
C <sub>4</sub> AF	10,32

Fuente: (Barba & García, 2018)

**Tabla N° 3 Características físicas del cemento Portland Tipo I – Sol**

Ensayos físicos	Valores
Retenida malla 100 (%)	0,16
malla 200 (%)	0,88
malla 325 (%)	6,60
Superficie específica Blaine (m <sup>2</sup> /kg)	325
Contenido de aire (%)	5,98
Expansión autoclave (%)	0,11
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	3,13
Fraguado Vicat Inicial (min)	130
Fraguado Vicat Final (min)	293
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	
24 hrs	155
3 días	259
7 días	319
28 días	389

Fuente: (Barba & García, 2018)

### **2.3.2 Agregados**

Conjunto de partículas, sean éstas de origen natural o artificial, que puedan ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma Técnica Peruana 400.011 (Ari Queque, 2002). Llamados también áridos o inertes; sus características físicas más importantes son: peso unitario, peso específico, contenido de humedad, porosidad y la distribución granulométrica de las partículas o granulometría, el módulo de finura; las que son evaluadas a través de ensayos de laboratorio estandarizados, para su comparación con valores de referencia establecidos en las Normas o para definirlos en los diseños de mezcla de concreto (Chavez & Pinchi, 2015).

El control de calidad del concreto requiere que para realizar los ensayos de los agregados se efectúe un muestreo apropiado para la cual se han establecido en la Norma Técnica NTP 400.010, concordante con la Norma ASTM C 702.

El agregado según diámetro de las partículas, se divide en agregados grueso y fino; los cuales, como se verá, cumplen funciones diferentes, pero complementarias en el concreto.

A continuación, en la tabla se presenta los requisitos para clasificar los agregados gruesos y finos según el ASTM C-33.

**Tabla N° 4 Requisitos para clasificar agregados gruesos y finos. ASTM C-33**

N° A.S.T.M.	TAMAÑO NORMAL	% Que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25 mm	19 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	300 µm
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°50
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	2 1/2" a 1 1/2"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	2" a 1"				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	2" a N°4				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	1 1/2" a 3/4"					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5				
467	1 1/2" a N°4					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
5	1" a 1/2"						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
56	1" a 3/8"						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	1" a N°4						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		
6	3/4" a 3/8"							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	3/4" a N°4							100	90 a 100		20 a 55	0 a 15	0 a 5		
7	1/2" a N°4								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	3/8" a N°8									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	3/8" a N°16									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	3/8" a N°8										100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: (Benites Espinoza, 2011) Tesis para optar Título de Ing. Civil. Universidad Ricardo Palma

### 2.3.3 Agregado Fino

Material, proveniente de la desintegración natural (arena natural) o artificial (manufacturada) de las rocas, que pasa al Tamiz 3/8" (9.51 mm) y es retenido en el tamiz N° 200 (74µm), como se indica en la Norma Técnica Peruana 400.011. Su gradación corresponde a los límites establecidos en la Norma Técnica NTP 400.037, en concordancia con la Norma ASTM C-33, que recomiendan que la granulometría se encuentre dentro de las curvas granulométricas de Huso correspondientes. (Barba & García, 2018)

#### 2.3.3.1 Características del agregado fino:

##### 2.3.3.1.1 Peso Unitario o Peso Aparente: (NTP 400.017), (ASTM C – 29)

Peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m<sup>3</sup>. Depende de factores externos como el grado de compactación aplicado, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de aplicación de energía de consolidación y otros.

#### 1. Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

Peso unitario que se obtiene al llenar el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión.

$$PUS = Ws/f$$

donde:

PUS = Peso unitario suelto (kg / m<sup>3</sup>)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m<sup>3</sup>)

Ws = Peso de la muestra suelta (kg)

#### 2. Peso Unitario Compactado o Varillado (P.U.C.)

Peso unitario que se obtiene cuando se ejerce presión (compactación).

$$PUC = Ws/f$$

donde:

PUC = Peso unitario suelto (kg / m<sup>3</sup>)

f = Factor de calibración del recipiente (1 / m<sup>3</sup>)

Ws = Peso de la muestra suelta (kg)

### 2.3.3.1.2 Peso Específico y Absorción: (NTP 400.022), (ASTM C-128).

**Peso específico, gravedad específica o densidad real:** relación entre el peso del material y su volumen. Su diferencia con el peso unitario está en que éste no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. El peso específico de las arenas varía entre 2.5 y 2.7 g/cm<sup>3</sup>; las arenas húmedas con igual volumen aparente, pesan menos que las secas debido a que recubren de una película de agua que la hace ocupar mayor volumen. El volumen de huecos de una arena natural oscila entre un mínimo de 26% para las arenas de granos uniformes y hasta de 55% para las de granos finos (Benites Espinoza, 2011 en Barba & García, 2018).

Este valor sirve para realizar la dosificación de la mezcla, así como para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Según (Ari Queque, 2002), en esta definición se toma en cuenta tres relaciones a usar:

**Peso Específico de Masa ( $PE_{masa}$ ):** Suele contener poros. Existen varios tipos de peso específico:

- a) **Peso Específico de Masa Seca ( $PE_{mse}$ ):** Relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) respecto de la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases (Barba & García, 2018)

$$PE_{masa} = A/(V - W)$$

donde:

A = Peso de la arena seca (g)

V = Volumen de la fiola (cm<sup>3</sup>)

W= Peso del agua (g)

b) **Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente**

**Seco ( $PE_{mssse}$ ):** Relación entre un volumen unitario de material respecto de la masa de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases, valorados ambos en el aire. La medición se evalúa a temperatura estable y la masa del material incluye los poros permeables e impermeables. (Barba & García, 2018)

$$PE_{mssse} = \frac{500}{(V - W)}$$

donde:

V = Volumen de la fiola (cm<sup>3</sup>)

W= Peso del agua (g)

c) **Peso Específico Aparente (PE aparente):** Relación

entre un volumen unitario de material respecto de la masa de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases, valorados ambos en el aire. La medición se evalúa a temperatura estable y la masa del material incluye los poros permeables e impermeables; si el material es un sólido el volumen es aquel de la porción impermeable. (Barba & García, 2018)

donde:

$$PE_{aparente} = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

Donde:

A = Peso de la arena seca (g)

V = Volumen de la fiola (cm<sup>3</sup>)

W= Peso del agua (g)

**Porcentaje de Absorción:**

Porcentaje que se obtiene de la diferencia en el peso del agregado fino superficialmente seco y el peso del material secado al horno a 100 -110°C por un periodo de 24 horas, dividido entre el peso seco.



Físicamente, es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con éste. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

$$\text{Porcentaje de absorcion} = \frac{(500 - A)}{A} * 100$$

Donde:

A = Peso de la arena seca (g)

#### **2.3.3.1.3 Contenido de Humedad: (NTP 339.185), (ASTM C-566):**

Contenido de agua que contiene el agregado fino, porcentaje que se obtiene de la diferencia entre el peso del agregado fino natural y el peso del agregado secado en horno a 100 - 110 °C por un periodo de 24 horas.

$$H = \frac{A - B}{B} * 100$$

donde:

H = Contenido de humedad (%)

A = Peso de la muestra humedad (g)

B = Peso de la muestra seca (g)

#### **2.3.3.1.4 Granulometría (NTP 400.012):**

Distribución de partículas de arena de un mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200 de la serie Tyler; arena bien gradada corresponde a las cantidades retenidas en forma continua en las mallas comprendidas entre la malla N° 4 y la 100 y que no retiene más del 45% en dos tamices consecutivos. La fracción que pasa la malla N° 200 tiene influencia trascendente entre el agregado y la pasta, en consecuencia, influye en la resistencia del concreto.

Las propiedades mecánicas del concreto fundamentalmente dependen de las propiedades del mortero, especialmente de la granulometría y del porcentaje de arena que pasa la malla N° 200, así como del origen mineralógico de la arena. La calidad del concreto obliga a la observancia del control de homogeneidad

granulométrica de la aren, evitándose arenas de un mismo diámetro. (Ari Queque, 2002).

El ensayo de granulometría de este tipo de agregado se efectúa bajo las Norma Técnica NTP 400.012., la Norma Técnica NTP 400.037 y la Norma ASTM C – 33.

**Tabla N° 5 Límites de distribución granulométrica - normas NTP 400.037 y ASTM C –33**

Malla	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 – in)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	10 a 30
150 µm (N° 100)	2 a 10

Fuente: (Benites Espinoza, 2011)

#### **2.3.3.1.5 Módulo de Finura: (Norma NTP. 400.011)**

Índice aproximado que representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena; Su valor se obtiene de la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100; y, sirve para controlar la uniformidad del agregado.

Según la Norma Técnica NTP 400.011, se considera que el módulo de finura de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa. De acuerdo a la ASOCEM, en la apreciación del módulo de finura, se estiman que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena *trabajabilidad* y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia (Benites Espinoza, 2011), (Ari, 2002). Entonces, norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menor de 2.35 ni mayor que 3.

### 2.3.3.1.6 Superficie Específica:

Se obtiene de la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado fino por unidad de peso. En su determinación se consideran dos supuestos: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

$$Se = \frac{0.06}{p} \sum_{i=1}^n \frac{Pi}{di}$$

donde:

Se = Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g)

Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i

di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i (cm)

P = Peso específico del agregado.

### 2.3.3.1.7 Material que pasa la malla N° 200: (NTP 400.018), (ASTM C-117)

Material constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con la arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de la mezcla. A través del ensayo se determina, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que contiene el agregado pétreo.

La ASTM C117-03 que establece límites para las sustancias perjudiciales, con relación al material que pasa la malla N° 200 recomienda limitarlo entre una tasa comprendida entre 3% al 5% por afectar la resistencia y exigir mayor cantidad de agua en la mezcla afectándose la relación agua/cemento. Sin embargo, Benites Espinoza (2011) señala “aunque valores superiores hasta del orden del 7% no necesariamente causarán un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse mejorando el

diseño de mezclas, bajando la relación agua/cemento y/o optimizando la granulometría (Benites Espinoza, 2011).

La Norma Técnica NTP 400.018 establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa por la malla N° 200, en el agregado emplearse en la elaboración de concretos y morteros. Las partículas de arcilla y otras perjudiciales que son dispersadas por el agua, así como los materiales solubles en agua, serán removidas del agregado durante el ensayo. Se determina aplicando la formula siguiente:

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

donde:

A = % que pasa el tamiz N° 200

P1 = Peso de la muestra (g)

P2 = Peso de la muestra lavada y secada (g)

#### **2.3.4 Agregado grueso**

Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) y proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la N.T.P. 400.037. El agregado grueso se puede clasificar en piedra chancada o triturada (agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas, canto rodado o gravas) y grava natural (proviene de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándose en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural). Las gravas naturales a partir de las cuales se obtendrá la piedra chancada deben estar limpias y libre de polvo superficial y deben cumplir con los requisitos especificados en la Norma ASTM C33, excepto en cuanto a la granulometría.

**2.3.4.1 Características del agregado grueso:** No se describen y tampoco se presentan características y ensayos de este tipo de agregado, por no habersele usado en la investigación.

### 2.3.4.2 Análisis Químicos de agregados

No Se efectuarán los ensayos químicos del agregado que indican las normas NTP, ASTM, AASHTO y MTC E, y los manuales de procedimiento de análisis de laboratorio que corresponda.

**Tabla N° 6 Ensayos Químicos de agregados según Norma**

Norma NTP	Norma AASHTO	Norma ASTM	Ensayo Químico
339.177	T 290	D-512	Cloruros con ion Cl
339.178	T 290	D-516	Sulfatos con ion SO <sub>4</sub>
339.152	T 290	D-1888	Sales solubles totales
MTC E 213		ASTM C 40	Impurezas orgánicas Totales
339.176	T 290		pH

Fuente: (Benites Espinoza, 2011)

### 2.3.5 Poliestireno Expandido

Material plástico espumado, derivado del poliestireno que se ha utilizado en la fabricación de envases en las últimas décadas en la construcción.

En la construcción el poliestireno expandido conocido como EPS es un material de aligeramiento de peso, aislante térmico y aislante de ruido. En cuanto a la conductividad térmica el valor esta entre 0.041 y 0,029 W/mK dependiendo de la densidad del producto.

- **Propiedades y características del poliestireno expandido**

Sus principales características de porosidad, dureza, densidad, forma, color, rugosidad superficial, absorción, resistencia mecánica, aislamiento acústico, aislamiento térmico y tamaños comerciales (Paulino Fierro & Espino Almeyda, 2017).

En la presente investigación no se ha evaluado ninguna de las propiedades indicadas; solamente se ha considera su número de fineza y su tamaño nominal máximo 1/4".

### **2.3.6 Agua**

Elemento indispensable para la hidratación del cemento, reacción química y desarrollo de sus propiedades físicas y mecánicas. Su principal función es reaccionar químicamente con el cemento para hidratarlo y físicamente como lubricante para contribuir con la trabajabilidad de la mezcla y procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse. En consecuencia el agua que interviene en la mezcla de concreto mayor de la necesaria para la hidratación del cemento es menor que la que realmente contiene la mezcla por razones de trabajabilidad.

El agua que contienen impurezas, dependiendo de la cantidad de estas, ocasiona reacciones químicas que modifican el comportamiento normal de la pasta; así debido a las impurezas en mención se presentan: retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos y otros efectos adversos. Así aguas con contenido individuales de cloruros, sulfatos y carbonatos sobre las 5000 p.p.m. ocasiona reducción de resistencias hasta del orden del 30% con relación a concretos con agua pura; los carbonatos y bicarbonatos de Sodio y Potasio pueden acelerar o retardar el fraguado cuando la suma de sales disueltas tiene concentraciones sobre 1000 p.p.m., por lo que es recomendable en estos casos hacer pruebas de tiempo de fraguado. Que evidencias experimentales recientes indican el incremento en las reacciones álcali-sílice en los agregados del concreto (Rivva Lopez, 2013).

### **2.3.7 Aditivos**

Material distinto del agua, del agregado o del cemento, el cual es utilizado como un componente del concreto y que se añade a este antes o durante el mezclado a fin de modificar una o algunas de sus propiedades (Rivva López , 2014).

Se usó dos productos: aditivo incorporador de aire y superplastificante.

### **2.3.7.1 Aditivo incorporador de aire**

**Euocell 1000:** Aditivo líquido que se utiliza para concretos y morteros fluidos, baja densidad y cierto nivel de resistencia a compresión. Por su alto contenidos de aire, no se recomienda para concretos convencionales.

Su uso, permite alta fluidez y trabajabilidad, reduce la contracción y aumenta el asentamiento, no requiere vibrado.

### **2.3.7.2 Aditivo reductor de agua de alto rango y superplastificante sin retardo**

**Neoplast 8500 HP:** aditivo para concreto especialmente desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad, reductor de agua de alto rango sin retardo; y, optimizador de cemento en mezclas de concreto. Está diseñado para ser empleado en climas cálidos y fríos. En nuestro caso se usó esperando reducir más del 45% del agua de amasado y para reducir la segregación y exudación en el concreto plástico y para el control y distribución uniforme de las perlas de poliestireno.

## **2.4 DISEÑO DE MEZCLA**

Proceso en los que intervienen: agregado fino, cemento, agua, aditivos y perlas de poliestireno expandido; en este proceso se cumple la secuencia en el orden que indican los elementos señalados. La relación agua/ cemento, el origen de la roca madre de los agregados y las propiedades físicas y mecánicas de estos influyen considerablemente en las propiedades resultantes del concreto.

En la presente investigación, para el diseño de las mezclas de concreto, se ha empleado el método americano ACI (American Concrete Institute), el que se fundamenta en el principio básico de la relación agua / cemento desarrollado por Abrahams, que consiste en seguir una serie de pasos para determinar la cantidad de cada material en peso y volumen, para 1m<sup>3</sup> de concreto.

## 2.5 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

### 2.5.1 Peso unitario: (N.T.P. 339.046), (ASTM C – 138)

Peso del concreto por metro cúbico para cada relación agua cemento.

$$f = \frac{1000}{W_a} \quad P.U = f * W_c$$

donde:

f = factor de calibración del recipiente (1/m<sup>3</sup>)

W<sub>a</sub> = Peso del agua en kg

PU = Peso unitario del concreto (kg/m<sup>3</sup>)

W<sub>c</sub> = Peso del concreto fresco (kg)

### 2.5.2 Rendimiento: (NTP 339.046)

Cantidad de concreto que se obtiene por bolsa de cemento, se expresa en metros cúbicos.

$$\gamma = \frac{V_h}{N}$$

donde:

Y = Rendimiento (m<sup>3</sup>)

V<sub>h</sub> = Volumen de concreto (m<sup>3</sup>).

N = Número de bolsas de cemento (kg)

$$V_h = \frac{N * P_c + P_{a.f} + P_{a.g} + P_a}{P_u}$$

donde:

P<sub>c</sub> = Peso de la bolsa de cemento (kg)

P<sub>a.f.</sub> = Peso del agregado fino (kg)

P<sub>a.g.</sub> = Peso del agregado grueso (kg)

P<sub>a</sub> = Peso del agua (kg)

PU = Peso unitario del concreto (kg/m<sup>3</sup>)

### 2.5.3 Contenido de Aire: (NTP 339.046)

Se realiza para determinar qué cantidad de vacíos tiene internamente el concreto en toda su masa. Cuanto más aire tenga internamente, la resistencia del concreto en la compresión disminuye.

En el concreto siempre existe un porcentaje de aire atrapado, dependiendo de la granulometría, tamaño de máximo del agregado y de las condiciones de operación. Las burbujas de aire atrapado tienen



una superficie regular y un diámetro cercano a 1mm (Rivva Lopez, 2013)

#### **2.5.4 Consistencia (Asentamiento: (NTP 339.035), (ASTM C - 143)**

La consistencia del concreto fresco es la capacidad de la masa de concreto para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por la variación del contenido de agua en la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores; se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. La consistencia se mide con el ensayo slump utilizando el Cono de Abrams (Ari Queque, 2002).

#### **2.5.5 Exudación (NTP 339.077)**

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Este fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo, de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades del agua y la masa plástica del concreto. Se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, en ello radica su evaluación y control para evitar efectos negativos en la capacidad del concreto, de producirse. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fino es la moliendo de éste y mayor sea el porcentaje de material menor que la malla N° 100 la exudación será menor, pues retiene el agua de mezcla. Se expresa en porcentaje. (Ari Queque, 2002)

$$C = \frac{W}{W} * S \quad Exudación(\%) = \frac{v}{c} * 100$$

donde:

C = Masa del agua en la muestra de ensayo, en L.

W = Agua efectiva en L.

W = Cantidad total de materiales, en kg

S = Peso del concreto en kg

V = Volumen final exudado en L.

### **2.5.6 Temperatura del concreto: (NTP 339.184), (ASTM C1064)**

Este ensayo se refiere a la temperatura del concreto recién mezclado y se usa para verificar que dicho concreto satisfaga requerimientos específicos de temperatura. Es importante realizar este control debido a que las temperaturas en el concreto fresco condicionan la velocidad del proceso de endurecimiento inicial del concreto, la cual es además influenciada por la temperatura ambiente y calor específico de los materiales constituyentes. A mayor temperatura se logra mayor resistencia inicial y mayor efecto de contracción, sin embargo, la resistencia a largo plazo será menor.

## **2.6 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO**

### **2.6.1 Resistencia a la Compresión: (NTP 339.034)**

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos de compresión; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada en términos de relación agua /cemento en peso. A esta característica mecánica afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que constituyen complemento de la estructura del concreto; y, el curado que es el complemento del proceso de hidratación, permite el desarrollo o alcance de las características del concreto.

El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

donde:

- Rc = Es la resistencia de rotura a la compresión, medido en kilogramos por centímetro cuadrado.
- G = Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.
- d = Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

### 2.6.2 Resistencia a la tracción por compresión diametral (NTP 339.084)

La resistencia a la flexión en viga es una forma de medida de la resistencia a la tracción del concreto. Mide la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión, se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en este caso se expresa en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio); siendo menores hasta en un 15% los valores determinados cuando la viga es cargada en los puntos tercios que cuando se determina cargada en el punto medio ( National Ready Mixed Concrete Association, 2016).

$$T = \frac{2P}{\pi * L * D} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

donde:

T = Resistencia a la tracción por compresión diametral (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Carga registrada (KN)-convertida en kg-f

L = Longitud de la probeta(cm)

D = Diámetro de la probeta(cm)

### 2.6.3 Ensayo de resistencia a la flexión del concreto (ASTM C 78)

La resistencia a la flexión en viga es una forma de medida de la resistencia a la tracción del concreto. Mide la resistencia a la falla por flexión pura en una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor. A esta resistencia se le conoce como el Módulo de Rotura (MR) y se expresa en (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio). Cuando la viga es cargada en los puntos tercios se obtienen valores hasta un 15% menores que los que se obtiene al cargarla en el punto medio ( National Ready Mixed Concrete Association, 2016).

Si la fractura se inicia en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

donde:

Mr : Es el módulo de rotura, en MPa

P : Es la carga máxima de rotura indica por la máquina, en Kg-f

L : Es la luz libre entre apoyos, en cm

b : Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h : Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm

Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por no más de 5 % de la luz, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3Pa}{bd^2}$$

donde:

R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg<sup>2</sup>)

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, en N (lbf)

a = Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, en mm (pulg)

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5 % de la misma, descartar los resultados del ensayo.

#### **2.6.4 Módulo de Elasticidad Estático (Norma ASTM C 469-94)**

Capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. Definida como la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del concreto. Se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales.

El concreto no es un material elástico, no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama de carga Vs deformación en compresión; sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un “Modulo de Elasticidad Estático” del Concreto, mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido, que normalmente es un porcentaje de la tensión última. Los valores de **E** normalmente oscilan entre 280 000 a 350 000 kg/cm<sup>2</sup> y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto y a la relación agua/cemento, pero siempre las mezclas más ricas en cemento tienen modelos de elasticidad mayores y también mayor capacidad de deformación. En general a mayor resistencia del concreto y mayor densidad se tiende a obtener mayor módulo de elasticidad, sin embargo, dependiendo de los componentes y dosificación del concreto o mortero los valores pueden diferir de manera apreciable (Quimbay, 2012)

$$E = (S_2 - S_1) (\varepsilon_2 - 0.000050)$$

donde:

E = Módulo de elasticidad secante, MPa [psi]

S2 = Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última o de ruptura

S1 = Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal,  $\varepsilon_1$ , de 50 millonésimas, MPa [psi]

E2 = Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S2.

## 2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Su aplicación es de importancia en la evaluación de los resultados, por otorgar certeza de confiabilidad en los valores extraídos de las pruebas y en la aplicación de los parámetros estadísticos poder evaluar los resultados.

Para aplicar las diferentes pruebas estadísticas es imprescindible evaluar la normalidad de los datos. Generalmente tratándose de concretos su calidad se mide en términos del coeficiente de variación y la desviación estándar de los datos producto de la medición.

### 2.7.1 Desviación estándar (S)

Es la raíz cuadrada positiva de la varianza. La varianza mide la dispersión de los datos con respecto a la media aritmética:

$$S = \sqrt{\frac{(X1 - Xp)^2 + (X2 - Xp)^2 + \dots + (Xn - Xp)^2}{n - 1}}$$

donde:

S = Desviación estándar.

n = Número de ensayos de la serie.

X1, X2, ...Xn=Resultados de resistencia de muestras determinados a través de ensayos individuales.

Xp = Promedio de todos los ensayos individuales de una serie.

Existe corrección al valor de la desviación estándar conocida como factor de corrección, donde los resultados obtenidos con datos menores a 15 puede permitirse la omisión de este factor de corrección.

**Tabla N° 7 Factor de Corrección a la desviación estándar**

ENSAYOS	FACTOR DE CORRECCIÓN
Menos de 15	
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1.00

Fuente: (Díaz Vilca, 2010)

### 2.7.2 Coeficiente de variación (V)

Resulta de la división entre la desviación estándar y la media aritmética de las muestras: Nos da un valor de confiabilidad del concreto, expresado en porcentaje. Para datos obtenidos en laboratorio, los valores de "V" deben ser menores que 5%.

$$V = \frac{S \times 100}{Xp}$$

donde:

V = Coeficiente de variación (%)

S = Desviación estándar

Xp = Media aritmética

El nivel del control de calidad del concreto mantiene puede establecerse según los coeficientes de variación

**Tabla N° 8 Coeficiente de variación para diferentes grados de control**

Grados de control	Coef. De variación
Obtenible solo en ensayos de laboratorio bien controlados	5%
Excelente en obra	10 a 12%
Bueno	15%
Regular	18%
Inferior	20%
Malo	25%

Fuente: (Díaz Vilca, 2010)

## CAPITULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 METODOLOGÍA

#### 3.1.1 Hipótesis de trabajo

##### **Hipótesis General**

La utilización de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en proporciones apropiadas, influyen positivamente en la consistencia y desarrollo de resistencia del concreto cemento – arena liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4"$  y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

##### **Hipótesis Secundarias**

Son las pertinentes que correspondan a cada objetivo específico; las que, sin embargo, se podrían expresar a través de las siguientes dos hipótesis secundarias:

- **Hipótesis Secundaria 1:**

La utilización de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en proporciones apropiadas, influyen positivamente en la consistencia del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4"$  y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

- **Hipótesis Secundaria 2:**

La utilización de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en proporciones apropiadas, influyen positivamente en el desarrollo de la resistencia del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4"$  y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.



### 3.1.2 Variables

#### 3.1.2.1 Identificación de variables

- **Variable independiente X:**

Dosificación y propiedades de los materiales constituyentes de la mezcla de diseño óptimo de concreto (cemento – arena) liviano no estructural, sustituyendo totalmente el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido y adición de aditivos incorporador de aire y superplastificante y uso de las arenas de la cantera Irina Gabriela del ámbito del distrito de San Juan Bautista-Loreto.

- **Variable dependiente Y:**

Propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento – arena), elaborado con perlas de poliestireno expandido en sustitución total del agregado grueso y adición de aditivos incorporador de aire y superplastificante y uso de las arenas de la cantera Irina Gabriela del ámbito del distrito de San Juan Bautista-Loreto.

### 3.1.3 Operacionalización de variables

**Tabla N° 9 Operacionalización de Variables**

Variables	Indicadores
<p><b>X:</b></p> <p>Dosificación y propiedades de los materiales constituyentes de la mezcla de diseño óptimo de concreto liviano no estructural, sustituyendo totalmente el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido y adición de aditivos incorporador de aire y plastificante y uso de las arenas de la cantera Irina Gabriela del ámbito del distrito de San Juan Bautista-Loreto</p>	<p>Módulo de fineza de los agregado fino y perlas de poliestireno.</p> <p>Proporciones adecuadas de perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo <math>\varnothing=1/4"</math>, agregado fino de la cantera Irina Gabriela (arena), cemento, agua, aditivos incorporador de aire y superplastificante, correspondientes a un diseño óptimo para concreto (cemento – arena) liviano y propiedades mecánicas dentro del rango para concretos no estructurales livianos.</p>
<p><b>Y:</b></p> <p>Propiedades físicas y mecánicas del concreto, (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido en sustitución total del agregado grueso y adición de aditivos incorporador de aire y plastificante y uso de las arenas de la cantera Irina Gabriela del ámbito del distrito de San Juan Bautista-Loreto.</p>	<p>Asentamiento para relación a/c de diseño óptimo antes y después de incorporar aditivos. Temperaturas alcanzadas para la mezcla en proceso de hidratación del C° (cemento – arena) liviano antes y después de incorporar aditivos. Densidad del C° (cemento – arena) liviano antes y después de incorporar aditivos. Tiempo de fragua inicial y final del C° (cemento – arena) liviano antes y después de incorporar aditivos. Resistencia a la compresión del C° (cemento – arena) liviano antes y después de incorporar aditivos. Resistencia a la flexión (Módulo de rotura) del C° (cemento – arena) liviano no estructural antes y después de incorporar aditivos. Módulo de elasticidad del C° (cemento – arena) liviano no estructural antes y después de incorporar aditivos.</p>

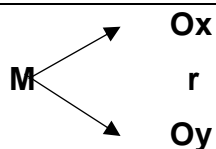
Fuente: Los autores

### 3.1.4 Aspecto metodológico

#### 3.1.4.1 Tipo de Investigación

La investigación es de **Tipo Experimental**; sin embargo, inicialmente al describirse las variables, tal como se encuentra en la realidad, se manipula la variable independiente para medir su efecto en la variable dependiente. Su diseño se presenta a continuación.

**Tabla N° 10 Diseño de la Investigación**



#### • Variable Independiente X:

**X1:** Dosificación de los materiales de la mezcla de diseño óptimo de concreto liviano no estructural, sustituyendo totalmente el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido y adición de los aditivos incorporador de aire y superplastificante y uso de las arenas de la cantera Irina Gabriela del ámbito del distrito de San Juan Bautista - Loreto.

**X2:** Propiedades de los materiales constituyentes de la mezcla de diseño óptimo de concreto (cemento – arena) liviano no estructural, sustituyendo totalmente el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido y adición de los aditivos incorporador de aire y superplastificante y uso de las arenas de la cantera Irina Gabriela del ámbito del distrito de San Juan Bautista - Loreto.

#### • Variable dependiente Y:

**Y1:** Propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento – arena) liviano estructural, elaborado con agregado fino de la cantera Irina Gabriela del ámbito del distrito de San Juan Bautista - Loreto.

**Y2:** Propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4"$  en sustitución total del agregado grueso y de aditivos incorporador de aire y superplastificante y agregado fino de la cantera Irina Gabriela del ámbito del distrito de San Juan Bautista - Loreto.

- M =Muestra que representa al universo de las propiedades del agregado grueso y de perlas de poliestireno expandido.
- O = Información de interés recogida de la muestra.

#### **3.1.4.2 Población y Muestra**

**Población.** Diseños existentes de concretos livianos en tesis de investigación, obtenidos con agregados gruesos y finos, donde se ha sustituido parcial o totalmente el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido.

**Muestra.** La muestra estuvo conformada por 1 metro cúbico de concreto elaborado con arena de la cantera Irina Gabriela al sustituir el 100% de agregado grueso por perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4"$ , aditivo incorporador de aire y superplastificante.

#### **3.1.4.3 Verificación de Hipótesis**

Se aplicó la prueba de Análisis de Correlación para verificar la homogeneidad de los datos; y se verificó esta condición con un nivel de significación de 5% (confianza 95%).

### **3.1.5 Métodos**

#### **3.1.5.1 Ensayo de propiedades físicas de agregados**

Atendiendo las recomendaciones de Chávez y Pinchi (2015), quienes señalan, entre otros aspectos; asimismo, lo señalado por Rivva (2007), quien señala que la granulometría es fundamental en la preparación del concreto, al estar relacionado con su trabajabilidad en estado fresco y con las propiedades físicas y mecánicas alcanzadas del concreto en estado endurecido, como son la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad; se optó por determinar esas propiedades aplicando las normas técnicas que se señalan a continuación. Las propiedades en mención se determinaron según los ensayos y normativa correspondiente que se señalan a continuación.

**Tabla N° 11 Ensayos de agregados y normativa aplicada**

ENSAYO	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Muestreo de los agregados	NTP 400.010	ASTM C 702
Requisitos para clasificación de agregados		ASTM C-33
Límites de gradación del agregado fino	NTP 400.037	ASTM C-33
Peso unitario o peso aparente del agregado fino: Peso Unitario Suelto (P.U.S.) y Peso Unitario Compactado o varillado (P.U.C.)	NTP 400.017	ASTM C -29
Peso específico, gravedad específica o densidad real; y, absorción de agregados finos	NTP 400.022	ASTM C-128
Contenido de humedad del agregado fino	NTP 339.185	ASTM C-566
Granulometría del agregado fino	NTP 400.012	
Módulo de finura	NTP 400.011	
Material fino que pasa la malla N° 200 (o sustancias perjudiciales)	NTP 400.018	ASTM C-117
Límites de gradación del agregado grueso	NTP 400.037	ASTM C-33
Peso unitario o peso aparente del agregado grueso: Peso Unitario Suelto (P.U.S.) y Peso Unitario Compactado o varillado (P.U.C.)	NTP 400.017	ASTM C- 29
Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso	NTP 400.022	ASTM C-127
Contenido de Humedad del agregado grueso	NTP 339.185	ASTM C-566
Granulometría del agregado grueso	NTP 400.012	ASTM C-136
Módulo de finura del agregado grueso	NTP 400.011	
Agregado Global (mezcla de agregado grueso y fino participante en la mezcla): Curvas Teóricas y Husos Totales		ASTM C-33 Husos DIM 1045

Fuente: Los autores

**Tabla 12 Ensayos químicos de agregados según normas**

Ensayo químico	Norma NTP	Norma ASTM	Norma AASHTO
Cloruros con ion Cl	NTP 339.177	ASTM D-512	AASHTO T 290
Sulfatos con ion SO <sub>4</sub>	NTP 339.178	ASTM D-516	AASHTO T 290
Sales solubles totales	NTP 339.152	ASTM D-1888	AASHTO T 290
Impurezas orgánicas totales	MTC E 213	ASTM C 40	
pH	NTP 339.176		AASHTO T 290

Fuente: Los autores

### 3.1.5.2 Ensayo de propiedades del concreto en estado fresco

**Tabla 13 Propiedades del concreto en estado fresco y normativa aplicada**

Ensayo	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Peso unitario	NTP 339.046	ASTM C-138
Consistencia (Asentamiento)	NTP 339.035	ASTM C- 143
Contenido de aire	NTP 339.046	
Exudación	NTP 339.077	

Fuente: Los autores

La dosificación de los agregados se efectuó después de la verificación de las especificaciones granulométricas, tamaño máximo y calidad de los agregados finos, excepto los agregados livianos y otros requisitos de la Norma ASTM C – 33.

Cumpléndose así lo establecido por el Método ACI para la dosificación de las mezclas se cumplió los siguientes pasos:

- Elección del asentamiento.
- Elegir el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Estimar el contenido de aire.
- Estimar la cantidad de agua de mezclado
- Estimar la cantidad de agua / cemento (a/c)
- Calcular la cantidad de cemento
- Verificar si los agregados cumplen las recomendaciones granulométricas.
- Estimación del contenido de grava.
- Estimar el contenido de agregado fino.
- Ajustar la cantidad de agua por el contenido de humedad del agregado.
- Ajustar las mezclas de prueba.

Durante la investigación se garantizó la cohesión entre el EPS y la pasta de concreto, no permitiéndose la suspensión en la capa superior de la mezcla de las perlas de poliestireno utilizando los aditivos en cuestión, y cuya influencia constituye el tema de la presente investigación.

### **Método de mezclado**

Se siguió el siguiente proceso:

- Se humedeció la mezcladora (de capacidad de 40 litros).
- El agua de mezclado se dividió en dos partes: la primera parte, en un litro y la segunda parte, el agua restante que se agregó al inicio de la preparación de la mezcla.
- Seguidamente se añadió la arena con el cemento, mezclándose estos materiales durante un minuto.

Adicionándose los aditivos y luego las perlas de poliestireno expandido.

- Después del periodo de mezcla inicial, se observó la mezcla resultante, la que al encontrarse en una condición seca se añadió el agua restante correspondiente al litro de agua separado inicialmente, incorporándola poco a poco durante el periodo de cinco minutos de mezclado.

La determinación del peso unitario de la mezcla se realizó conforme a la NTP 339.046. Se tomó parte de la muestra fresca por medio de una cuchara de acero, colocándose en un recipiente de menos de 14Lt, compactándose en 3 capas aplicándose 25 golpes a cada una, además golpeándose el recipiente con un mazo de caucho por cada capa para eliminar las burbujas grandes de aire atrapado. Luego se pesó el recipiente con la mezcla y se determinó el peso unitario (kg/m<sup>3</sup>) de cada una de las mezclas correspondientes a todos los diseños. Obteniéndose también el rendimiento y el contenido de aire real por volumen absoluto.

El Asentamiento Slump o revenimiento se determinó aplicando la NTP 339.035, y utilizándose el cono de Abrams.

El ensayo de exudación se realizó conforme a la NTP. 339.077.

La de temperatura se evaluó de acuerdo a lo estipulado en la NTP. 339.184, utilizándose un termómetro calibrado del laboratorio cuya base se sumergió tres pulgadas en el concreto y por un periodo de cinco minutos.

### 3.1.5.3 Ensayo de propiedades del concreto en estado endurecido

**Tabla 14 Propiedades del concreto en estado endurecido y normativa aplicada**

Ensayo	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
<b>Refrentado de testigos</b>	NTP 339.037 (2008)	
<b>Resistencia a la compresión</b>	NTP 339.034	
<b>Resistencia a la flexión en viga</b>		ASTM C293
<b>Módulo de elasticidad estático</b>		ASTM C 469 - 94

Fuente: Los autores

El módulo de elasticidad del concreto endurecido se determinó a los 28 días de su curado, conforme a lo estipulado en el ASTM C469. Se utilizó la prensa, un compresómetro, los anillos para la medición de la expansión diametral (evaluación del coeficiente de Poisson). Los esfuerzos y las deformaciones se obtuvieron de la fórmula descrita en el Capítulo 2.6.4 del presente informe.

Aplicando el anexo A de la NTP 339.078. El módulo de rotura se determinó a través de fórmula descrita en el Capítulo 2.6.3, y considerando que la falla ocurrió dentro del tercio medio de la luz.



## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

#### 4.1.1 Agregado Fino

La arena de color blanco que se utilizó en esta investigación, proviene de la “Cantera Irina Gabriela” ubicada en la carretera Iquitos – Nauta km. 17+500.



FOTO N° 1 “Cantera Irina Gabriela”

Fuente: Elaboración propia (2019).



FOTO N° 2 Mezclado del agregado fino por 3 veces

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.1.1.1 Peso unitario Suelto (PUS)

Se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017.

**Tabla N° 15 Peso unitario suelto del agregado fino**

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO SEGÚN NORMA ASTM C - 29			
DESCRIPCION	M1	M2	M3
<b>(A)</b> PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6736	6777	6765
<b>(B)</b> PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
<b>(C=A-B)</b> PESO DE MUESTRA (g)	3841	3882	3870
<b>(D)</b> VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2827	2827	2827
<b>(C/D)</b> PESO UNITARIO (g /cm <sup>3</sup> )	1.359	1.373	1.369
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg /cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,367</b>		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Resultado:** el promedio del peso unitario suelto del agregado fino es 1367 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.1.2 Peso unitario compactado (PUC)

Se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017.

**Tabla N° 16 Peso unitario Compactado del agregado fino**

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO SEGÚN NORMA ASTM C - 29			
Descripción	M1	M2	M3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	7308	7246	7277
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	4413	4351	4382
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2827	2827	2827
(C/D) PESO UNITARIO (g /cm <sup>3</sup> )	1.561	1.539	1.550
<b>Promedio peso unitario (kg /cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,550</b>		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Resultado:** el promedio del peso unitario suelto del agregado fino es 1550 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.1.3 Peso específico y absorción

Ensayos realizados conforme la norma ASTM C-128 y la NTP 400.022.

**Tabla N° 17 Peso específico y absorción del agregado fino.**

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO						
SEGÚN NORMA ASTM C - 128						
Descripción	M1	M2	M3	M4	Promedio	
<b>A</b> PESO MAT.SAT.SUP.SECO (EN AIRE)	197.66	242.15	286.79	279.70	-	
<b>B</b> PESO FRASCO + H <sub>2</sub> O	707.39	675.49	815.08	730.37	-	
<b>C</b> PESO FRASCO + H <sub>2</sub> O + A = (A+B)	905.05	917.64	1101.87	1010.07	-	
<b>D</b> PESO MAT.+H <sub>2</sub> O EN EL FRASCO	829.55	825.97	991.72	903.05	-	
<b>E</b> VOL. MASA + VOL. DE VACIO = (C-D)	75.50	91.67	110.15	107.02	-	
<b>F</b> PESO MAT.SECO EN ESTUFA (105°C)	196.27	240.4	284.87	277.85	-	
<b>G</b> VOL.MASA = (E-A-F)	74.11	89.92	108.23	105.17	-	
<b>Peso Específico de Masa (Base Seca) = (F/E)</b>	2.600	2.622	2.586	2.596	2.601	
<b>Peso Específico de Masa (S.S.S) = (A/E)</b>	2.618	2.642	2.604	2.614	2.619	
<b>Peso Específico de Aparente = (F/G)</b>	2.648	2.673	2.632	2.642	2.649	
<b>% de Absorción = ((A-F) / F) *100</b>	0.708	0.728	0.674	0.666	0.694	

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Resultado:** El Peso específico del agregado fino es 2.601g/cm<sup>3</sup> y el Porcentaje de absorción del agregado fino es 0.694%

#### 4.1.1.4 Análisis granulométrico

Se realizó según la norma ASTM C-136 y NTP 400.012.



FOTO N° 3 Tamices para el Análisis Granulométrico del agregado fino

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 18 Análisis granulométrico de la muestra N° 01 del agregado fino.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MUESTRA N° 01) SEGÚN NORMA ASTM C - 136					
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido(g)	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
<b>N°04</b>	4.760	0.09	0.03	0.03	99.97
<b>N°08</b>	2.380	0.22	0.07	0.11	99.89
<b>N°16</b>	1.190	0.49	0.17	0.27	99.73
<b>N°30</b>	0.590	3.00	1.02	1.29	98.71
<b>N°50</b>	0.297	110.86	37.58	38.87	61.13
<b>N°100</b>	0.149	158.30	53.66	92.52	7.48
<b>N°200</b>	0.074	18.12	6.14	98.66	1.34
<b>Pasa N°200</b>		3.94	1.34		
<b>Peso total de muestra</b>		295.02			

Fuente: Elaboración propia (2019).

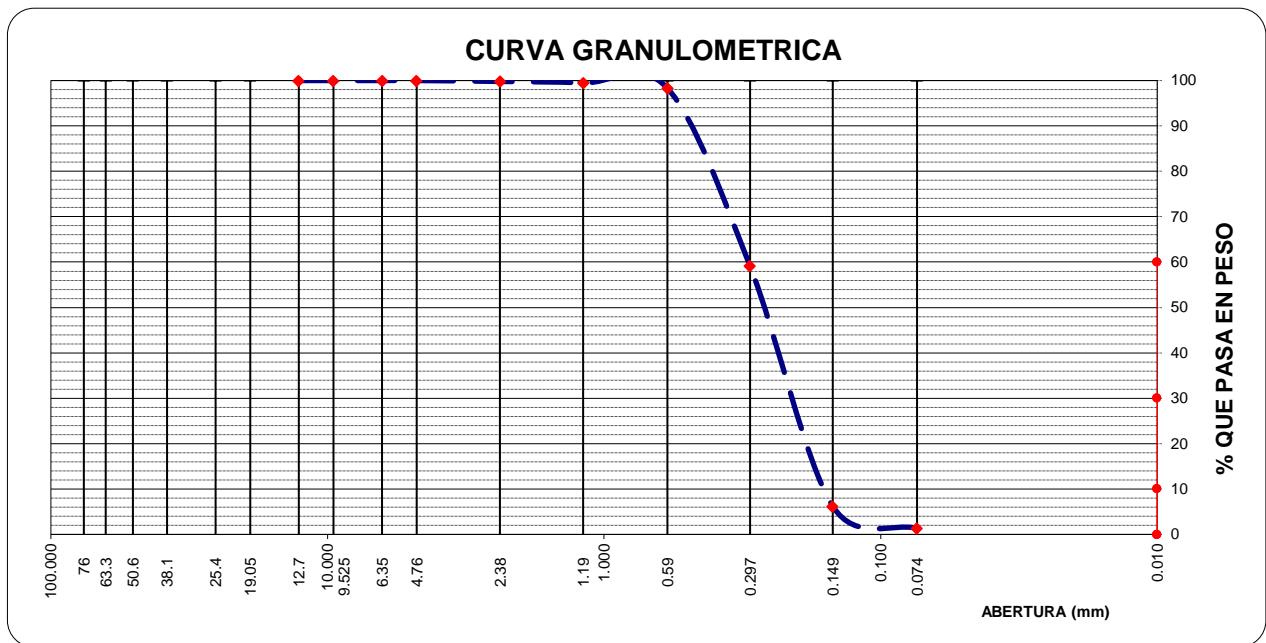


GRÁFICO N° 3 Curva granulométrica del agregado fino - Muestra N° 01

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 19 Análisis granulométrico de la muestra N° 02 del agregado fino.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MUESTRA N° 02) SEGÚN NORMA ASTM C - 136					
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido(g)	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
N°04	4.760	0	0.00	0.00	100.00
N°08	2.380	0.59	0.20	0.20	99.80
N°16	1.190	0.93	0.31	0.51	99.49
N°30	0.590	3.52	1.19	1.70	98.30
N°50	0.297	116.03	39.10	40.80	59.20
N°100	0.149	157.29	53.00	93.80	6.20
N°200	0.074	14.43	4.86	98.66	1.34
<b>Pasa N°200</b>		3.97	1.34		
<b>Peso total de muestra</b>		296.76			

Fuente: Elaboración propia (2019).

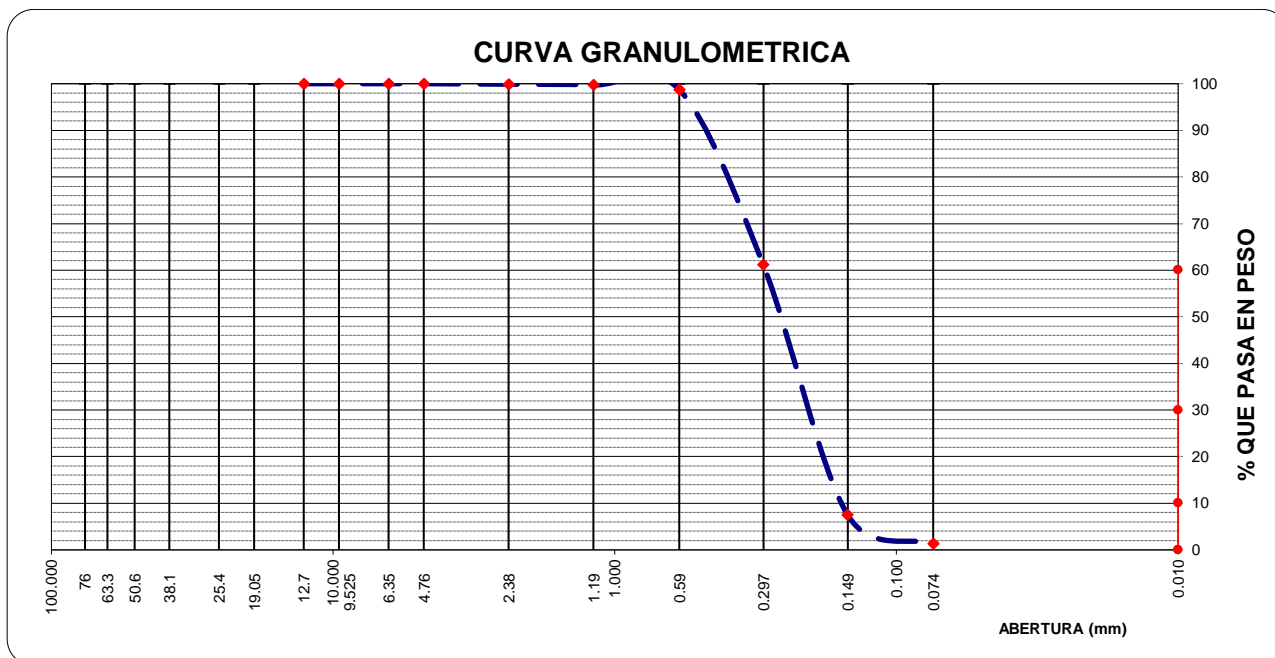


GRÁFICO N° 4 Curva granulométrica del agregado fino - Muestra N° 02

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 20 Análisis granulométrico de la muestra N° 03 del agregado fino.**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MUESTRA N° 03) SEGÚN NORMA ASTM C - 136					
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido(g)	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
N°04	4.760	0.09	0.03	0.03	99.97
N°08	2.380	0.35	0.11	0.14	99.86
N°16	1.190	0.61	0.20	0.34	99.66
N°30	0.590	3.23	1.05	1.39	98.61
N°50	0.297	84.71	27.53	28.92	71.08
N°100	0.149	194.10	63.07	91.99	8.01
N°200	0.074	21.02	6.83	98.82	1.18
<b>Pasa N°200</b>		3.63	1.18		
<b>Peso total de muestra</b>		307.74			

Fuente: Elaboración propia (2019).

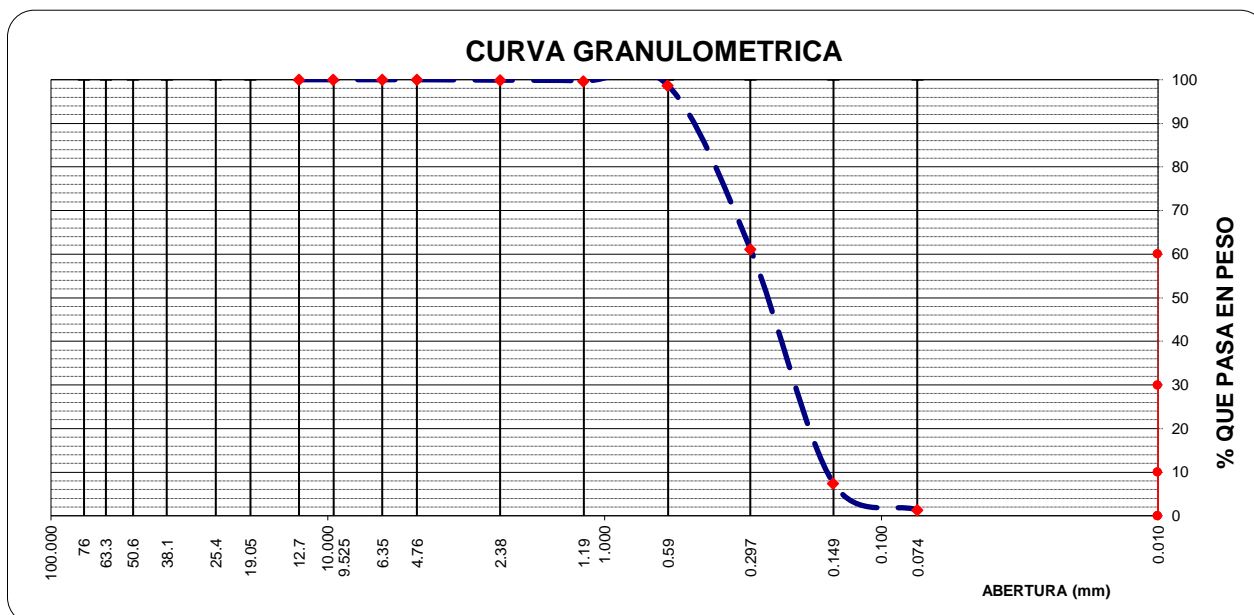


GRÁFICO N° 5 Curva granulométrica del agregado fino - Muestra N° 03

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.1.1.5 Módulo de Fineza.

Se realizó conforme la norma ASTM C-33 y NTP 400.011.

**Tabla N° 21 Módulo de fineza del agregado fino.**

MODULO DE FINEZA POR TAMIZADO SEGÚN NORMA ASTM C - 33						
Tamices ASTM	M1		M2		M3	
	%Retenido	%Ret.acum	%Retenido	%Ret.acum	%Retenido	%Ret.acum
N°04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.03
N°08	0.07	0.11	0.20	0.20	0.11	0.14
N°16	0.17	0.27	0.31	0.51	0.20	0.34
N°30	1.02	1.29	1.19	1.70	1.05	1.39
N°50	37.58	38.87	39.10	40.80	27.53	28.92
N°100	53.66	92.52	53.00	93.80	63.07	91.99
TOTAL		1.33		1.37		1.23
MOD. FINEZA	1.33		1.37		1.23	
PROMEDIO	1.31					

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Resultado:** El Promedio del Módulo de fineza del agregado fino es 1.31

#### 4.1.1.6 Superficie especifica

Se realizó conforme la norma NTP 400.012.

**Tabla N° 22 Superficie especifica de la muestra N° 01 del agregado fino**

SUPERFICIE ESPECIFICA M1				
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
N°04	4.760	0.7125	0.03	0.04
N°08	2.380	0.3555	0.07	0.21
N°16	1.190	0.1770	0.17	0.94
N°30	0.590	0.0885	1.02	11.49
N°50	0.297	0.0442	37.58	850.16
N°100	0.149	0.0221	53.66	2427.94
FONDO	0.074	0.0111	6.14	553.33
TOTAL				3844.11

Fuente: Elaboración propia (2019).

$$Se = \frac{0.06}{2.601} \times 3844.11 = 88.68 \text{ cm}^2/\text{g}$$

**Tabla N° 23 Superficie especifica de la muestra N° 02 del agregado fino**

SUPERFICIE ESPECIFICA M2				
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
N°04	4.760	0.7125	0.00	0.00
N°08	2.380	0.3555	0.20	0.56
N°16	1.190	0.1770	0.31	1.77
N°30	0.590	0.0885	1.19	13.40
N°50	0.297	0.0442	39.10	884.59
N°100	0.149	0.0221	53.00	2398.30
FONDO	0.074	0.0111	4.86	438.06
TOTAL				3736.69

Fuente: Elaboración propia (2019).

$$Se = \frac{0.06}{2.601} \times 3736.69 = 86.20 \text{ cm}^2/\text{g}$$



**Tabla N° 24 Superficie específica de la muestra N° 03 del agregado fino**

SUPERFICIE ESPECÍFICA M3				
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
N°04	4.760	0.7125	0.03	0.04
N°08	2.380	0.3555	0.11	0.32
N°16	1.190	0.1770	0.20	1.12
N°30	0.590	0.0885	1.05	11.86
N°50	0.297	0.0442	27.53	622.77
N°100	0.149	0.0221	63.07	2853.97
FONDO	0.074	0.0111	6.83	615.36
TOTAL				4105.44

Fuente: Elaboración propia (2019).

$$Se = \frac{0.06}{2.601} \times 4105.44 = 94.70 \text{ cm}^2/\text{g}$$

#### 4.1.1.7 Material que pasa el tamiz N° 200

Se desarrolló según la norma ASTM C-117 y NTP 400.018.

**Tabla N° 25 Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino**

MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 SEGÚN NORMA ASTM C - 117			
N° de Ensayos	M1	M2	M3
(A) PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (g)	423.66	379.29	359.50
(B) PESO DE MUESTRA SECA + TARA (g)	406.39	367.59	345.43
(C) PESO DE TARA (g)	84.73	80.40	71.40
(D=A-C) PESO DE MUESTRA HUMEDA (g)	338.93	298.89	288.1
(E=B-C) PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	321.66	287.19	274.03
(F=D-E) PESO DEL MATERIAL FINO (g)	17.27	11.7	14.07
(F/D*100%) QUE PASA LA MALLA N° 200	5.10	3.91	4.88
<b>Promedio de % que pasa la malla N° 200</b>	<b>4.63</b>		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Resultado:** El Promedio del porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino es 4.63%

#### 4.1.2 Perla de Poliestireno

La perla de poliestireno utilizado en la presente investigación, fue proveída por la empresa Ecopor, ubicada en la carretera Santa Clara, calle las Malvinas ,100m antes de llegar a Rumococha.



FOTO N° 4 Empresa Ecopor

Fuente: Elaboración propia (2019).



FOTO N° 5 Imágenes Panorámicas  
dentro de Empresa

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.1.2.1 Peso unitario Suelto (PUS)

Se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017.

**Tabla N° 26 Peso unitario suelto de la perla de poliestireno**

PESO UNITARIO SUELTO DE LA PERLA DE POLIESTIRENO SEGÚN NORMA ASTM C - 29			
Descripción	m1	m2	m3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	2927.77	2928.07	2929.27
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895.32	2895.32	2895.32
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	32.45	32.75	33.95
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2827	2827	2827
(C/D) PESO UNITARIO (g /cm <sup>3</sup> )	0.011	0.012	0.012
Promedio peso unitario (kg /cm <sup>3</sup> )	12.00		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Resultado:** el promedio del peso unitario suelto de la perla de poliestireno es 12.00 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.2.2 Peso unitario compactado (PUC)

Se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017.

**Tabla N° 27 Peso unitario Compactado de la perla de poliestireno**

PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA PERLA DE POLIESTIRENO SEGÚN NORMA ASTM C - 29			
Descripción	m1	m2	m3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	2929.53	2929.04	2928.67
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895.32	2895.32	2895.32
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	34.21	33.72	33.35
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2827	2827	2827
(C/D) PESO UNITARIO (g /cm <sup>3</sup> )	0.012	0.012	0.12
Promedio peso unitario (Kg /cm <sup>3</sup> )	12		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Resultado:** el promedio del peso unitario suelto de la perla de poliestireno es 12 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.2.3 Peso específico y absorción

Se realizó conforme la norma ASTM C-128 y la NTP 400.022.

**Tabla N° 28 Peso específico y absorción de la perla de poliestireno.**

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LA PERLA DE POLIESTIRENO SEGÚN NORMA ASTM C - 128					
Descripción		m1	m2	m3	promedio
<b>A</b>	PESO MAT.SAT.SUP.SECO (EN AIRE)	6.69	6.03	6.39	-
<b>B</b>	PESO FRASCO + H2O	855.11	862.14	870.22	-
<b>C</b>	PESO FRASCO + H2O + A = (A+B)	861.8	868.17	876.61	-
<b>D</b>	PESO MAT.+H2O EN EL FRASCO	528.44	475.25	467.32	-
<b>E</b>	VOL. MASA + VOL. DE VACIO = (C-D)	333.36	392.92	409.29	-
<b>F</b>	PESO MAT.SECO EN ESTUFA (105°C)	6.69	6.03	6.39	-
<b>G</b>	VOL.MASA = (E-A-F)	333.36	392.92	409.29	-
<b>Peso Específico de Masa (Base Seca) = (F/E)</b>		0.020	0.015	0.016	0.017
<b>Peso Específico de Masa (S.S.S) = (A/E)</b>		0.020	0.015	0.016	0.017
<b>Peso Específico de Aparente = (F/G)</b>		0.020	0.015	0.016	0.017
<b>% de Absorción = ((A-F) /F) *100</b>		0.000	0.000	0.000	0.000

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Resultado:** El Peso específico del agregado fino es 0.017g/cm<sup>3</sup> y el Porcentaje de absorción del agregado fino es 0.000%.

#### 4.1.2.4 Análisis granulométrico

Se realizó según la norma ASTM C-136 y NTP 400.012.



FOTO N° 6 Tamices Análisis Granulométrico de la perla de poliestireno

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 29 Análisis granulométrico de la muestra N°01 de poliestireno**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MUESTRA N° 01) SEGÚN NORMA ASTM C - 136					
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido(g)	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	1.68	7.24	7.24	92.76
N°04	4.760	18.66	80.36	87.60	12.40
N°08	2.380	2.88	12.40	100.00	0.00
<b>Peso total de muestra</b>		23.22			

Fuente: Elaboración propia (2019).

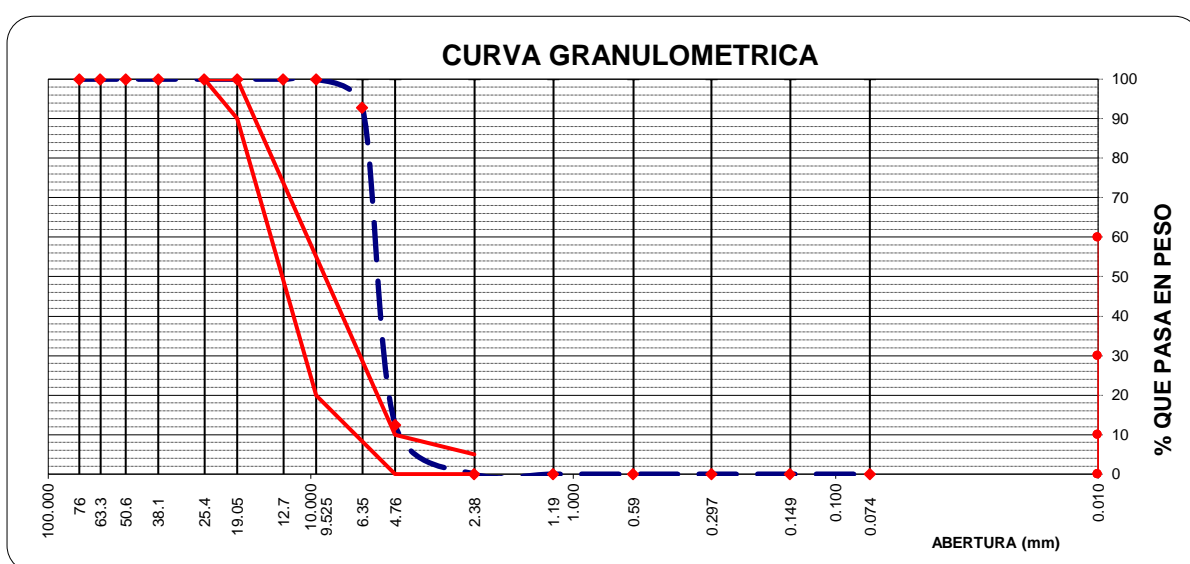


GRÁFICO N° 6 Curva granulométrica del poliestireno - Muestra N° 01

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 30 Análisis granulométrico de la muestra N°02 de poliestireno**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MUESTRA N° 02) SEGÚN NORMA ASTM C - 136					
Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido(g)	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	1.51	4.81	4.81	95.19
N°04	4.760	25.06	79.78	84.59	15.41
N°08	2.380	4.84	15.41	100.00	0.00
<b>Peso total de muestra</b>		31.41			

Fuente: Elaboración propia (2019).

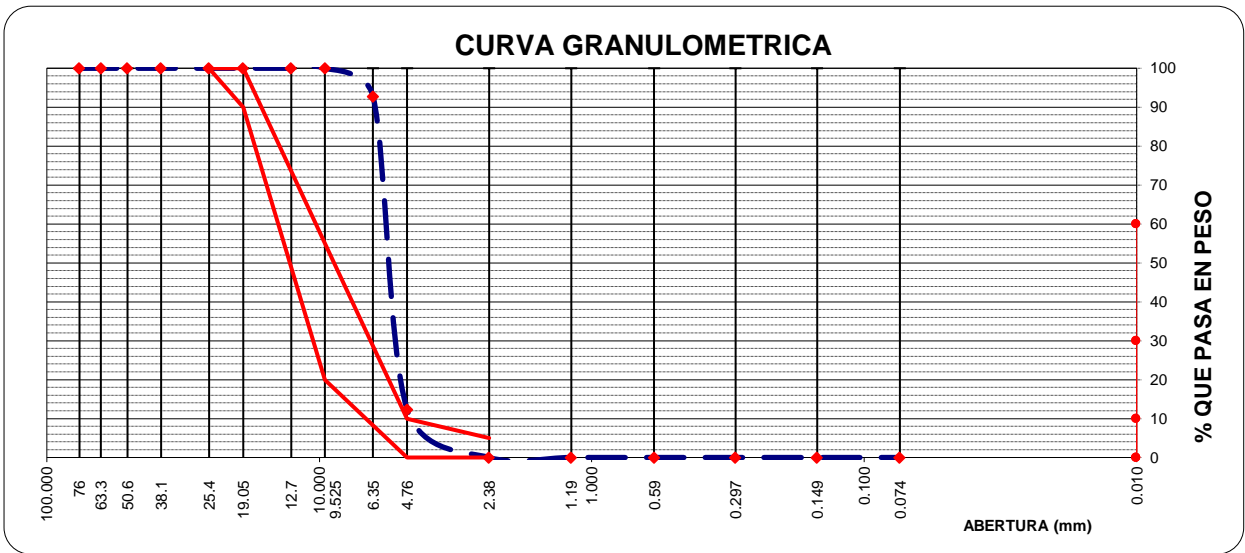


GRÁFICO N° 7 Curva granulométrica del poliestireno - Muestra N° 02

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 31 Análisis granulométrico de la muestra N°03 de poliestireno**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MUESTRA N° 03)					
SEGÚN NORMA ASTM C - 136					
Tamices	Abertura	Peso	%Retenido		% Que Pasa
ASTM	mm.	Retenido(g)	Parcial	Acumulado	
<b>3/8"</b>	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>1/4"</b>	6.350	0.91	4.21	4.21	95.79
<b>N°04</b>	4.760	16.64	77.00	81.21	18.79
<b>N°08</b>	2.380	4.06	18.79	100.00	0.00
<b>Peso total de muestra</b>		21.61			

Fuente: Elaboración propia (2019).

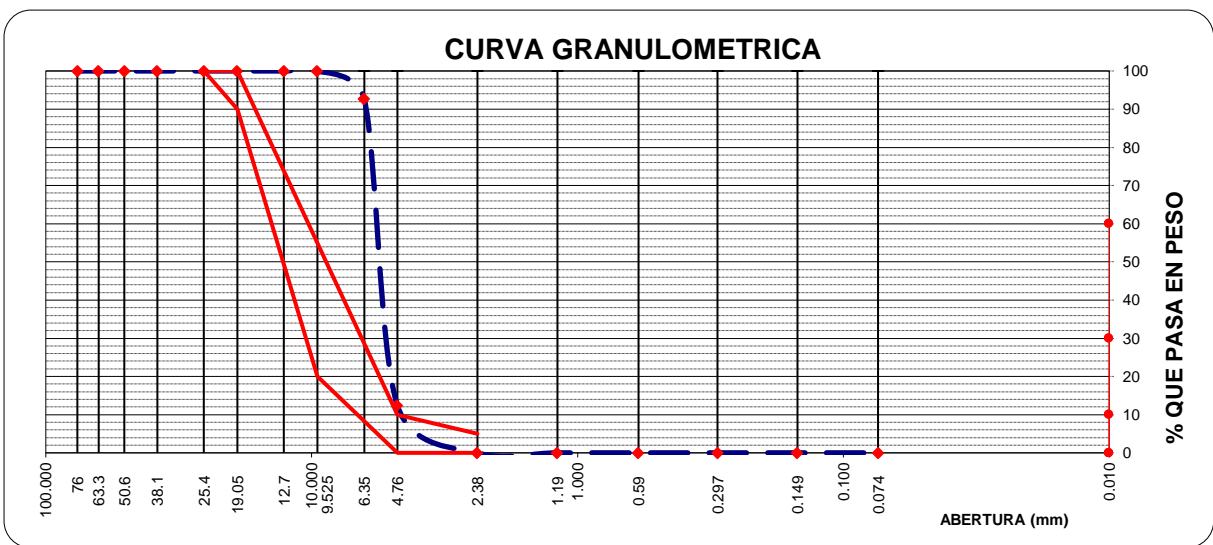


GRÁFICO N° 8 Curva granulométrica del poliestireno - Muestra N° 03

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.1.2.5 Módulo de Fineza.

El análisis de módulo de fineza de la perla de poliestireno se realizó conforme la norma ASTM C-33 y NTP 400.011.

**Tabla N° 32 Módulo de fineza de la perla de poliestireno**

MODULO DE FINEZA POR TAMIZADO SEGÚN NORMA ASTM C - 33						
Tamices ASTM	M1		M2		M3	
	%Retenido	%Ret.acum	%Retenido	%Ret.acum	%Retenido	%Ret.acum
N°04	80.36	87.60	79.78	84.59	77.00	81.21
N°08	12.40	100.00	15.41	100.00	18.79	100.00
N°16	-	100.00	-	100.00	-	100.00
N°30	-	100.00	-	100.00	-	100.00
N°50	-	100.00	-	100.00	-	100.00
N°100	-	100.00	-	100.00	-	100.00
TOTAL		5.88		5.85		5.81
MOD. FINEZA	5.88		5.85		5.81	
PROMEDIO	5.84					

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Resultado:** El Promedio del Módulo de fineza del agregado fino es 5.84

#### 4.1.2.6 Superficie específica

El análisis de superficie específica de la perla de poliestireno se realizó conforme la norma NTP 400.012.

**Tabla N° 33 Superficie específica muestra N° 01 del poliestireno**

SUPERFICIE ESPECIFICA M1				
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
3/8"	9.525	1.1100	0.00	0.00
1/4"	6.350	0.7936	7.24	9.12
N°04	4.760	0.5550	80.36	144.80
N°08	2.380	0.3555	12.40	34.89
N°16	1.190	0.1770	0.00	0.00
N°30	0.590	0.0885	0.00	0.00
FONDO	0.074	0.0111	0.00	0.00
TOTAL				188.80

Fuente: Elaboración propia (2019).

$$Se = \frac{0.06}{0.013} \times 188.80 = 871.38 \text{ cm}^2/\text{g}$$

**Tabla N° 34 Superficie especifica muestra N° 02 del poliestireno**

SUPERFICIE ESPECIFICA M2				
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
3/8"	9.525	1.1100	0.00	0.00
1/4"	6.350	0.7936	4.81	6.06
N°04	4.760	0.5550	79.78	143.75
N°08	2.380	0.3555	15.41	43.34
N°16	1.190	0.1770	0.00	0.00
N°30	0.590	0.0885	0.00	0.00
FONDO	0.074	0.0111	0.00	0.00
TOTAL				193.16

Fuente: Elaboración propia (2019).

$$Se = \frac{0.06}{0.013} \times 193.16 = 891.51 \text{ cm}^2/g$$

**Tabla N° 35: Superficie especifica muestra N° 03 del poliestireno**

SUPERFICIE ESPECÍFICA M3				
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
3/8"	9.525	1.1100	0.00	0.00
1/4"	6.350	0.7936	4.21	5.31
N°04	4.760	0.5550	77.00	138.74
N°08	2.380	0.3555	18.79	52.85
N°16	1.190	0.1770	0.00	0.00
N°30	0.590	0.0885	0.00	0.00
FONDO	0.074	0.0111	0.00	0.00
TOTAL				196.90

Fuente: Elaboración propia (2019).

$$Se = \frac{0.06}{0.013} \times 196.90 = 908.77 \text{ cm}^2/g$$



#### 4.1.2.7 Material que pasa por Tamiz N° 200

El ensayo de cantidad de la perla de poliestireno que pasa por el tamiz N° 200 se desarrolló según la norma ASTM C-117 y NTP 400.018.

**Tabla N° 36 Material que pasa por el tamiz N° 200 perla de poliestireno**

MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 SEGÚN NORMA ASTM C - 117			
N° de Ensayos	m1	m2	m3
(A) PESO DE MUESTRA HUMEDA + TARA (g)	376.53	384.56	342.13
(B) PESO DE MUESTRA SECA + TARA (g)	376.53	384.56	342.13
(C) PESO DE TARA (g)	353.15	353.15	320.52
(D=A-C) PESO DE MUESTRA HUMEDA (g)	23.38	31.41	21.61
(E=B-C) PESO DE LA MUESTRA SECA (g)	23.38	31.41	21.61
(F=D-E) PESO DEL MATERIAL FINO (g)	0	0	0
(F/D*100%) QUE PASA LA MALLA N° 200	0.00	0.00	0.00
PROMEDIO DE % QUE PASA LA MALLA N° 200	0.00		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Resultado:** El Promedio del porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino es 0.00%.

#### 4.2 DISEÑO DE MEZCLAS

Se partió de un diseño óptimo, eligiéndose el correspondiente CL-03, en el cual se utilizó una relación agua/cemento de 0.40, 60% de agregado fino y 40% de perlas de poliestireno, 0.006 kg/bls de cemento de Neoplast 8500 HP, 0.0001 kg/bls de cemento de EucoCell 1000. La humedad de este diseño fue de 9.47 % para el agregado fino y 0.00% para las perlas de poliestireno; 160 L/m<sup>3</sup> de estimación de agua y 20% de contenido de aire atrapado tomados de la composición de un m<sup>3</sup> corregido por cambio de aire atrapado real. (Barba & García, 2018)

A partir del diseño patrón, se variaron los aditivos incorporador de aire y superplastificante, manteniendo constante los otros diseños ya mencionados en él patrón. Los aditivos Neoplast 8500 HP y EucoCell 1000 fueron usados en nueve dosis; todas las variantes hacen un total de 252 diseños de mezcla incluido el diseño patrón, tomándose el que cumplía con las características óptimas.

**Tabla N° 37 Dosificaciones - Probetas**

N°	NEOPLAST 8500 HP (aditivo superplastificante/reductor de agua) relación aditiva/cemento	EUCCOCELL 1000 (aditivo incorporador de aire) relación aditiva/cemento	Muestras por cada dosis de aditivo	Resist. a la compresión y Resist. a la tracción (días)			Resist. a la flexión (días)	Módulo de Elasti. (días)	Probetas	
				7	14	28			28	28
<b>1</b>	0.006	0.0001	3	6	6	6	6	4	<b>22</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	0.004	0.0001	3	6	6	6	6	4	<b>22</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	0.005	0.0001	3	6	6	6	6	4	<b>22</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	0.008	0.0001	3	6	6	6	6	4	<b>22</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	0.009	0.0001	3	6	6	6	6	4	<b>22</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	0.006	0.0000	3	6	6	6	6	4	<b>22</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	0.006	0.00005	3	6	6	6	6	4	<b>22</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	0.006	0.0002	3	6	6	6	6	4	<b>22</b>	<b>6</b>
<b>9</b>	0.006	0.0003	3	6	6	6	6	4	<b>22</b>	<b>6</b>
								<b>TOTAL</b>	<b>198</b>	<b>54</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 38 Categorización de los concretos livianos**

<b>CATEGORIZACIÓN DE LOS CONCRETOS LIVIANOS</b>			
<b>Diseño Meta</b>	<b>Densidad (Kg/m3)</b>	<b>Resistencia a la Compresión (Mpa)</b>	<b>Categoría</b>
A	Menor a 1000	Menor a 5	Espuma de concreto
B	1000-1800	5 - 17	Concreto liviano no estructural
C	1800-2100	Mayor a 17	Concreto estructural de baja densidad

Fuente: (Barba & García, 2018)

#### 4.2.1 0.006 Neoplast 8500 HP - 0.0001 Eucozell 1000 (aditivo/cemento)

Se efectuaron 28 ensayos de diseños de mezcla utilizando agregado fino, perlas de poliestireno, cemento, agua y aditivos.

**Tabla N° 39 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.006 Neo; 0.0001 Euco)**

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - DOSIS N° 01/ PATRON</b>					
<b>CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL - 0.006 NEOPLAST; 0.0001 EUCOCELL</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>1. CEMENTO</b>					
Marca y Tipo	:	<b>SOL TIPO I</b>			
Peso Específico	:	3.15 g/cc			
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>			
<b>2. ADITIVO</b>					
		Aditivo 1		Aditivo 2	
Marca y Tipo	:	NEOPLAST		EUCOCELL	
		8500 HP		1000	
Densidad	:	1.1 kg/L		1.05 kg/L	
<b>3. AGREGADOS</b>					
		<b>AGREGADO FINO</b>		<b>PERLA DE POLIESTIRENO</b>	
Peso Específico	:	2.601 g/cc		0.017 g/cc	
Porcentaje de Absorción	:	0.69 %		0.00 %	
Peso Unitario Suelto	:	1,367 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Peso Unitario Compactado	:	1,550 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Módulo de Fineza	:	1.31		5.85	
Tamaño Máximo Nominal	:	---		1/4"	
Humedad para Diseño	:	9.67 %		0.00 %	
<b>CARACTERISTICAS</b>					
<b>4. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN</b>					
Estimación de Agua	:	160	L/m <sup>3</sup>		
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.40			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	160.00	/	0.40 = 400 = 9.41 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	20.00	%		
Combinación de Agregados	:	60%	A. FINO		40% A. GRUESO
Relación Aditivo/Cemento 1	:	0.006			
Relación Aditivo/Cemento 2	:	0.0001			
Cantidad de aditivo 1	:	2400	g	=	2.4 Kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de aditivo 2	:	40	g	=	0.04 Kg/m <sup>3</sup>
<b>CALCULO</b>					
<b>5. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA</b>					
Cemento	:	400	/	3150	= 0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	160.00	/	1000	= 0.158 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	20.00	/	100	= 0.2 m <sup>3</sup>
Aditivo 1	:	2.40	/	1100	= 0.002
Aditivo 2	:	0.04	/	1050	= 0.000
					0.487 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.486984	= 0.513 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	60%	0.308	x	2601 = 800.7 kg
Peso de Perla de Poliestireno	:	40%	0.205	x	17 = 3.5 kg

**6. VALORES DE DISEÑO**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	157.8	L/m3
Agregado Fino	:	800.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.400	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.040	Kg/m3

**7. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

Peso Húmedo del A. Fino	:	800.65	x	1.0967	=	878.08	Kg/m3
Peso Húmedo del P. Poliestireno	:	3.49	x	1.0000	=	3.4903	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	9.67	-	0.69	=	8.98	%
Humedad Superficial P. Poliestireno	:	0.00	-	0.00	=	0.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	800.65	x	0.0898	=	71.899	L.
Aporte de Humedad P. Poliestireno	:	3.49	x	0.0000	=	0	L.
						<u>71.90</u>	L.

Agua Efectiva de Diseño	:	157.78	-	71.90	=	85.88	L.
-------------------------	---	--------	---	-------	---	-------	----

**8. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	85.9	L/m3
Agregado Fino	:	878.1	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.400	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.040	Kg/m3

**9. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	:	878.1	/	400.00	=	2.20
Agregado Grueso	:	3.5	/	400.00	=	0.01
Agua	:	0.21	x	42.50	=	8.93

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.20</b>	<b>0.01</b>	<b>8.93</b>

 L/m3
**10. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)**

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	:	1499.19	Kg/m3
Peso Unitario Suelto Húmedo A. Polies	:	12.00	Kg/m3

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.18</b>	<b>1.24</b>	<b>8.93</b>

 L/m3
**11. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	92.7	Kg
Agregado Grueso	:	0.4	Kg
Agua Efectiva	:	8.9	L.
Aditivo 01	:	0.255	Kg
Aditivo 02	:	0.004	kg

Fuente: Elaboración propia (2019).

**PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**

**ASTM C-138**

Relación agua/cemento:

**0.40**

**CON ADITIVO**

**0.006  
0.0001**

**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA)**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	400.00 kg	0.12698 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	806.18 kg	0.30780 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.49 kg	0.20521 m3
AGUA	:	157.78 kg	0.15778 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.40 kg	0.00218 m3
ADITIVO EUKOCELL	:	0.04 kg	0.00004 m3
<b>PESO TOTAL DE MATERIALES</b>		<b>1369.89 kg</b>	<b>0.800 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1369.89 \text{ kg}}{0.800 \text{ m}^3} = 1712.39 \text{ kg/m}^3$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

<b>(A)</b> PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6868	6917	7004
<b>(B)</b> PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
<b>(C=A-B)</b> PESO DE MUESTRA (g)	3973	4022	4109
<b>(D)</b> VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
<b>(D/C)</b> PESO UNITARIO (g/cm3)	1.405	1.423	1.453
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>1.42719</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1427.19</b>		

RENDIMIENTO =  $\frac{1369.89 \text{ kg.}}{1427.19 \text{ kg/m}^3} = 0.959851 \text{ m}^3$

RENDIMIENTO RELATIVO =  $\frac{0.959851 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.960$

CONTENIDO DE CEMENTO REAL =  $\frac{400 \text{ m}^3}{0.959581 \text{ m}^3} = 416.73 \text{ kg/m}^3 = 9.81 \text{ bolsas/m}^3$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO =  $\frac{1712.39 - 1427.19}{1712.39} \times 100 = 16.66\%$

(Método Volumétrico)

1712.39

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE**

**ATRAPADO REAL**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	416.73 kg	0.132 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	839.90 kg	0.321 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.64 kg	0.214 m3
AGUA	:	164.38 L.	0.164 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.50 kg	0.00227 m3
ADITIVO EUKOCELL	:	0.04 kg	0.00004 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.167 m3
<b>TOTAL</b>	:	<b>1427.19 kg</b>	<b>1.0000 m3</b>

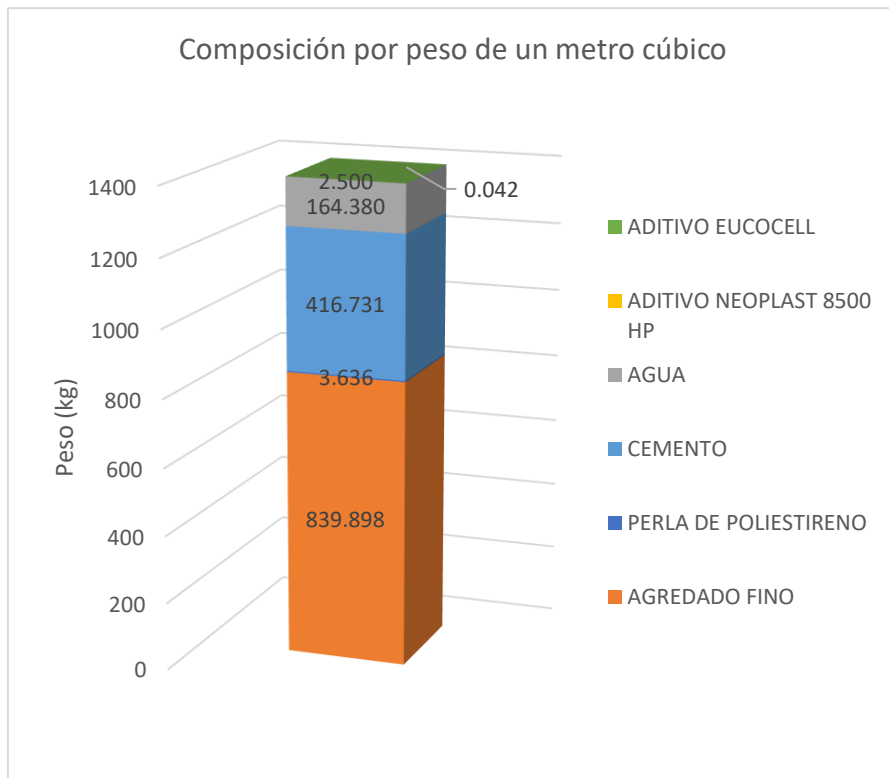


GRÁFICO N° 9 Composición por peso de un metro cúbico – 0.006/0.0001

Fuente: Elaboración propia (2019).

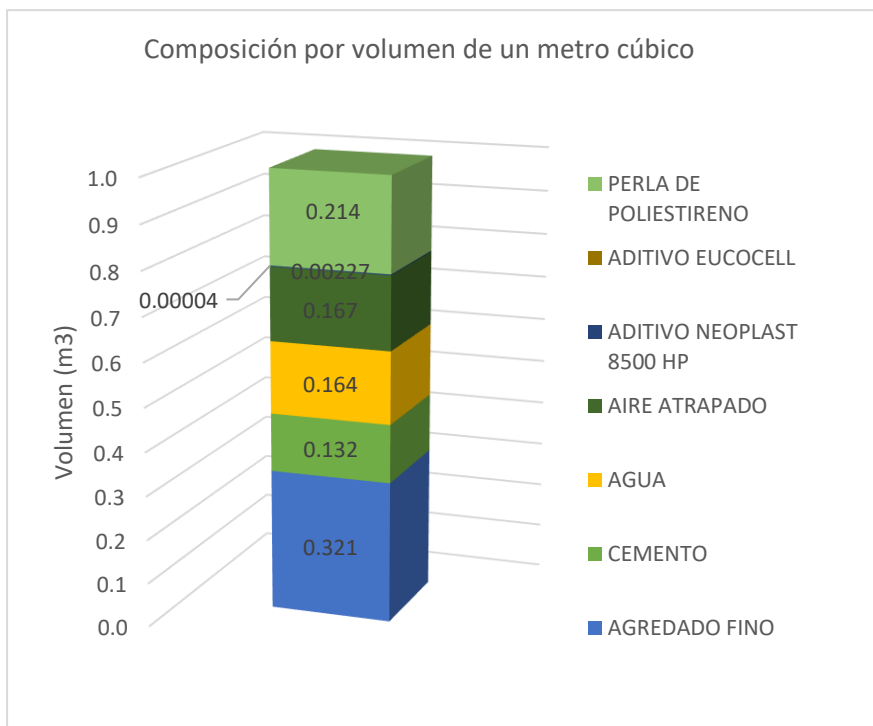


GRÁFICO N° 10 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.006/0.0001

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.2.2 0.006 Neoplast 8500 HP - 0.0002 Eucozell 1000 (aditivo/cemento)

Se efectuaron 28 ensayos de diseños de mezcla utilizando agregado fino, perlas de poliestireno, cemento, agua y aditivos.

**Tabla N° 40 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.006 Neo; 0.0002 Euco)**

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - DOSIS N° 02</b>					
<b>CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL - 0.006 NEOPLAST; 0.0002 EUCOCELL</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>1. CEMENTO</b>					
Marca y Tipo	:	<b>SOL TIPO I</b>			
Peso Específico	:	3.15 g/cc			
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>			
<b>2. ADITIVO</b>					
		Aditivo 1		Aditivo 2	
Marca y Tipo	:	NEOPLAST		EUCOCELL	
		8500 HP		1000	
Densidad	:	1.1 kg/L		1.05 kg/L	
<b>3. AGREGADOS</b>					
		<b>AGREGADO FINO</b>		<b>PERLA DE POLIESTIRENO</b>	
Peso Específico	:	2.601 g/cc		0.017 g/cc	
Porcentaje de Absorción	:	0.69 %		0.00 %	
Peso Unitario Suelto	:	1,367 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Peso Unitario Compactado	:	1,550 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Módulo de Fineza	:	1.31		5.85	
Tamaño Máximo Nominal	:	---		1/4"	
Humedad para Diseño	:	12.55 %		0.00 %	
<b>CARACTERISTICAS</b>					
<b>4. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN</b>					
Estimación de Agua	:	160 L/m <sup>3</sup>			
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.40			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	160.00 / 0.40	=	400 = 9.41 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	20.00 %			
Combinación de Agregados	:	60% A. FINO		40% A. GRUESO	
Relación Aditivo/Cemento 1	:	0.006			
Relación Aditivo/Cemento 2	:	0.0002			
Cantidad de aditivo 1	:	2400 g	=	2.4 Kg/m <sup>3</sup>	
Cantidad de aditivo 2	:	80 g	=	0.08 Kg/m <sup>3</sup>	
<b>CÁLCULO</b>					
<b>5. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA</b>					
Cemento	:	400	/	3150	= 0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	160.00	/	1000	= 0.158 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	20.00	/	100	= 0.2 m <sup>3</sup>
Aditivo 1	:	2.40	/	1100	= 0.002
Aditivo 2	:	0.08	/	1050	= 0.000
					0.487 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.486984	= 0.513 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	60%	0.308	x 2601	= 800.7 kg
Peso de Perla de Poliestireno	:	40%	0.205	x 17	= 3.5 kg

**6. VALORES DE DISEÑO**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	157.7	L/m3
Agregado Fino	:	800.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.400	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.080	Kg/m3

**7. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

Peso Húmedo del A. Fino	:	800.65	x	1.1255	=	901.13	Kg/m3
Peso Húmedo del P. Poliestireno	:	3.49	x	1.0000	=	3.4903	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	12.55	-	0.69	=	11.86	%
Humedad Superficial P. Poliestireno	:	0.00	-	0.00	=	0.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	800.65	x	0.1186	=	94.957	L.
Aporte de Humedad P. Poliestireno	:	3.49	x	0.0000	=	0	L.
						<u>94.96</u>	L.
Agua Efectiva de Diseño	:	157.74	-	94.96	=	62.78	L.

**8. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	62.8	L/m3
Agregado Fino	:	901.1	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.400	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.080	Kg/m4

**9. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	:	901.1338	/	400.00	=	2.25
Agregado Grueso	:	3.5	/	400.00	=	0.01
Agua	:	0.16	x	42.50	=	6.80

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.25</b>	<b>0.01</b>	<b>6.80</b>

 L/m3
**10. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)**

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	:	1538.56	Kg/m3
Peso Unitario Suelto Húmedo A. Polies	:	12.00	Kg/m3

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.18</b>	<b>1.24</b>	<b>6.80</b>

 L/m3
**11. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	95.6	Kg
Agregado Grueso	:	0.4	Kg
Agua Efectiva	:	6.8	L.
Aditivo 01	:	0.255	Kg
Aditivo 02	:	0.009	kg

Fuente: Elaboración propia (2019).



**PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**

**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.40** **CON ADITIVO** **0.006**  
**0.0002**  
**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA)**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	400.00 kg	0.12698 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	806.18 kg	0.30780 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.49 kg	0.20521 m3
AGUA	:	157.74 kg	0.15774 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.40 kg	0.00218 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.08 kg	0.00008 m3
<b>PESO TOTAL DE MATERIALES</b>		<b>1369.89 kg</b>	<b>0.800 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1369.89 \text{ kg}}{0.800 \text{ m}^3} = \mathbf{1712.39 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6829	7021	7114
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	3934	4126	4219
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.392	1.460	1.492
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>1.44782</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1447.82</b>		

RENDIMIENTO =  $\frac{1369.89 \text{ kg.}}{1447.823333 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.946172 \text{ m}^3}$

RENDIMIENTO RELATIVO =  $\frac{0.946172 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.946}$

CONTENIDO DE CEMENTO REAL =  $\frac{400 \text{ m}^3.}{0.946172 \text{ m}^3} = \mathbf{422.76 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{9.95 \text{ bolsas/m}^3}$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO=  $\frac{1712.39 - 1447.82}{1712.39} \times 100 = \mathbf{15.45\%}$   
 (Método Volumétrico)

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	422.76 kg	0.134 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	852.04 kg	0.325 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.69 kg	0.217 m3
AGUA	:	166.72 L.	0.167 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.54 kg	0.00231 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.08 kg	0.00008 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.155 m3
<b>TOTAL</b>	:	<b>1447.82 kg</b>	<b>1.0000 m3</b>

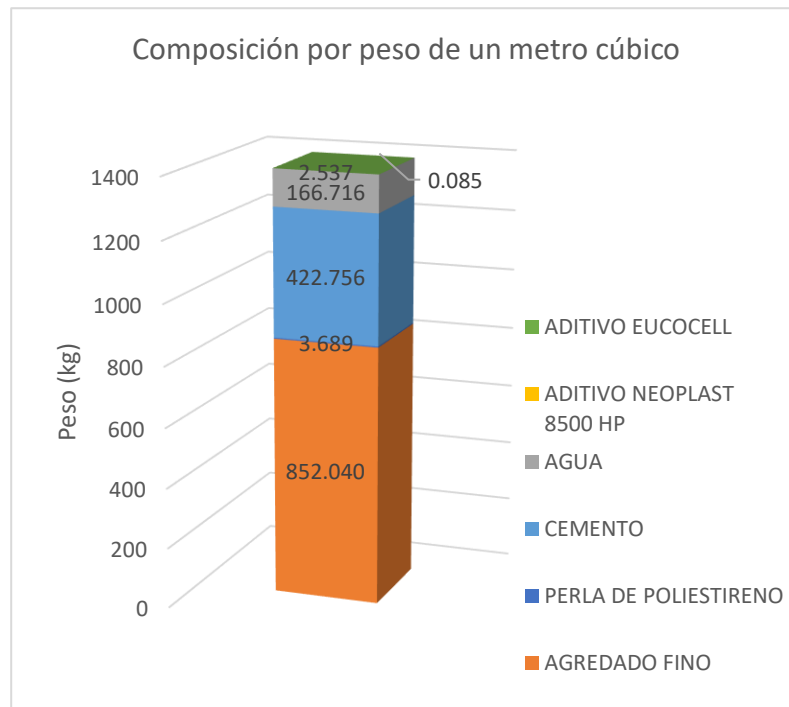


GRÁFICO N° 11 Composición por peso de un metro cúbico – 0.006/0.0002

Fuente: Elaboración propia (2019).

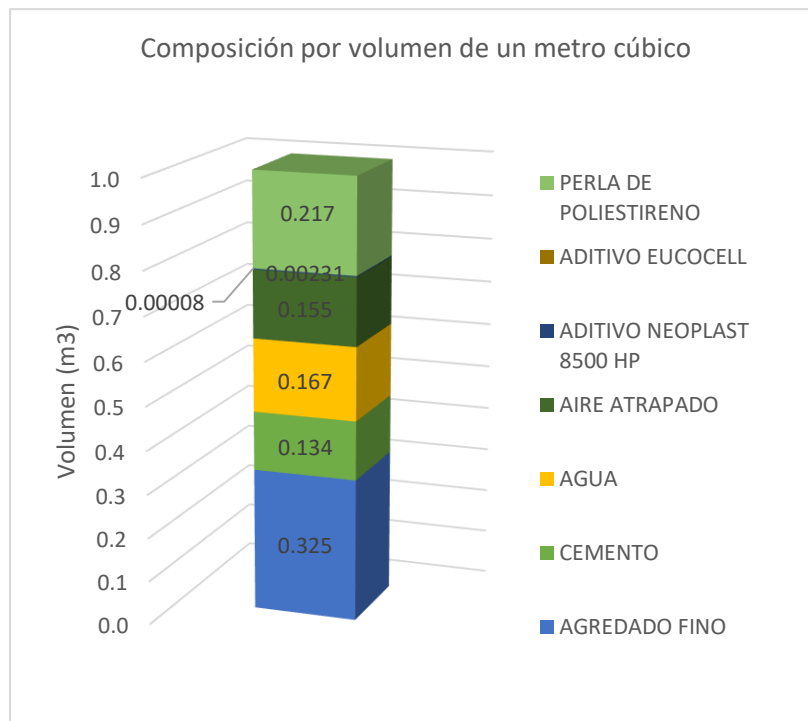


GRÁFICO N° 12 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.006/0.0002

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.2.3 0.006 Neoplast 8500 HP - 0.00005 Eucozell 1000 (aditivo/cemento)

Se efectuaron 28 ensayos de diseños de mezcla utilizando agregado fino, perlas de poliestireno, cemento, agua y aditivos.

**Tabla N° 41 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.006 Neo; 0.00005 Euco)**

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - DOSIS N° 03</b>					
<b>CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL - 0.006 NEOPLAST; 0.00005 EUCOCELL</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>1. CEMENTO</b>					
Marca y Tipo	:	<b>SOL TIPO I</b>			
Peso Específico	:	3.15 g/cc			
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>			
<b>2. ADITIVO</b>					
		Aditivo 1		Aditivo 2	
Marca y Tipo	:	NEOPLAST		EUROCELL	
		8500 HP		1000	
Densidad	:	1.1 kg/L		1.05 kg/L	
<b>3. AGREGADOS</b>					
		<b>AGREGADO FINO</b>		<b>PERLA DE POLIESTIRENO</b>	
Peso Específico	:	2.601 g/cc		0.017 g/cc	
Porcentaje de Absorción	:	0.69 %		0.00 %	
Peso Unitario Suelto	:	1,367 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Peso Unitario Compactado	:	1,550 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Módulo de Fineza	:	1.31		5.85	
Tamaño Máximo Nominal	:	---		1/4"	
Humedad para Diseño	:	9.41 %		0.00 %	
<b>CARACTERISTICAS</b>					
<b>4. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN</b>					
Estimación de Agua	:	160	L/m <sup>3</sup>		
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.40			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	160.00 / 0.40	= 400	= 9.41 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	20.00 %			
Combinación de Agregados	:	60% A. FINO		40% A. GRUESO	
Relación Aditivo/Cemento 1	:	0.006			
Relación Aditivo/Cemento 2	:	0.00005			
Cantidad de aditivo 1	:	2400 g	=	2.4 Kg/m <sup>3</sup>	
Cantidad de aditivo 2	:	20 g	=	0.02 Kg/m <sup>3</sup>	
<b>CALCULO</b>					
<b>5. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA</b>					
Cemento	:	400	/	3150	= 0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	160.00	/	1000	= 0.158 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	20.00	/	100	= 0.2 m <sup>3</sup>
Aditivo 1	:	2.40	/	1100	= 0.002
Aditivo 2	:	0.02	/	1050	= 0.000
					0.487 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.486984	= 0.513 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	60%	0.308	x 2601	= 800.7 kg
Peso de Perla de Poliestireno	:	40%	0.205	x 17	= 3.5 kg

**6. VALORES DE DISEÑO**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	157.8	L/m3
Agregado Fino	:	800.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.400	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.020	Kg/m3

**7. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

Peso Húmedo del A. Fino	:	800.65	x	1.0941	=	875.99	Kg/m3
Peso Húmedo del P. Poliestireno	:	3.49	x	1.0000	=	3.4903	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	9.41	-	0.69	=	8.72	%
Humedad Superficial P. Poliestireno	:	0.00	-	0.00	=	0.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	800.65	x	0.1186	=	69.817	L.
Aporte de Humedad P. Poliestireno	:	3.49	x	0.0000	=	0	L.
						<u>69.82</u>	L.
Agua Efectiva de Diseño	:	157.80	-	69.82	=	87.98	L.

**8. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	88.0	L/m3
Agregado Fino	:	876.0	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.400	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.020	Kg/m4

**9. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	:	876.0	/	400.00	=	2.19
Agregado Grueso	:	3.5	/	400.00	=	0.01
Agua	:	0.22	x	42.50	=	9.35

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.19</b>	<b>0.01</b>	<b>9.35</b>

 L/m3
**10. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)**

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	:	1538.56	Kg/m3
Peso Unitario Suelto Húmedo A. Polies	:	12.00	Kg/m3

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.18</b>	<b>1.24</b>	<b>9.35</b>

 L/m3
**11. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	92.7	Kg
Agregado Grueso	:	0.4	Kg
Agua Efectiva	:	9.4	L.
Aditivo 01	:	0.255	Kg
Aditivo 02	:	0.002	kg

Fuente: Elaboración propia (2019).

**PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**

**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.40** **CON ADITIVO** **0.006**  
**0.00005**  
**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA)**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	400.00 kg	0.12698 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	806.18 kg	0.30780 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.49 kg	0.20521 m3
AGUA	:	157.80 kg	0.15780 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.40 kg	0.00218 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.02 kg	0.00002 m3
<b>PESO TOTAL DE MATERIALES</b>		<u>1369.89 kg</u>	<u>0.800 m3</u>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1369.89 \text{ kg}}{0.800 \text{ m}^3} = \mathbf{1712.39 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

<b>(A)</b> PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	7156	7284	7335
<b>(B)</b> PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
<b>(C=A-B)</b> PESO DE MUESTRA (g)	4261	4389	4440
<b>(D)</b> VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
<b>(D/C)</b> PESO UNITARIO (g/cm3)	1.507	1.553	1.571
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>1.54345</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1543.45</b>		

RENDIMIENTO =  $\frac{1369.89 \text{ kg.}}{1543.45 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.887551 \text{ m}^3}$

RENDIMIENTO RELATIVO =  $\frac{0.946172 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.888}$

CONTENIDO DE CEMENTO REAL =  $\frac{400 \text{ m}^3}{0.887551 \text{ m}^3} = \mathbf{450.68 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{10.6 \text{ bolsas/m}^3}$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO=  $\frac{1712.39 - 1543.45}{1712.39} \times 100 = \mathbf{9.87\%}$   
 (Método Volumétrico)

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	450.68 kg	0.143 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	908.32 kg	0.347 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.93 kg	0.231 m3
AGUA	:	177.79 L.	0.178 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.70 kg	0.00246 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.02 kg	0.00002 m3
AIRE ATRAPADO		<u>0.00</u>	<u>0.099</u> m3
<b>TOTAL</b>	:	<u>1543.44 kg</u>	<u>1.0000 m3</u>

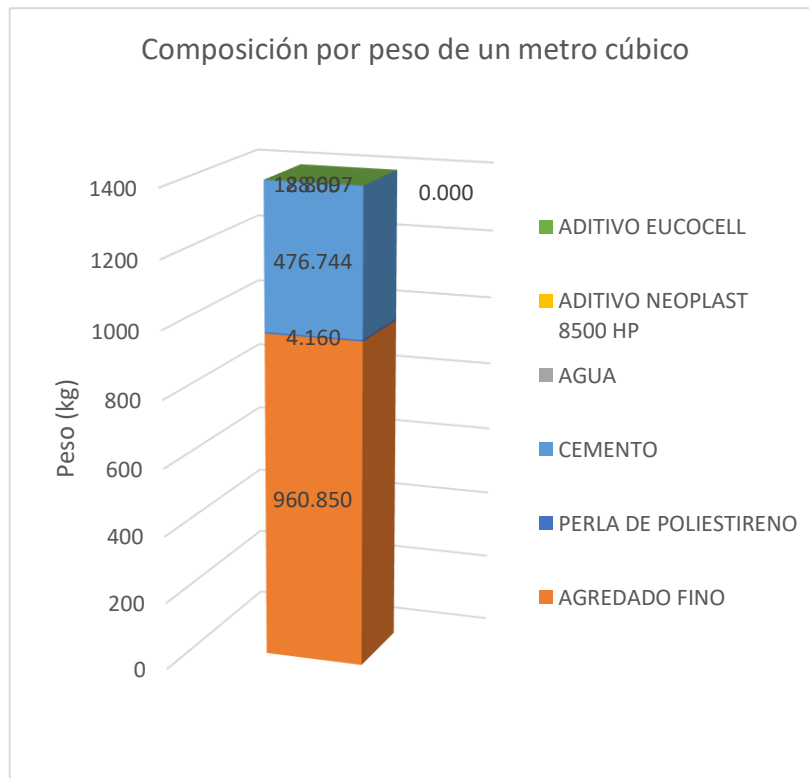


GRÁFICO N° 13 Composición por peso de un metro cúbico – 0.006/0.00005

Fuente: Elaboración propia (2019).

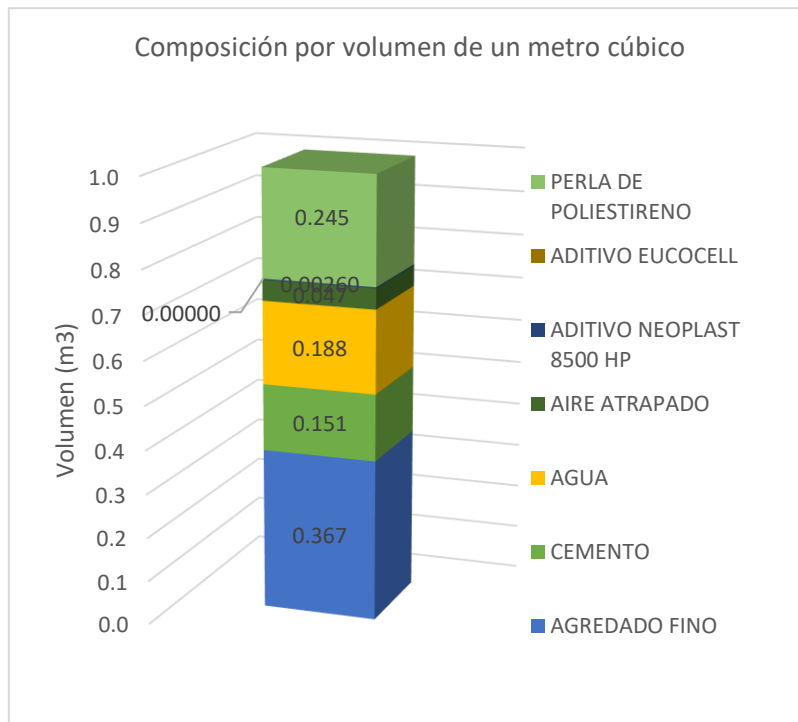


GRÁFICO N° 14 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.006/0.00005

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.2.4 0.006 Neoplast 8500 HP - 0.0003 Eucozell 1000 (aditivo/cemento)

Se efectuaron 28 ensayos de diseños de mezcla utilizando agregado fino, perlas de poliestireno, cemento, agua y aditivos.

**Tabla N° 42 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.006 Neo; 0.0003 Euco)**

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - DOSIS N° 04</b>					
<b>CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL - 0.006 NEOPLAST; 0.0003 EUCOCELL</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>1. CEMENTO</b>					
Marca y Tipo	:	<b>SOL TIPO I</b>			
Peso Específico	:	3.15 g/cc			
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>			
<b>2. ADITIVO</b>					
		Aditivo 1		Aditivo 2	
Marca y Tipo	:	NEOPLAST		EUCOCELL	
		8500 HP		1000	
Densidad	:	1.1 kg/L		1.05 kg/L	
<b>3. AGREGADOS</b>					
		<b>AGREGADO FINO</b>		<b>PERLA DE POLIESTIRENO</b>	
Peso Específico	:	2.601 g/cc		0.017 g/cc	
Porcentaje de Absorción	:	0.69 %		0.00 %	
Peso Unitario Suelto	:	1,367 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Peso Unitario Compactado	:	1,550 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Módulo de Fineza	:	1.31		5.85	
Tamaño Máximo Nominal	:	---		1/4"	
Humedad para Diseño	:	15.77 %		0.00 %	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>					
<b>4. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN</b>					
Estimación de Agua	:	160	L/m <sup>3</sup>		
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.40			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	160.00 / 0.40	= 400	= 9.41 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	20.00 %			
Combinación de Agregados	:	60% A. FINO		40% A. GRUESO	
Relación Aditivo/Cemento 1	:	0.006			
Relación Aditivo/Cemento 2	:	0.0003			
Cantidad de aditivo 1	:	2400 g	=	2.4 Kg/m <sup>3</sup>	
Cantidad de aditivo 2	:	120 g	=	0.12 Kg/m <sup>3</sup>	
<b>CÁLCULO</b>					
<b>5. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA</b>					
Cemento	:	400	/	3150	= 0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	160.00	/	1000	= 0.158 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	20.00	/	100	= 0.200 m <sup>3</sup>
Aditivo 1	:	2.40	/	1100	= 0.002
Aditivo 2	:	0.12	/	1050	= 0.000
					0.487 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.486984	= 0.513 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	60%	0.308	x 2601	= 800.7 kg
Peso de Perla de Poliestireno	:	40%	0.205	x 17	= 3.5 kg

**6. VALORES DE DISEÑO**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	157.7	L/m3
Agregado Fino	:	800.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.400	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.120	Kg/m3

**7. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

Peso Húmedo del A. Fino	:	800.65	x	1.1577	=	926.91	Kg/m3
Peso Húmedo del P. Poliestireno	:	3.49	x	1.0000	=	3.4903	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	15.77	-	0.69	=	15.08	%
Humedad Superficial P. Poliestireno	:	0.00	-	0.00	=	0.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	800.65	x	0.1508	=	120.74	L.
Aporte de Humedad P. Poliestireno	:	3.49	x	0.0000	=	0	L.
						<u>120.74</u>	L.
Agua Efectiva de Diseño	:	157.70	-	120.74	=	36.97	L.

**8. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	37.0	L/m3
Agregado Fino	:	926.9	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.400	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.120	Kg/m4

**9. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	:	926.9	/	400.00	=	2.32
Agregado Grueso	:	3.5	/	400.00	=	0.01
Agua	:	0.09	x	42.50	=	3.82

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.32</b>	<b>0.01</b>	<b>3.83</b>

 L/m3
**10. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)**

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	:	1582.58	Kg/m3
Peso Unitario Suelto Húmedo A. Polies	:	12.00	Kg/m3

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.18</b>	<b>1.24</b>	<b>3.83</b>

 L/m3
**11. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	92.7	Kg
Agregado Grueso	:	0.4	Kg
Agua Efectiva	:	9.4	L.
Aditivo 01	:	0.255	Kg
Aditivo 02	:	0.0013	kg

Fuente: Elaboración propia (2019).



**PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**

**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.40** **CON ADITIVO** **0.006**  
**0.0003**  
**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA)**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	400.00 kg	0.12698 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	806.18 kg	0.30780 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.49 kg	0.20521 m3
AGUA	:	157.70 kg	0.15770 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.40 kg	0.00218 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.12 kg	0.00011 m3
<b>PESO TOTAL DE MATERIALES</b>		<b>1369.89 kg</b>	<b>0.800 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1369.89 \text{ kg}}{0.800 \text{ m}^3} = \mathbf{1712.39 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6555	6664	6596
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	3660	3769	3701
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.295	1.333	1.309
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>1.31235</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1312.35</b>		

RENDIMIENTO =  $\frac{1369.89 \text{ kg.}}{1312.35 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.043848 \text{ m}^3}$

RENDIMIENTO RELATIVO =  $\frac{1.043848 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{1.044}$

CONTENIDO DE CEMENTO REAL =  $\frac{400 \text{ m}^3}{1.043848 \text{ m}^3} = \mathbf{383.2 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{9.02 \text{ bolsas/m}^3}$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO=  $\frac{1712.39 - 1312.35}{1712.39} \times 100 = \mathbf{23.36\%}$   
 (Método Volumétrico)

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	383.20 kg	0.122 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	772.31 kg	0.295 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.34 kg	0.197 m3
AGUA	:	151.08 L.	0.151 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.30 kg	0.00209 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.11 kg	0.00011 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.234 m3
<b>TOTAL</b>	:	<b>1312.35 kg</b>	<b>1.0000 m3</b>

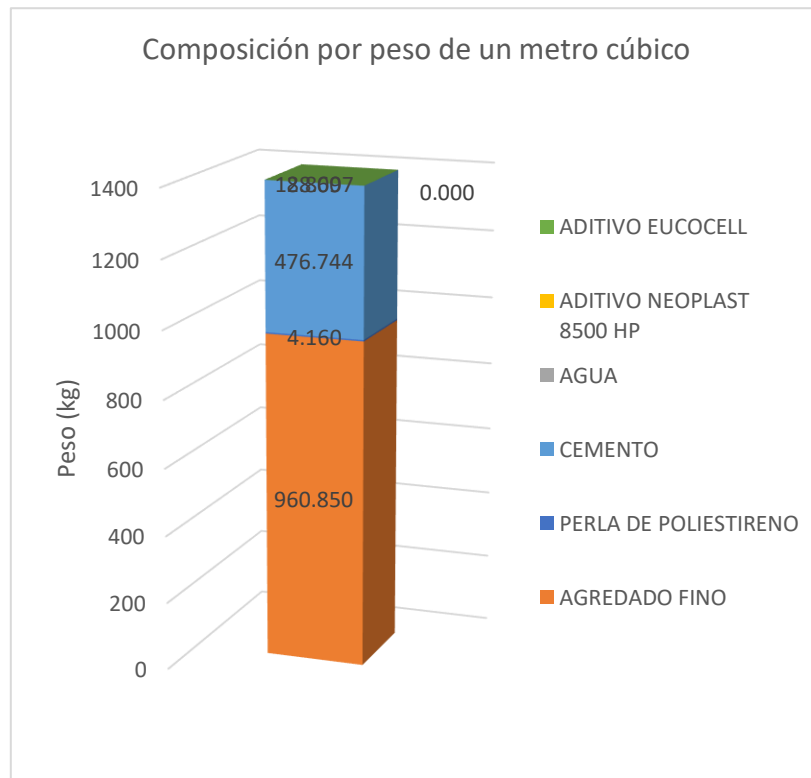


GRÁFICO N° 15 Composición por peso de un metro cúbico – 0.006/0.0003

Fuente: Elaboración propia (2019).

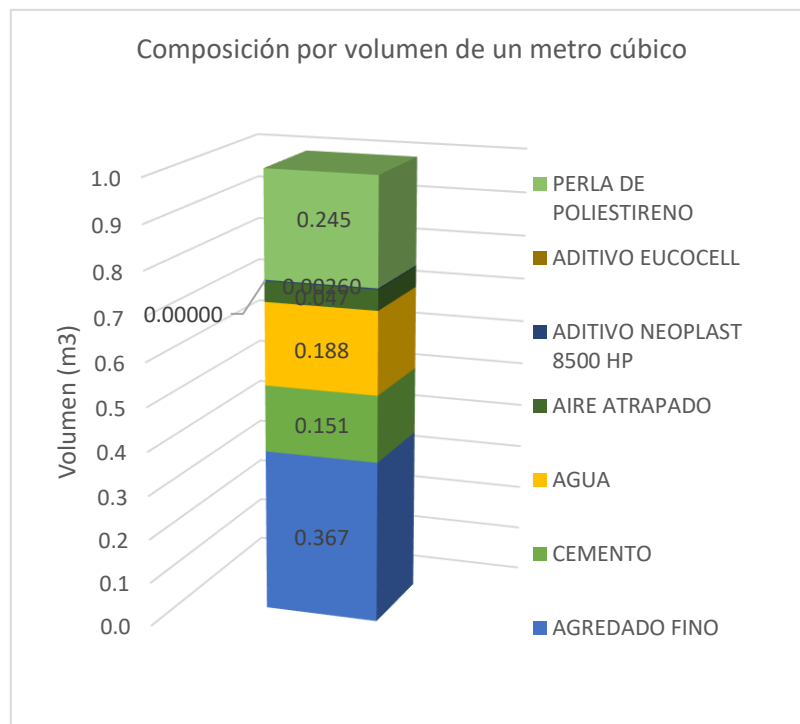


GRÁFICO N° 16 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.006/0.0003

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.2.5 0.006 Neoplast 8500 HP - 0.000 Eucozell 1000 (aditivo/cemento)

Se efectuaron 28 ensayos de diseños de mezcla utilizando agregado fino, perlas de poliestireno, cemento, agua y aditivos.

**Tabla N° 43 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.006 Neo; 0 Euco)**

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - DOSIS N° 05</b>					
<b>CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL - 0.006 NEOPLAST; 0.000 EUCOCELL</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>1. CEMENTO</b>					
Marca y Tipo	:	<b>SOL TIPO I</b>			
Peso Específico	:	3.15 g/cc			
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>			
<b>2. ADITIVO</b>					
		Aditivo 1		Aditivo 2	
Marca y Tipo	:	NEOPLAST		EUCOCELL	
		8500 HP		1000	
Densidad	:	1.1 kg/L		1.05 kg/L	
<b>3. AGREGADOS</b>					
		<b>AGREGADO FINO</b>		<b>PERLA DE POLIESTIRENO</b>	
Peso Específico	:	2.601 g/cc		0.017 g/cc	
Porcentaje de Absorción	:	0.69 %		0.00 %	
Peso Unitario Suelto	:	1,367 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Peso Unitario Compactado	:	1,550 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Módulo de Fineza	:	1.31		5.85	
Tamaño Máximo Nominal	:	---		1/4"	
Humedad para Diseño	:	13.52 %		0.00 %	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>					
<b>4. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN</b>					
Estimación de Agua	:	160	L/m <sup>3</sup>		
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.40			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	160.00 / 0.40	= 400	= 9.41 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	20.00 %			
Combinación de Agregados	:	60% A. FINO		40% A. GRUESO	
Relación Aditivo/Cemento 1	:	0.006			
Relación Aditivo/Cemento 2	:	0			
Cantidad de aditivo 1	:	2400 g	=	2.4 kg/m <sup>3</sup>	
Cantidad de aditivo 2	:	0 g	=	0 Kg/m <sup>3</sup>	
<b>CÁLCULO</b>					
<b>5. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA</b>					
Cemento	:	400	/	3150	= 0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	160.00	/	1000	= 0.158 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	20.00	/	100	= 0.200 m <sup>3</sup>
Aditivo 1	:	2.40	/	1100	= 0.002 m <sup>3</sup>
Aditivo 2	:	0	/	1050	= 0.000 m <sup>3</sup>
					0.487 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.486984	= 0.513 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	60%	0.308	x 2601	= 800.7 kg
Peso de Perla de Poliestireno	:	40%	0.205	x 17	= 3.5 kg

**6. VALORES DE DISEÑO**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	55.1	L/m3
Agregado Fino	:	908.9	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.400	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.00	Kg/m3

**7. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

Peso Húmedo del A. Fino	:	800.65	x	1.1352	=	908.9	Kg/m3
Peso Húmedo del P. Poliestireno	:	3.49	x	1.0000	=	3.4903	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	15.77	-	0.69	=	12.83	%
Humedad Superficial P. Poliestireno	:	0.00	-	0.00	=	0.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	800.65	x	0.1283	=	102.72	L.
Aporte de Humedad P. Poliestireno	:	3.49	x	0.0000	=	0	L.
						<u>120.72</u>	L.
Agua Efectiva de Diseño	:	157.82	-	102.72	=	55.09	L.

**8. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	157.8	L/m3
Agregado Fino	:	800.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.400	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.000	Kg/m4

**9. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	:	908.9	/	400.00	=	2.27
Agregado Grueso	:	3.5	/	400.00	=	0.01
Agua	:	0.14	x	42.50	=	5.95

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.27</b>	<b>0.01</b>	<b>5.95</b>

 L/m3
**10. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)**

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	:	1551.82	Kg/m3
Peso Unitario Suelto Húmedo A. Polies	:	12.00	Kg/m3

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.18</b>	<b>1.24</b>	<b>5.95</b>

 L/m3
**11. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	92.7	Kg
Agregado Grueso	:	0.4	Kg
Agua Efectiva	:	6.0	L.
Aditivo 01	:	0.255	Kg
Aditivo 02	:	0.000	kg

Fuente: Elaboración propia (2019).

**PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**

**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.40** **CON ADITIVO** **0.0060**  
**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA)**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	400.00 kg	0.12698 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	806.18 kg	0.30780 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.49 kg	0.20521 m3
AGUA	:	157.82 kg	0.15782 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.40 kg	0.00218 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.00 kg	0.00000 m3
<b>PESO TOTAL DE MATERIALES</b>		<b>1369.89 kg</b>	<b>0.800 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1369.89 \text{ kg}}{0.800 \text{ m}^3} = \mathbf{1712.39 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

<b>(A)</b> PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	7428	7489	7615
<b>(B)</b> PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
<b>(C=A-B)</b> PESO DE MUESTRA (g)	4533	4594	4720
<b>(D)</b> VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
<b>(D/C)</b> PESO UNITARIO (g/cm3)	1.603	1.625	1.670
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>1.63271</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1632.71</b>		

RENDIMIENTO =  $\frac{1369.89 \text{ kg.}}{1632.71 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.839024 \text{ m}^3}$

RENDIMIENTO RELATIVO =  $\frac{0.839024 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.839}$

CONTENIDO DE CEMENTO REAL =  $\frac{400 \text{ m}^3}{0.399024 \text{ m}^3} = \mathbf{476.74 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{11.22 \text{ bolsas/m}^3}$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO=  $\frac{1712.39 - 1632.71}{1712.39} \times 100 = \mathbf{4.65\%}$   
 (Método Volumétrico)

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	476.74 kg	0.151 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	960.85 kg	0.367 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	4.16 kg	0.245 m3
AGUA	:	188.10 L.	0.188 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.86 kg	0.00260 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.00 kg	0.00000 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.047 m3
<b>TOTAL</b>	:	<b>1632.71 kg</b>	<b>1.0000 m3</b>

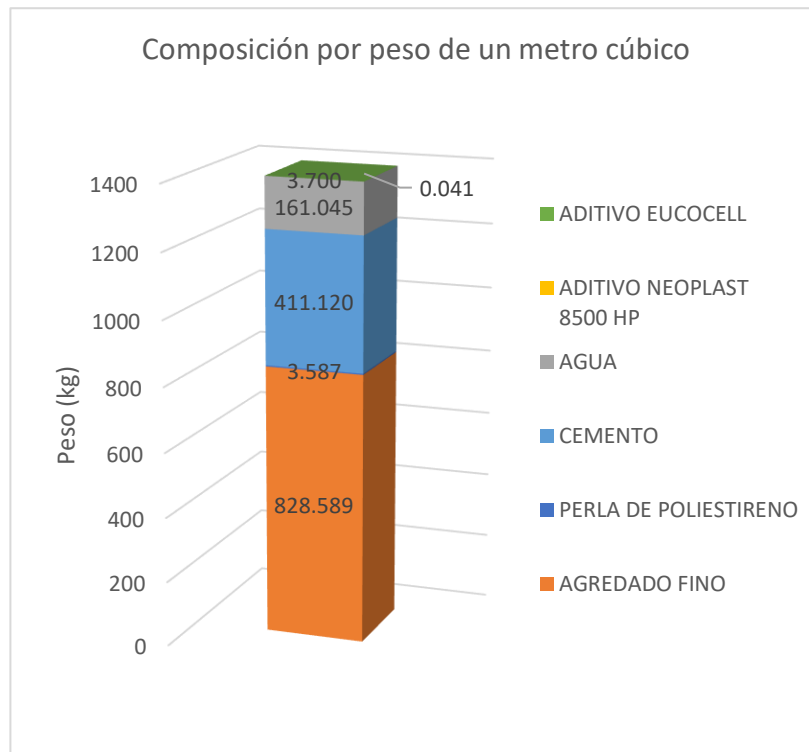


GRÁFICO N° 17 Composición por peso de un metro cúbico – 0.006/ 0

Fuente: Elaboración propia (2019).

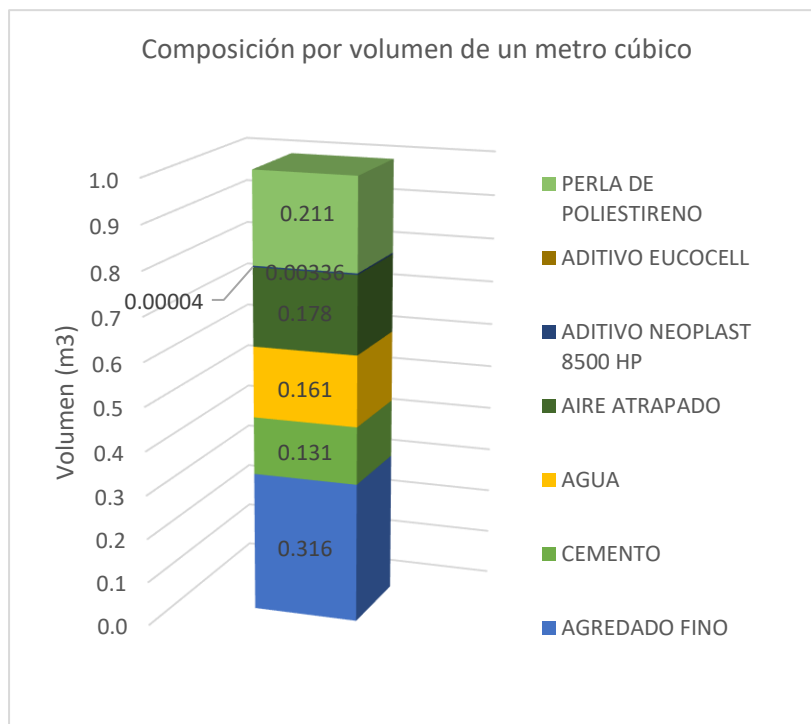


GRÁFICO N° 18 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.006 / 0

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.2.6 0.004 Neoplast 8500 HP - 0.0001 Eucozell 1000 (aditivo/cemento)

Se efectuaron 28 ensayos de diseños de mezcla utilizando agregado fino, perlas de poliestireno, cemento, agua y aditivos.

**Tabla N° 44 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.004 Neo; 0.0001 Euco)**

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - DOSIS N° 06</b>					
<b>CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL - 0.004 NEOPLAST; 0.0001 EUCOCELL</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>1. CEMENTO</b>					
Marca y Tipo	:	<b>SOL TIPO I</b>			
Peso Específico	:	3.15 g/cc			
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>			
<b>2. ADITIVO</b>					
		Aditivo 1		Aditivo 2	
Marca y Tipo	:	NEOPLAST		EUCELL	
		8500 HP		1000	
Densidad	:	1.1 kg/L		1.05 kg/L	
<b>3. AGREGADOS</b>					
		<b>AGREGADO FINO</b>		<b>PERLA DE POLIESTIRENO</b>	
Peso Específico	:	2.601 g/cc		0.017 g/cc	
Porcentaje de Absorción	:	0.69 %		0.00 %	
Peso Unitario Suelto	:	1,367 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Peso Unitario Compactado	:	1,550 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Módulo de Fineza	:	1.31		5.85	
Tamaño Máximo Nominal	:	---		1/4"	
Humedad para Diseño	:	11.12 %		0.00 %	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>					
<b>4. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN</b>					
Estimación de Agua	:	160	L/m <sup>3</sup>		
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.40			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	160.00 / 0.40	= 400	= 9.41 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	20.00 %			
Combinación de Agregados	:	60% A. FINO		40% A. GRUESO	
Relación Aditivo/Cemento 1	:	0.004			
Relación Aditivo/Cemento 2	:	0.0001			
Cantidad de aditivo 1	:	1600 g	=	1.6 Kg/m <sup>3</sup>	
Cantidad de aditivo 2	:	40 g	=	0.04 Kg/m <sup>3</sup>	
<b>CÁLCULO</b>					
<b>5. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA</b>					
Cemento	:	400	/	3150	= 0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	160.00	/	1000	= 0.159 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	20.00	/	100	= 0.200 m <sup>3</sup>
Aditivo 1	:	1.60	/	1100	= 0.001
Aditivo 2	:	0.04	/	1050	= 0.000
					0.487 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.486984	= 0.513 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	60%	0.308	x 2601	= 800.7 kg
Peso de Perla de Poliestireno	:	40%	0.205	x 17	= 3.5 kg

**6. VALORES DE DISEÑO**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	158.5	L/m3
Agregado Fino	:	800.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	1.600	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.040	Kg/m3

**7. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

Peso Húmedo del A. Fino	:	800.65	x	1.1112	=	889.68	Kg/m3
Peso Húmedo del P. Poliestireno	:	3.49	x	1.0000	=	3.4903	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	11.12	-	0.69	=	10.43	%
Humedad Superficial P. Poliestireno	:	0.00	-	0.00	=	0.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	800.65	x	0.1043	=	83.508	L.
Aporte de Humedad P. Poliestireno	:	3.49	x	0.0000	=	0	L.
						<u>83.51</u>	L.
Agua Efectiva de Diseño	:	158.51	-	83.51	=	75	L.

**8. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	75.0	L/m3
Agregado Fino	:	889.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	1.600	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.040	Kg/m4

**9. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	:	889.7	/	400.00	=	2.22
Agregado Grueso	:	3.5	/	400.00	=	0.01
Agua	:	0.19	x	42.50	=	8.08

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.22</b>	<b>0.01</b>	<b>8.08</b>

 L/m3
**10. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)**

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	:	1519.01	Kg/m3
Peso Unitario Suelto Húmedo A. Polies	:	12.00	Kg/m3

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.17</b>	<b>1.24</b>	<b>8.08</b>

 L/m3
**11. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	92.2	Kg
Agregado Grueso	:	0.4	Kg
Agua Efectiva	:	8.1	L.
Aditivo 01	:	0.170	Kg
Aditivo 02	:	0.004	kg

Fuente: Elaboración propia (2019).



**PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**

**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.40** **CON ADITIVO** **0.004**  
**0.0001**  
**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA)**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	400.00 kg	0.12698 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	806.18 kg	0.30780 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.49 kg	0.20521 m3
AGUA	:	158.51 kg	0.15851 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	1.60 kg	0.00145 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.04 kg	0.00004 m3
<b>PESO TOTAL DE MATERIALES</b>		<b>1369.81 kg</b>	<b>0.800 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1369.81 \text{ kg}}{0.800 \text{ m}^3} = \mathbf{1712.29 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6976	7042	7027
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	4081	4147	4132
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.444	1.467	1.462
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>1.45738</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1457.38</b>		

RENDIMIENTO =  $\frac{1369.81 \text{ kg.}}{1457.38 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.939915 \text{ m}^3}$

RENDIMIENTO RELATIVO =  $\frac{0.839024 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.940}$

CONTENIDO DE CEMENTO REAL =  $\frac{400 \text{ m}^3}{0.939915 \text{ m}^3} = \mathbf{425.57 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{10.01 \text{ bolsas/m}^3}$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO=  $\frac{1712.29 - 1457.38}{1712.39} \times 100 = \mathbf{14.89\%}$   
 (Método Volumétrico)

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	425.57 kg	0.135 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	857.71 kg	0.327 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.71 kg	0.218 m3
AGUA	:	168.64 L.	0.169 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	1.70 kg	0.00155 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.04 kg	0.00004 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.0149 m3
<b>TOTAL</b>	:	<b>1457.38 kg</b>	<b>1.0000 m3</b>

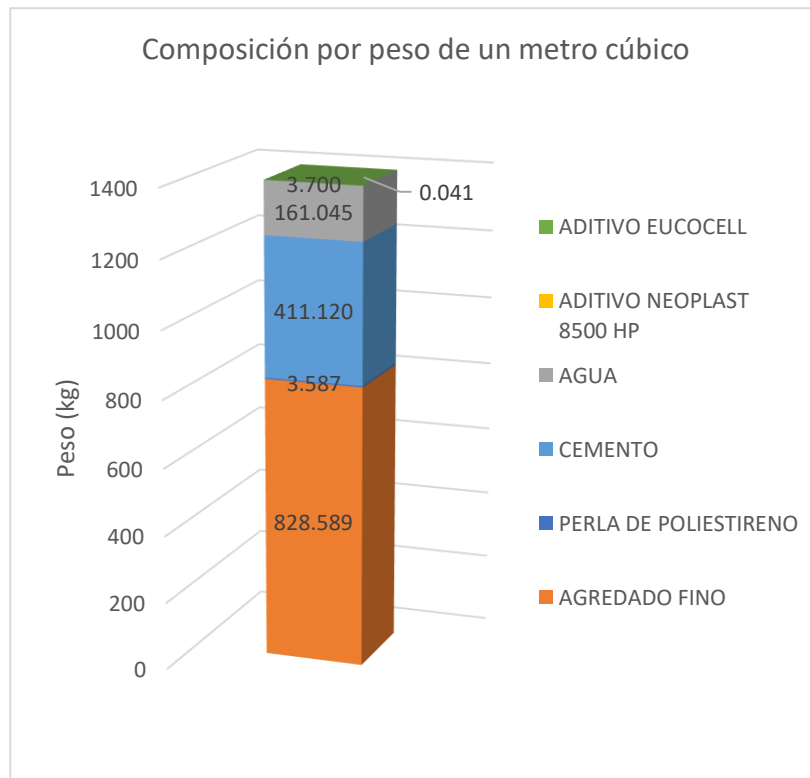


GRÁFICO N° 19 Composición por peso de un metro cúbico – 0.004/ 0.0001

Fuente: Elaboración propia (2019).

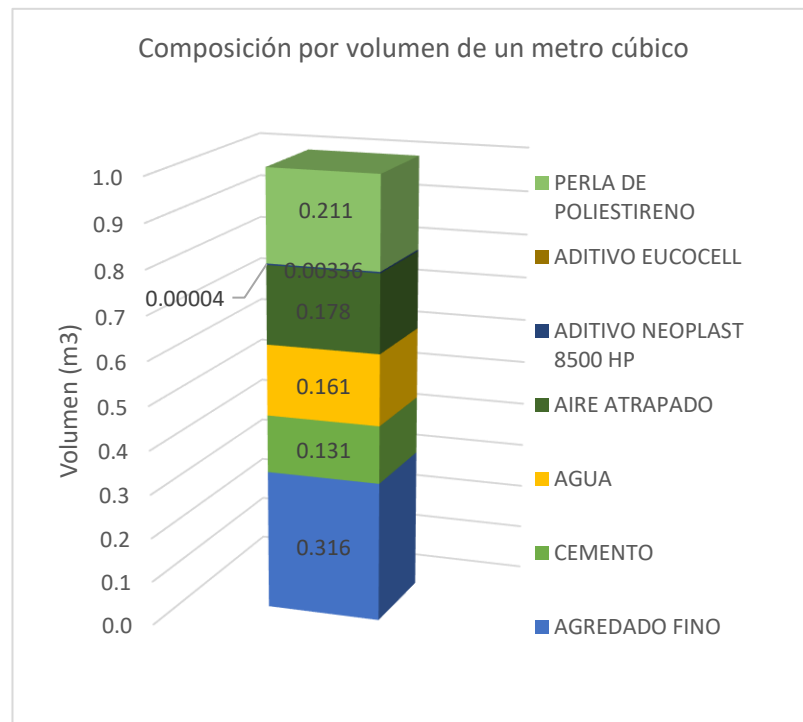


GRÁFICO N° 20 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.004 / 0.0001

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.2.7 0.008 Neoplast 8500 HP - 0.0001 Eucozell 1000 (aditivo/cemento)

Se efectuaron 28 ensayos de diseños de mezcla utilizando agregado fino, perlas de poliestireno, cemento, agua y aditivos.

**Tabla N° 45 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.008 Neo; 0.0001 Euco)**

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - DOSIS N° 07</b>						
<b>CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL - 0.008 NEOPLAST; 0.0001 EUCELL</b>						
<b>MATERIALES</b>						
<b>1. CEMENTO</b>						
Marca y Tipo	:	<b>SOL TIPO I</b>				
Peso Específico	:	3.15 g/cc				
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>				
<b>2. ADITIVO</b>						
		Aditivo 1		Aditivo 2		
Marca y Tipo	:	NEOPLAST		EUCELL		
		8500 HP		1000		
Densidad	:	1.1 kg/L		1.05 kg/L		
<b>3. AGREGADOS</b>						
		<b>AGREGADO FINO</b>		<b>PERLA DE POLIESTIRENO</b>		
Peso Específico	:	2.601 g/cc		0.017 g/cc		
Porcentaje de Absorción	:	0.69 %		0.00 %		
Peso Unitario Suelto	:	1,367 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>		
Peso Unitario Compactado	:	1,550 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>		
Módulo de Fineza	:	1.31		5.85		
Tamaño Máximo Nominal	:	---		1/4"		
Humedad para Diseño	:	8.21 %		0.00 %		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>						
<b>4. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN</b>						
Estimación de Agua	:	160 L/m <sup>3</sup>				
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.40				
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	160.00	/	0.40	= 400 = 9.41 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	20.00 %				
Combinación de Agregados	:	60% A. FINO		40% A. GRUESO		
Relación Aditivo/Cemento 1	:	0.008				
Relación Aditivo/Cemento 2	:	0.0001				
Cantidad de aditivo 1	:	3200	gr	=	3.20	Kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de aditivo 2	:	40	gr	=	0.04	Kg/m <sup>3</sup>
<b>CALCULO</b>						
<b>5. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA</b>						
Cemento	:	400	/	3150	=	0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	160.00	/	1000	=	0.157 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	20.00	/	100	=	0.200 m <sup>3</sup>
Aditivo 1	:	3.20	/	1100	=	0.003
Aditivo 2	:	0.04	/	1050	=	0.000
						0.487 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.486984	=	0.513 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	60%	0.308	x	2601	= 800.7 kg
Peso de Perla de Poliestireno	:	40%	0.205	x	17	= 3.5 kg

**6. VALORES DE DISEÑO**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	157.1	L/m3
Agregado Fino	:	800.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	3.200	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.040	Kg/m3

**7. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

Peso Húmedo del A. Fino	:	800.65	x	1.0821	=	866.39	Kg/m3
Peso Húmedo del P. Poliestireno	:	3.49	x	1.0000	=	3.4903	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	8.21	-	0.69	=	7.52	%
Humedad Superficial P. Poliestireno	:	0.00	-	0.00	=	0.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	800.65	x	0.0752	=	60.209	L.
Aporte de Humedad P. Poliestireno	:	3.49	x	0.0000	=	0	L.
						<u>60.21</u>	L.
Agua Efectiva de Diseño	:	157.05	-	60.21	=	96.84	L.

**8. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	96.8	L/m3
Agregado Fino	:	866.4	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	3200	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.040	Kg/m4

**9. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	:	866.4	/	400.00	=	2.17
Agregado Grueso	:	3.5	/	400.00	=	0.01
Agua	:	0.24	x	42.50	=	10.20

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.17</b>	<b>0.01</b>	<b>10.20</b>

 L/m3
**10. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)**

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	:	1479.23	Kg/m3
Peso Unitario Suelto Húmedo A. Polies	:	12.00	Kg/m3

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.18</b>	<b>1.24</b>	<b>10.20</b>

 L/m3
**11. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	92.7	Kg
Agregado Grueso	:	0.4	Kg
Agua Efectiva	:	10.20	L.
Aditivo 01	:	0.340	Kg
Aditivo 02	:	0.004	kg

Fuente: Elaboración propia (2019).

**PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**

**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.40** **CON ADITIVO** **0.008**  
**0.0001**  
**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA)**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	400.00 kg	0.12698 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	806.18 kg	0.30780 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.49 kg	0.20521 m3
AGUA	:	157.05 kg	0.15705 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	3.20 kg	0.00291 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.04 kg	0.00004 m3
<b>PESO TOTAL DE MATERIALES</b>		<u>1369.96 kg</u>	<u>0.800 m3</u>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1369.96 \text{ kg}}{0.800 \text{ m}^3} = \mathbf{1712.48 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6871	6883	6903
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	3976	3988	4008
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.406	1.411	1.418
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>1.41163</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1411.63</b>		

RENDIMIENTO =  $\frac{1369.96 \text{ kg.}}{1411.63 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.970483 \text{ m}^3}$

RENDIMIENTO RELATIVO =  $\frac{0.970483 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.970}$

CONTENIDO DE CEMENTO REAL =  $\frac{400 \text{ m}^3.}{0.970483 \text{ m}^3} = \mathbf{412.17 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{9.7 \text{ bolsas/m}^3}$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO=  $\frac{1712.48 - 1411.63}{1712.48} \times 100 = \mathbf{17.57\%}$   
 (Método Volumétrico)

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	412.17 kg	0.131 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	830.70 kg	0.317 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.60 kg	0.211 m3
AGUA	:	161.83 L.	0.162 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	3.30 kg	0.00300 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.04 kg	0.00004 m3
AIRE ATRAPADO		<u>0.00</u>	<u>0.0176</u> m3
<b>TOTAL</b>	:	<u>1411.63 kg</u>	<u>1.0000 m3</u>

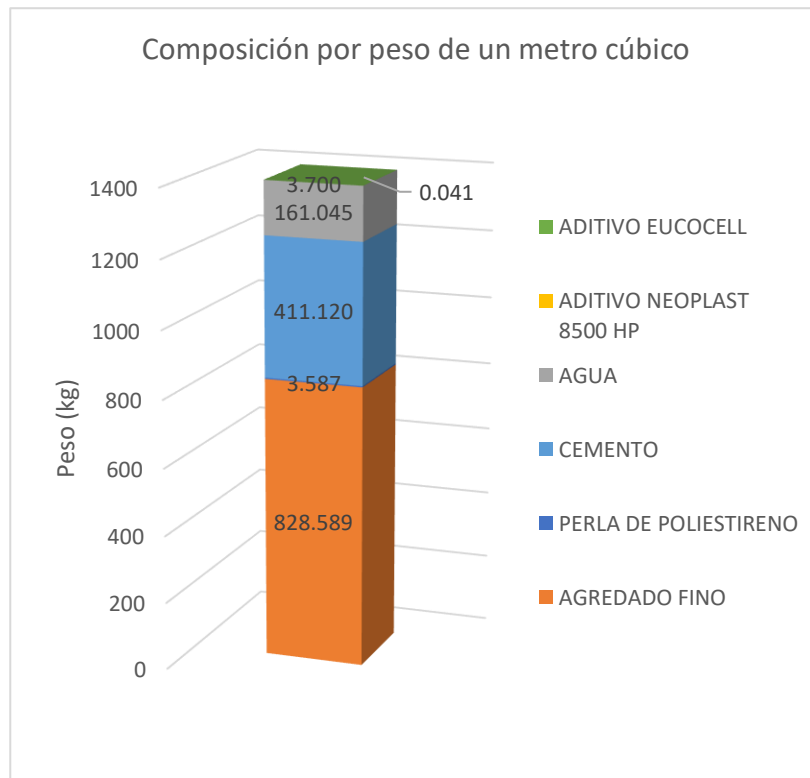


GRÁFICO N° 21 Composición por peso de un metro cúbico – 0.008/ 0.0001

Fuente: Elaboración propia (2019).

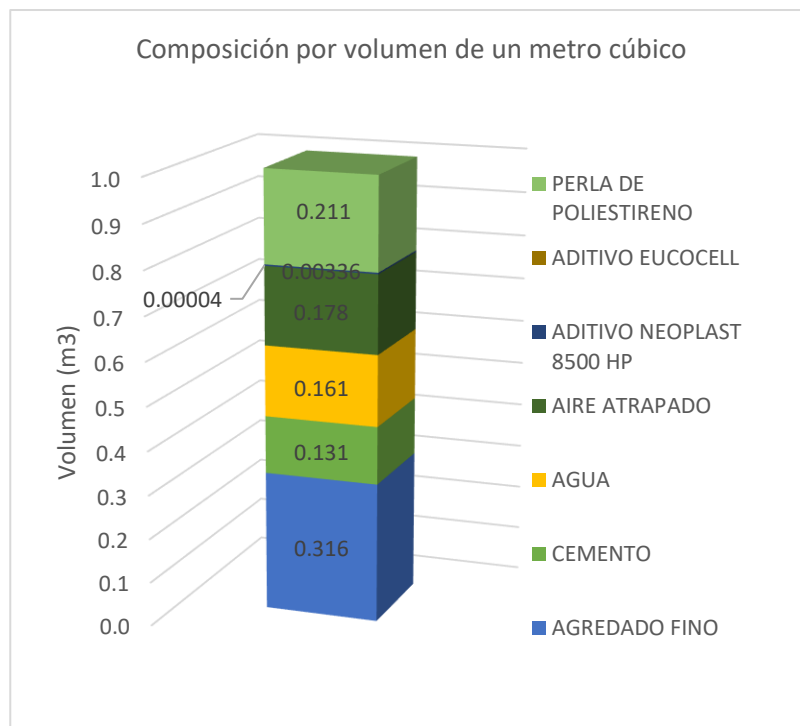


GRÁFICO N° 22 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.008 / 0.0001

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.2.8 0.005 Neoplast 8500 HP - 0.0001 Eucozell 1000 (aditivo/cemento)

Se efectuaron 28 ensayos de diseños de mezcla utilizando agregado fino, perlas de poliestireno, cemento, agua y aditivos.

**Tabla N° 46 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.005 Neo; 0.0001 Euco)**

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - DOSIS N° 08</b>					
<b>CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL - 0.005 NEOPLAST; 0.0001 EUCOCELL</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>1. CEMENTO</b>					
Marca y Tipo	:	<b>SOL TIPO I</b>			
Peso Específico	:	3.15 g/cc			
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>			
<b>2. ADITIVO</b>					
		Aditivo1		Aditivo 2	
Marca y Tipo	:	NEOPLAST		EUROCELL	
		8500 HP		1000	
Densidad	:	1.1 kg/L		1.05 kg/L	
<b>3. AGREGADOS</b>					
		<b>AGREGADO FINO</b>		<b>PERLA DE POLIESTIRENO</b>	
Peso Específico	:	2.601 g/cc		0.017 g/cc	
Porcentaje de Absorción	:	0.69 %		0.00 %	
Peso Unitario Suelto	:	1,367 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Peso Unitario Compactado	:	1,550 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Módulo de Fineza	:	1.31		5.85	
Tamaño Máximo Nominal	:	---		1/4"	
Humedad para Diseño	:	17.83 %		0.00 %	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>					
<b>4. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN</b>					
Estimación de Agua	:	160	L/m <sup>3</sup>		
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.40			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	160.00	/	0.40 = 400 = 9.41 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	20.00 %			
Combinación de Agregados	:	60% A. FINO		40% A. GRUESO	
Relación Aditivo/Cemento 1	:	0.005			
Relación Aditivo/Cemento 2	:	0.0001			
Cantidad de aditivo 1	:	2000 g	=	2.0 kg/m <sup>3</sup>	
Cantidad de aditivo 2	:	40 g	=	0.04 kg/m <sup>3</sup>	
<b>CALCULO</b>					
<b>5. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA</b>					
Cemento	:	400	/	3150	= 0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	160.00	/	1000	= 0.158 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	20.00	/	100	= 0.200 m <sup>3</sup>
Aditivo 1	:	3.00	/	1100	= 0.002
Aditivo 2	:	0.04	/	1050	= 0.000
					0.487 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.486984	= 0.513 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	60%	0.308	x	2601 = 800.7 kg
Peso de Perla de Poliestireno	:	40%	0.205	x	17 = 3.5 kg

**6. VALORES DE DISEÑO**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	158.1	L/m3
Agregado Fino	:	800.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.000	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.040	Kg/m3

**7. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

Peso Húmedo del A. Fino	:	800.65	x	1.1783	=	943.41	Kg/m3
Peso Húmedo del P. Poliestireno	:	3.49	x	1.0000	=	3.4903	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	17.83	-	0.69	=	17.14	%
Humedad Superficial P. Poliestireno	:	0.00	-	0.00	=	0.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	800.65	x	0.1714	=	137.23	L.
Aporte de Humedad P. Poliestireno	:	3.49	x	0.0000	=	0	L.
						<u>137.23</u>	L.
Agua Efectiva de Diseño	:	158.14	-	137.23	=	20.91	L.

**8. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	20.9	L/m3
Agregado Fino	:	943.4	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	2.000	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.040	Kg/m4

**9. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	:	943.4	/	400.00	=	2.36
Agregado Grueso	:	3.5	/	400.00	=	0.01
Agua	:	0.05	x	42.50	=	2.13

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.36</b>	<b>0.01</b>	<b>2.13</b>

 L/m3
**10. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)**

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	:	1479.23	Kg/m3
Peso Unitario Suelto Húmedo A. Polies	:	12.00	Kg/m3

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.18</b>	<b>1.24</b>	<b>2.13</b>

 L/m3
**11. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	92.7	Kg
Agregado Grueso	:	0.4	Kg
Agua Efectiva	:	2.1	L.
Aditivo 01	:	0.213	Kg
Aditivo 02	:	0.004	kg

Fuente: Elaboración propia (2019).



**PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**

**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.40** **CON ADITIVO** **0.005**  
**0.0001**  
**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA)**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	400.00 kg	0.12698 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	806.18 kg	0.30780 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.49 kg	0.20521 m3
AGUA	:	158.14 kg	0.15814 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.00 kg	0.00182 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.04 kg	0.00004 m3
<b>PESO TOTAL DE MATERIALES</b>		<b>1369.85 kg</b>	<b>0.800 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1369.85 \text{ kg}}{0.800 \text{ m}^3} = \mathbf{1712.34 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	7058	7144	7080
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	4163	4249	4185
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.473	1.503	1.480
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>1.48532</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1485.32</b>		

RENDIMIENTO =  $\frac{1369.85 \text{ kg.}}{1485.32 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.922257 \text{ m}^3}$

RENDIMIENTO RELATIVO =  $\frac{0.922257 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.970}$

CONTENIDO DE CEMENTO REAL =  $\frac{400 \text{ m}^3}{0.970483 \text{ m}^3} = \mathbf{433.72 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{10.21 \text{ bolsas/m}^3}$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO=  $\frac{1712.34 - 1411.63}{1712.34} \times 100 = \mathbf{13.26\%}$   
 (Método Volumétrico)

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	433.72 kg	0.138 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	874.13 kg	0.334 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.78 kg	0.223 m3
AGUA	:	171.47 L.	0.171 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	2.17 kg	0.00197 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.04 kg	0.00004 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.133 m3
<b>TOTAL</b>	:	<b>1485.32 kg</b>	<b>1.0000 m3</b>

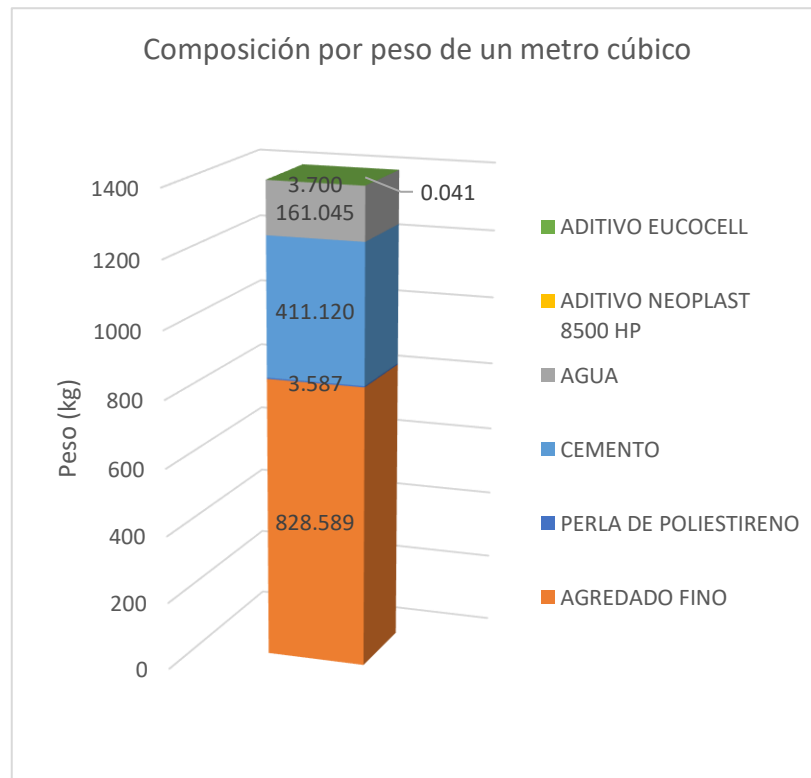


GRÁFICO N° 23 Composición por peso de un metro cúbico – 0.005/ 0.0001

Fuente: Elaboración propia (2019).

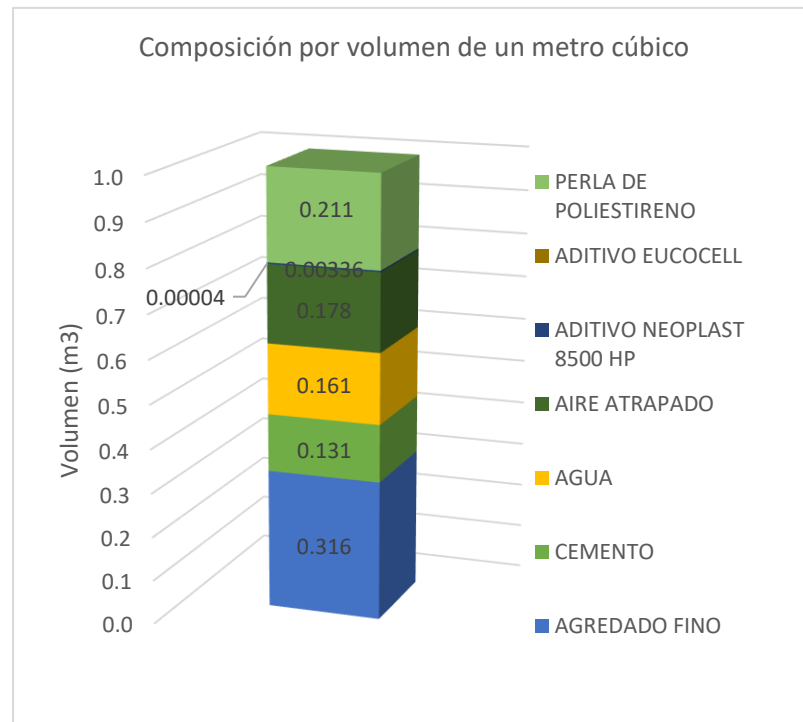


GRÁFICO N° 24 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.005 / 0.0001

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.2.9 0.009 Neoplast 8500 HP - 0.0001 Eucozell 1000 (aditivo/cemento)

Se efectuaron 28 ensayos de diseños de mezcla utilizando agregado fino, perlas de poliestireno, cemento, agua y aditivos.

**Tabla N° 47 Diseño Concreto liviano no estructural- (0.009 Neo; 0.0001 Euco)**

<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - DOSIS N° 09</b>					
<b>CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL - 0.009 NEOPLAST; 0.0001 EUCELL</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>1. CEMENTO</b>					
Marca y Tipo	:	<b>SOL TIPO I</b>			
Peso Específico	:	3.15 g/cc			
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>			
<b>2. ADITIVO</b>					
		Aditivo1		Aditivo 2	
Marca y Tipo	:	NEOPLAST		EUCELL	
		8500 HP		1000	
Densidad	:	1.1 kg/L		1.05 kg/L	
<b>3. AGREGADOS</b>					
		<b>AGREGADO FINO</b>		<b>PERLA DE POLIESTIRENO</b>	
Peso Específico	:	2.601 g/cc		0.017 g/cc	
Porcentaje de Absorción	:	0.69 %		0.00 %	
Peso Unitario Suelto	:	1,367 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Peso Unitario Compactado	:	1,550 Kg/m <sup>3</sup>		12 Kg/m <sup>3</sup>	
Módulo de Fineza	:	1.31		5.85	
Tamaño Máximo Nominal	:	---		1/4"	
Humedad para Diseño	:	11.12 %		0.00 %	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>					
<b>4. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN</b>					
Estimación de Agua	:	160	L/m <sup>3</sup>		
Relación Agua/Cemento (A/C)	:	0.40			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	160.00	/	0.40 = 400 = 9.41 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	20.00 %			
Combinación de Agregados	:	60% A. FINO		40% A. GRUESO	
Relación Aditivo/Cemento 1	:	0.009			
Relación Aditivo/Cemento 2	:	0.0001			
Cantidad de aditivo 1	:	3600	gr	=	3.6 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de aditivo 2	:	40	gr	=	0.04 kg/m <sup>3</sup>
<b>CÁLCULO</b>					
<b>5. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA</b>					
Cemento	:	400	/	3150	= 0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	160.00	/	1000	= 0.157 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	20.00	/	100	= 0.200 m <sup>3</sup>
Aditivo 1	:	3.60	/	1100	= 0.003
Aditivo 2	:	0.04	/	1050	= 0.000
					0.487 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.486984	= 0.513 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	60%	0.308	x	2601 = 800.7 kg
Peso de Perla de Poliestireno	:	40%	0.205	x	17 = 3.5 kg

**6. VALORES DE DISEÑO**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	156.7	L/m3
Agregado Fino	:	800.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	3.600	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.040	Kg/m3

**7. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

Peso Húmedo del A. Fino	:	800.65	x	1.1112	=	889.68	Kg/m3
Peso Húmedo del P. Poliestireno	:	3.49	x	1.0000	=	3.4903	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	11.12	-	0.69	=	10.43	%
Humedad Superficial P. Poliestireno	:	0.00	-	0.00	=	0.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	800.65	x	0.1043	=	83.508	L.
Aporte de Humedad P. Poliestireno	:	3.49	x	0.0000	=	0	L.
						<u>83.51</u>	L.
Agua Efectiva de Diseño	:	156.69	-	83.51	=	73.18	L.

**8. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	400.0	Kg/m3
Agua	:	73.2	L/m3
Agregado Fino	:	889.7	Kg/m3
Perla de Poliestireno	:	3.5	Kg/m3
Aditivo 1	:	3.600	Kg/m3
Aditivo 2	:	0.040	Kg/m4

**9. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)**

Cemento	:	400.00	/	400.00	=	1.00
Agregado Fino	:	889.7	/	400.00	=	2.22
Agregado Grueso	:	3.5	/	400.00	=	0.01
Agua	:	0.18	x	42.50	=	7.65

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.22</b>	<b>0.01</b>	<b>7.65</b>

 L/m3
**10. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)**

Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	:	1479.23	Kg/m3
Peso Unitario Suelto Húmedo A. Polies	:	12.00	Kg/m3

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>AG</b>	<b>Agua</b>
<b>1</b>	<b>2.17</b>	<b>1.24</b>	<b>7.65</b>

 L/m3
**11. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	92.2	Kg
Agregado Grueso	:	0.4	Kg
Agua Efectiva	:	7.7	L.
Aditivo 01	:	0.383	Kg
Aditivo 02	:	0.004	kg

Fuente: Elaboración propia (2019).

**PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**

**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.40** **CON ADITIVO** **0.009**  
**0.0001**  
**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA)**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	400.00 kg	0.12698 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	806.18 kg	0.30780 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.49 kg	0.20521 m3
AGUA	:	156.69 kg	0.15669 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	3.60 kg	0.00327 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.04 kg	0.00004 m3
<b>PESO TOTAL DE MATERIALES</b>		<b>1370.00 kg</b>	<b>0.800 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1370.00 \text{ kg}}{0.800 \text{ m}^3} = \mathbf{1712.53 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

<b>(A)</b> PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6776	6998	6853
<b>(B)</b> PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
<b>(C=A-B)</b> PESO DE MUESTRA (g)	3881	4103	3958
<b>(D)</b> VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
<b>(D/C)</b> PESO UNITARIO (g/cm3)	1.373	1.451	1.400
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>1.40809</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>1408.09</b>		

RENDIMIENTO =  $\frac{1370.0 \text{ kg.}}{1408.09 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.972951 \text{ m}^3}$

RENDIMIENTO RELATIVO =  $\frac{0.972951 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.973}$

CONTENIDO DE CEMENTO REAL =  $\frac{400 \text{ m}^3.}{0.972951 \text{ m}^3} = \mathbf{411.122 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{9.67 \text{ bolsas/m}^3}$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO=  $\frac{1712.53 - 1408.09}{1712.53} \times 100 = \mathbf{17.78\%}$   
 (Método Volumétrico)

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	411.12 kg	0.131 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	828.59 kg	0.316 m3
PERLA DE POLIESTIRENO (ESTADO S.S.S*)	:	3.59 kg	0.211 m3
AGUA	:	161.05 L.	0.161 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	:	3.70 kg	0.00336 m3
ADITIVO EUCECELL	:	0.04 kg	0.00004 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.178 m3
<b>TOTAL</b>	:	<b>1408.08 kg</b>	<b>1.0000 m3</b>

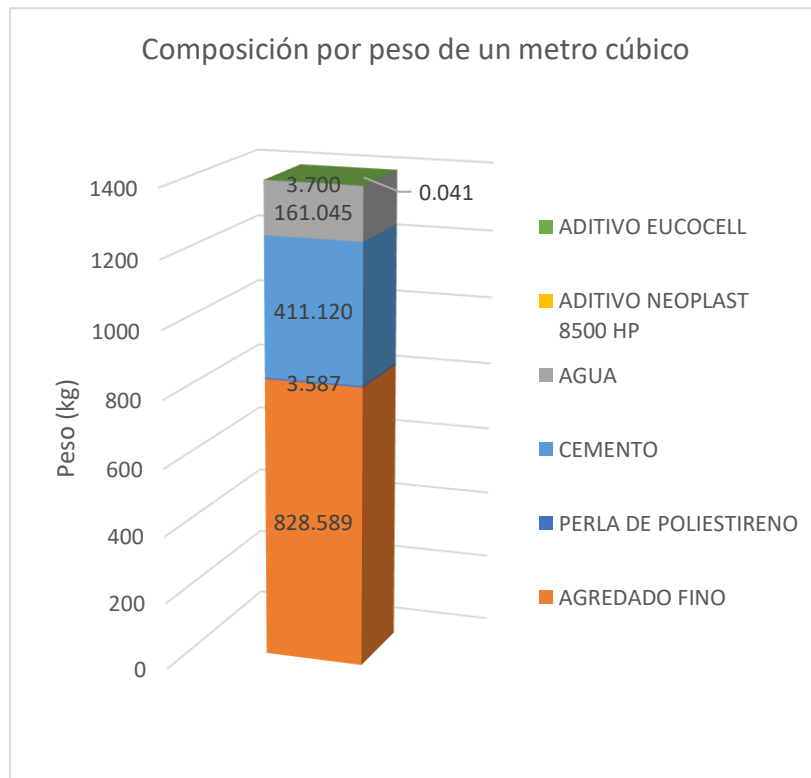


GRÁFICO N° 25 Composición por peso de un metro cúbico – 0.009/ 0.0001

Fuente: Elaboración propia (2019).

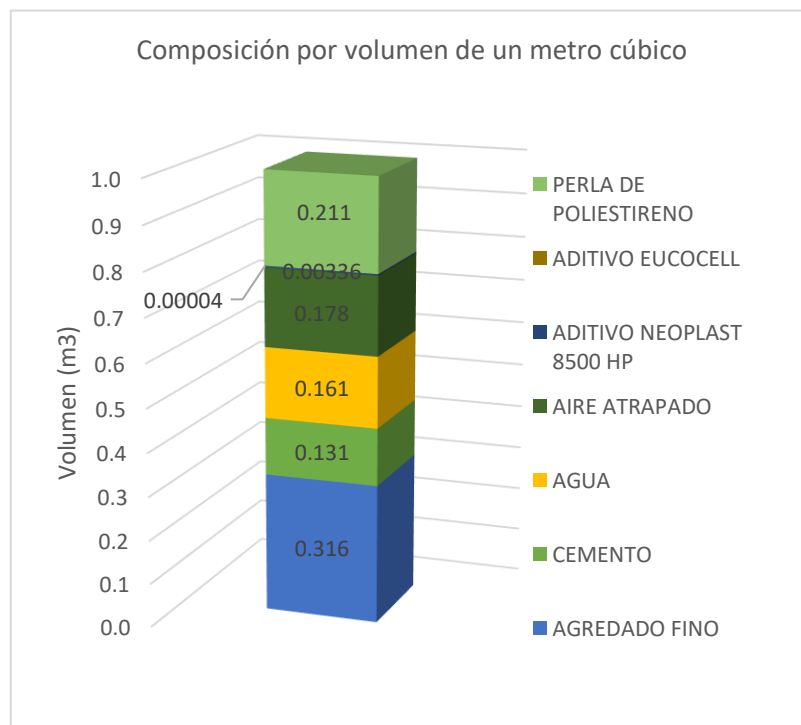


GRÁFICO N° 26 Composición por volumen de un metro Cúbico – 0.005 / 0.0001

Fuente: Elaboración propia (2019).

### 4.3 ENSAYO AL CONCRETO FRESCO

Se realizaron conforme a la norma ASTM C-172. Los ensayos se realizaron dentro de los 10 min de haberse tomado la primera muestra.

#### 4.3.1 Peso Unitario

Se realizó conforme la norma ASTM C138 y la NTP 339.046.



FOTO N° 7 Peso Unitario y Rendimiento

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 48 Peso Unitario 0.006 Neoplast y 0.0001 Euco cell**

PESO UNITARIO SEGÚN NTP 339.046			0.006 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	M1	M2	M3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6868	6917	7004
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	3973	4022	4109
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm <sup>3</sup> )	1.405	1.423	1.453
Peso unitario promedio (g/cm <sup>3</sup> )	1.42719		
Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1427.19		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 49 Peso Unitario 0.006 Neoplast y 0.0002 Euocell**

PESO UNITARIO SEGÚN NTP 339.046			0.006 Neo; 0.0002 Euco
Descripción	M1	M2	M3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6829	7021	7114
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	3934	4126	4219
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.392	1.460	1.492
Peso unitario promedio (g/cm3)	1.44782		
Peso unitario promedio (kg/m3)	1447.82		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 50 Peso Unitario 0.006 Neoplast y 0.00005 Euocell**

PESO UNITARIO SEGÚN NTP 339.046			0.006 Neo; 0.00005 Euco
Descripción	M1	M2	M3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	7156	7284	7335
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	4261	4389	4440
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.507	1.553	1.571
Peso unitario promedio (g/cm3)	1.54345		
Peso unitario promedio (kg/m3)	1543.45		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 51 Peso Unitario 0.006 Neoplast y 0.0003 Euocell**

PESO UNITARIO SEGÚN NTP 339.046			0.006 Neo; 0.0003 Euco
Descripción	M1	M2	M3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6555	6664	6596
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	3660	3769	3701
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.295	1.333	1.309
Peso unitario promedio (g/cm3)	1.31235		
Peso unitario promedio (kg/m3)	1312.35		

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Tabla N° 52 Peso Unitario 0.006 Neoplast y 0.000 Eucozell**

PESO UNITARIO SEGÚN NTP 339.046			0.006 Neo; 0 Euco
Descripción	M1	M2	M3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	7428	7489	7615
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	4533	4594	4720
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.603	1.625	1.670
Peso unitario promedio (g/cm3)	1.63271		
Peso unitario promedio (kg/m3)	1632.71		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 53 Peso Unitario 0.004 Neoplast y 0.0001 Eucozell**

PESO UNITARIO SEGÚN NTP 339.046			0.004 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	M1	M2	M3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6976	7042	7027
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	4081	4147	4132
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.444	1.467	1.462
Peso unitario promedio (g/cm3)	1.45738		
Peso unitario promedio (kg/m3)	1457.38		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 54 Peso Unitario 0.008 Neoplast y 0.0001 Eucozell**

PESO UNITARIO SEGÚN NTP 339.046			0.008 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	M1	M2	M3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6871	6883	6903
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	3976	3988	4008
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.406	1.411	1.418
Peso unitario promedio (g/cm3)	1.41163		
Peso unitario promedio (kg/m3)	1411.63		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 55 Peso Unitario 0.005 Neoplast y 0.0001 Euco cell**

PESO UNITARIO SEGÚN NTP 339.046			0.005 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	m1	m2	m3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	7058	7144	7080
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	4163	4249	4185
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.473	1.503	1.480
Peso unitario promedio (g/cm3)	<b>1.48532</b>		
Peso unitario promedio (kg/m3)	<b>1485.32</b>		

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 56 Peso Unitario 0.009 Neoplast y 0.0001 Euco cell**

PESO UNITARIO SEGÚN NTP 339.046			0.009 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	M1	M2	M3
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	6776	6998	6853
(B) PESO DE MOLDE (g)	2895	2895	2895
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	3881	4103	3958
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.373	1.451	1.400
Peso unitario promedio (g/cm3)	<b>1.40809</b>		
Peso unitario promedio (kg/m3)	<b>1408.09</b>		

Fuente: Elaboración propia (2019)

### 4.3.2 Rendimiento

El ensayo de peso unitario se realizó conforme la norma ASTM C138 y la NTP 339.046.

**Tabla N° 57 Rendimiento 0.006 Neoplast y 0.0001 Eucozell**

RENDIMIENTO SEGÚN NTP 339.046	0.006 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	Muestra
N° de bolsas de cemento	9.412
Peso bolsa de cemento (g)	42.500
Peso del agregado fino (g)	878.075
Peso de la perla de poliestireno (g)	3.490
Peso del agua (L)	85.881
Aditivo 01 - neoplast	2.400
Aditivo 02 - eucozell	0.040
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1427.19
Volumen de concreto (m <sup>3</sup> )	0.960
Rendimiento (m <sup>3</sup> /bolsa)	<b>0.102</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 58 Rendimiento 0.006 Neoplast y 0.0002 Eucozell**

RENDIMIENTO SEGÚN NTP 339.046	0.006 Neo; 0.0002 Euco
Descripción	Muestra
N° de bolsas de cemento	9.412
Peso bolsa de cemento (g)	42.500
Peso del agregado fino (g)	901.134
Peso de la perla de poliestireno (g)	3.490
Peso del agua (L)	62.785
Aditivo 01 - neoplast	2.400
Aditivo 02 - eucozell	0.080
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1447.82
Volumen de concreto (m <sup>3</sup> )	0.946
Rendimiento (m <sup>3</sup> /bolsa)	<b>0.101</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 59 Rendimiento 0.006 Neoplast y 0.00005 Euco cell**

RENDIMIENTO SEGÚN NTP 339.046	0.006 Neo; 0.00005 Euco
Descripción	Muestra
N° de bolsas de cemento	9.412
Peso bolsa de cemento (g)	42.500
Peso del agregado fino (g)	875.99
Peso de la perla de poliestireno (g)	3.490
Peso del agua (L)	87.98
Aditivo 01 - neoplast	2.400
Aditivo 02 - euco cell	0.020
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1543.45
Volumen de concreto (m <sup>3</sup> )	0.888
Rendimiento (m <sup>3</sup> /bolsa)	<b>0.094</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 60 Rendimiento 0.006 Neoplast y 0.00003 Euco cell**

RENDIMIENTO SEGÚN NTP 339.046	0.006 Neo; 0.0003 Euco
Descripción	Muestra
N° de bolsas de cemento	9.412
Peso bolsa de cemento (g)	42.500
Peso del agregado fino (g)	926.915
Peso de la perla de poliestireno (g)	3.490
Peso del agua (L)	36.966
Aditivo 01 - neoplast	2.400
Aditivo 02 - euco cell	0.120
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1312.35
Volumen de concreto (m <sup>3</sup> )	1.044
Rendimiento (m <sup>3</sup> /bolsa)	<b>0.111</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 61 Rendimiento 0.006 Neoplast y 0.000 Euco cell**

RENDIMIENTO SEGÚN NTP 339.046	0.006 Neo; 0 Euco
Descripción	Muestra
N° de bolsas de cemento	9.412
Peso bolsa de cemento (g)	42.500
Peso del agregado fino (g)	908.900
Peso de la perla de poliestireno (g)	3.490
Peso del agua (L)	55.094
Aditivo 01 - neoplast	2.400
Aditivo 02 - euco cell	0.000
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1632.71
Volumen de concreto (m <sup>3</sup> )	<b>0.839</b>
Rendimiento (m <sup>3</sup> /bolsa)	<b>0.089</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 62 Rendimiento 0.004 Neoplast y 0.0001 Euocell**

<b>RENDIMIENTO SEGÚN NTP 339.046</b>	<b>0.004 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>descripción</b>	<b>Muestra</b>
N° de bolsas de cemento	9.412
Peso bolsa de cemento (g)	42.500
Peso del agregado fino (g)	851.333
Peso de la perla de poliestireno (g)	3.490
Peso del agua (L)	113.350
Aditivo 01 - neoplast	1.600
Aditivo 02 - euocell	0.040
Peso unitario (kg/m3)	1457.38
Volumen de concreto (m3)	0.940
Rendimiento (m3/bolsa)	<b>0.100</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 63 Rendimiento 0.008 Neoplast y 0.0001 Euocell**

<b>RENDIMIENTO SEGÚN NTP 339.046</b>	<b>0.008 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Muestra</b>
N° de bolsas de cemento	9.412
Peso bolsa de cemento (g)	42.500
Peso del agregado fino (g)	866.386
Peso de la perla de poliestireno (g)	3.490
Peso del agua (L)	96.844
Aditivo 01 - neoplast	3.200
Aditivo 02 - euocell	0.040
Peso unitario (kg/m3)	1411.63
Volumen de concreto (m3)	0.970
Rendimiento (m3/bolsa)	<b>0.103</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 64 Rendimiento 0.005 Neoplast y 0.0001 Euocell**

<b>RENDIMIENTO SEGÚN NTP 339.046</b>	<b>0.005 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Muestra</b>
N° de bolsas de cemento	9.412
Peso bolsa de cemento (g)	42.500
Peso del agregado fino (g)	943.408
Peso de la perla de poliestireno (g)	3.490
Peso del agua (L)	20.912
Aditivo 01 - neoplast	2.000
Aditivo 02 - euocell	0.040
Peso unitario (kg/m3)	1485.32
Volumen de concreto (m3)	0.922
Rendimiento (m3/bolsa)	<b>0.098</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 65 Rendimiento 0.009 Neoplast y 0.0001 Euocell**

RENDIMIENTO SEGÚN NTP 339.046	0.009 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	Muestra
N° de bolsas de cemento	9.412
Peso bolsa de cemento (g)	42.500
Peso del agregado fino (g)	889.684
Peso de la perla de poliestireno (g)	3.490
Peso del agua (l)	73.181
Aditivo 01 - neoplast	3.600
Aditivo 02 - euocell	0.040
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1408.09
Volumen de concreto (m <sup>3</sup> )	0.973
Rendimiento (m <sup>3</sup> /bolsa)	<b>0.103</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.3.3 Contenido de Aire

Se realizó conforme la norma ASTM C-138 y la NTP 339.046.

**Tabla N° 66 Contenido de Aire 0.006 Neoplast y 0.0001 Euocell**

CONTENIDO DE AIRE 339.046	0.006 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	M3
T (Densidad Teórica del concreto kg/m <sup>3</sup> )	1712.39
D (Densidad de concreto kg/m <sup>3</sup> )	1427.19
Contenido de Aire	<b>16.66%</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 67 Contenido de Aire 0.006 Neoplast y 0.0002 Euocell**

CONTENIDO DE AIRE 339.046	0.006 Neo; 0.0002 Euco
Descripción	M3
T (Densidad Teórica del concreto kg/m <sup>3</sup> )	1712.39
D (Densidad de concreto kg/m <sup>3</sup> )	1447.82
Contenido de Aire	<b>15.45%</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 68 Contenido de Aire 0.006 Neoplast y 0.00005 Euocell**

CONTENIDO DE AIRE 339.046	0.006 Neo; 0.00005 Euco
Descripción	M3
T (Densidad Teórica del concreto kg/m <sup>3</sup> )	1712.39
D (Densidad de concreto kg/m <sup>3</sup> )	1543.45
Contenido de Aire	<b>9.87%</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 69 Contenido de Aire 0.006 Neoplast y 0.0003 Euco cell**

<b>CONTENIDO DE AIRE 339.046</b>	<b>0.006 Neo; 0.0003 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>M3</b>
T (Densidad teórica del concreto kg/m3)	1712.39
D (Densidad de concreto kg/m3)	1312.35
<b>Contenido de Aire</b>	<b>23.36%</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 70 Contenido de Aire 0.006 Neoplast y 0.000 Euco cell**

<b>CONTENIDO DE AIRE 339.046</b>	<b>0.006 Neo; 0.000 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>M3</b>
T (Densidad Teórica del concreto kg/m3)	1712.38
D (Densidad de concreto kg/m3)	1632.71
<b>Contenido de Aire</b>	<b>4.65%</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 71 Contenido de Aire 0.004 Neoplast y 0.0001 Euco cell**

<b>CONTENIDO DE AIRE 339.046</b>	<b>0.004 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>M3</b>
T (Densidad teórica del concreto kg/m3)	1712.29
D (Densidad de concreto kg/m3)	1457.38
<b>Contenido de Aire</b>	<b>14.89%</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 72 Contenido de Aire 0.008 Neoplast y 0.0001 Euco cell**

<b>CONTENIDO DE AIRE 339.046</b>	<b>0.008 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>M3</b>
T (Densidad teórica del concreto kg/m3)	1712.48
D (Densidad de concreto kg/m3)	1411.63
<b>Contenido de Aire</b>	<b>17.57%</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 73 Contenido de Aire 0.005 Neoplast y 0.0001 Euco cell**

<b>CONTENIDO DE AIRE 339.046</b>	<b>0.005 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>M3</b>
T (Densidad teórica del concreto kg/m3)	1712.34
D (Densidad de concreto kg/m3)	1485.32
<b>Contenido de Aire</b>	<b>13.26%</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 74 Contenido de Aire 0.009 Neoplast y 0.0001 Eucozell**

CONTENIDO DE AIRE 339.046	0.009 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	M3
T (Densidad teórica del concreto kg/m3)	1712.53
D (Densidad de concreto kg/m3)	1408.09
<b>Contenido de Aire</b>	<b>17.78%</b>

#### 4.3.4 Asentamiento

Se realizó conforme la norma ASTM C138 y la NTP 339.046.



FOTO N° 8 Asentamiento del Concreto Ligero

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 75 Asentamiento de 0.006 Neoplast y 0.0001Eucozell**

ASENTAMIENTO 339.046	0.006 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	Resultado
Asentamiento (pulg)	9 1/2 "
<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>9 1/2 "</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 76 Asentamiento de 0.006 Neoplast y 0.0002Eucozell**

ASENTAMIENTO 339.046	0.006 Neo; 0.0002 Euco
Descripción	Resultado
Asentamiento (pulg)	10 "
<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>10 "</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Tabla N° 77 Asentamiento de 0.006 Neoplast y 0.00005Euocell**

<b>ASENTAMIENTO 339.046</b>	<b>0.006 Neo; 0.00005 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Asentamiento (pulg)	9 "
<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>9 "</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 78 Asentamiento de 0.006 Neoplast y 0.0003 Euocell**

<b>ASENTAMIENTO 339.046</b>	<b>0.006 Neo; 0.0003 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Asentamiento (pulg)	9 1/2"
<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>9 1/2"</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 79 Asentamiento de 0.006 Neoplast y 0.000 Euocell**

<b>ASENTAMIENTO 339.046</b>	<b>0.006 Neo; 0 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Asentamiento (pulg)	3"
<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>3"</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 80 Asentamiento de 0.004 Neoplast y 0.0001 Euocell**

<b>ASENTAMIENTO 339.046</b>	<b>0.004 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Asentamiento (pulg)	9 1/4"
<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>9 1/4"</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 81 Asentamiento de 0.008 Neoplast y 0.0001 Euocell**

<b>ASENTAMIENTO 339.046</b>	<b>0.008 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Asentamiento (pulg)	10 1/4"
<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>10 1/4"</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 82 Asentamiento de 0.005 Neoplast y 0.0001 Euocell**

<b>ASENTAMIENTO 339.046</b>	<b>0.005 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Asentamiento (pulg)	10"
<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>10"</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 83 Asentamiento de 0.009 Neoplast y 0.0001 Eucozell**

ASENTAMIENTO 339.046	0.009 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	Resultado
Asentamiento (pulg)	10 1/4"
<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>10 1/4"</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### **4.3.5 Exudación**

Se realizó conforme la norma ASTM C138 y la NTP 339.046. No se encontró exudación en los diseños de mezclas.



FOTO N° 9 Ensayo de exudación en recipiente de 10" de diámetro

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### **4.3.6 Temperatura del concreto**

Se realizó conforme la norma ASTM C138 y la NTP 339.046.

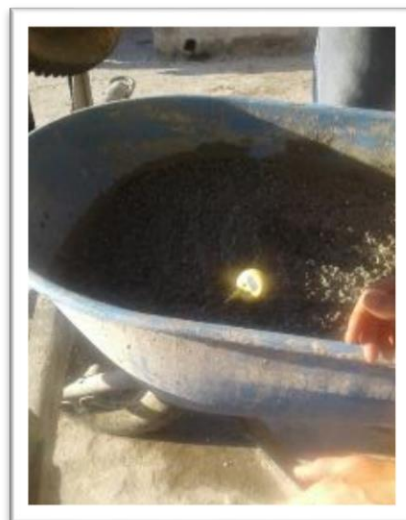


FOTO N° 10 Temperatura del Concreto ligero

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 84 Temperatura del Concreto 0.006 Neoplast y 0.0001Eucozell**

TEMPERATURA DEL CONCRETO 339.114	0.006 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	Resultado
Temperatura (°C)	32.4°C
Temperatura (°C)	32.4°C

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 85 Temperatura del Concreto 0.006 Neoplast y 0.0002Eucozell**

TEMPERATURA DEL CONCRETO 339.114	0.006 Neo; 0.0002 Euco
Descripción	Resultado
Temperatura (°C)	32.3°C
Temperatura (°C)	32.3°C

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 86 Temperatura del Concreto 0.006 Neoplast y 0.00005Eucozell**

TEMPERATURA DEL CONCRETO 339.114	0.006 Neo; 0.00005 Euco
Descripción	Resultado
Temperatura (°C)	37.7°C
Temperatura (°C)	37.7°C

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 87 Temperatura del Concreto 0.006 Neoplast y 0.0003 Eucozell**

TEMPERATURA DEL CONCRETO 339.114	0.006 Neo; 0.0003 Euco
Descripción	Resultado
Temperatura (°C)	34.6°C
Temperatura (°C)	34.6°C

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 88 Temperatura del Concreto 0.006 Neoplast y 0.000 Eucozell**

TEMPERATURA DEL CONCRETO 339.114	0.006 Neo; 0 Euco
Descripción	Resultado
Temperatura (°C)	32.2°C
Temperatura (°C)	32.2°C

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 89 Temperatura del Concreto 0.004 Neoplast y 0.0001 Eucozell**

TEMPERATURA DEL CONCRETO 339.114	0.004 Neo; 0.0001 Euco
Descripción	Resultado
Temperatura (°C)	33.3°C
Temperatura (°C)	33.3°C

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 90 Temperatura del Concreto 0.008 Neoplast y 0.0001 Eucozell**

<b>TEMPERATURA DEL CONCRETO 339.114</b>	<b>0.008 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Temperatura (°C)	33.1°C
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>33.1°C</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 91 Temperatura del Concreto 0.005 Neoplast y 0.0001 Eucozell**

<b>TEMPERATURA DEL CONCRETO 339.114</b>	<b>0.005 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Temperatura (°C)	33.0°C
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>33.0°C</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 92 Temperatura del Concreto 0.009 Neoplast y 0.0001 Eucozell**

<b>TEMPERATURA DEL CONCRETO 339.114</b>	<b>0.009 Neo; 0.0001 Euco</b>
<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Temperatura (°C)	35.0°C
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>35.0°C</b>

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.4 ENSAYOS AL CONCRETO ENDURECIDO

Las pruebas de concreto endurecido fueron realizadas de una misma tanda de diseño de mezclas, conforme a la norma; se utilizaron probetas de plástico de 4" x 8" de la marca Forney y vigas de acero proporcionada por el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad Científica del Perú. Por haberse utilizado aditivos, las probetas fueron ensayadas luego de transcurrido el tiempo necesario de fraguado.



FOTO N° 11 Proceso del Concreto Endurecido y curado

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.4.1 Resistencia a la Compresión

Se realizaron de acuerdo a la norma ASTM C-39 y la NTP 339.034 con la muestra de 3 testigos por cada edad de 7,14 y 28 días.



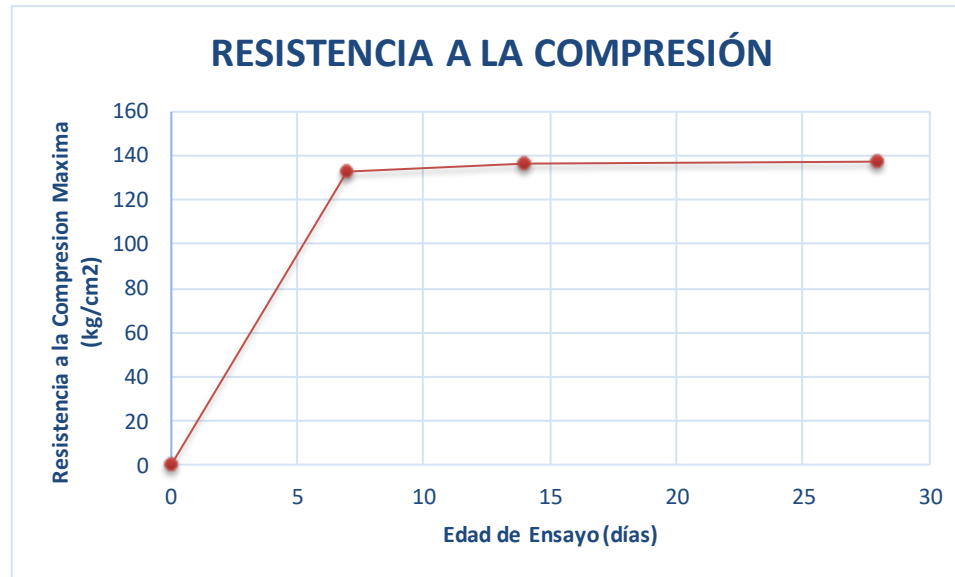
FOTO N° 12 Rotura del Concreto a compresión

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 93 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 01	PBT - 02	PBT - 03	PBT - 04	PBT - 05	PBT - 06	PBT - 07	PBT - 08	PBT - 09	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro	10.11	10.16	10.16	10.16	10.15	10.18	10.12	10.09	10.12	10.14	10.16	10.11
Precarga (kN)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Velocidad (Kg/cm2)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Carga máxima de rotura (Kg)	11124.363	10754.33	10108.05301	11443.4	11030.58	10707.441	9932.722	12259.939	10897.044	10662.25	11060.48	11029.90
Resistencia a la Compresion Maxima (kg/cm2)	138.63	132.69	125.96	141.19	136.38	131.60	123.53	153.32	135.52	132.43	136.39	137.46
Resistencia a la Compresion Maxima (Mpa)	13.59	13.01	12.35	13.85	13.37	12.91	12.11	15.04	13.29	12.99	13.38	13.48

Fuente: Elaboración propia (2019).



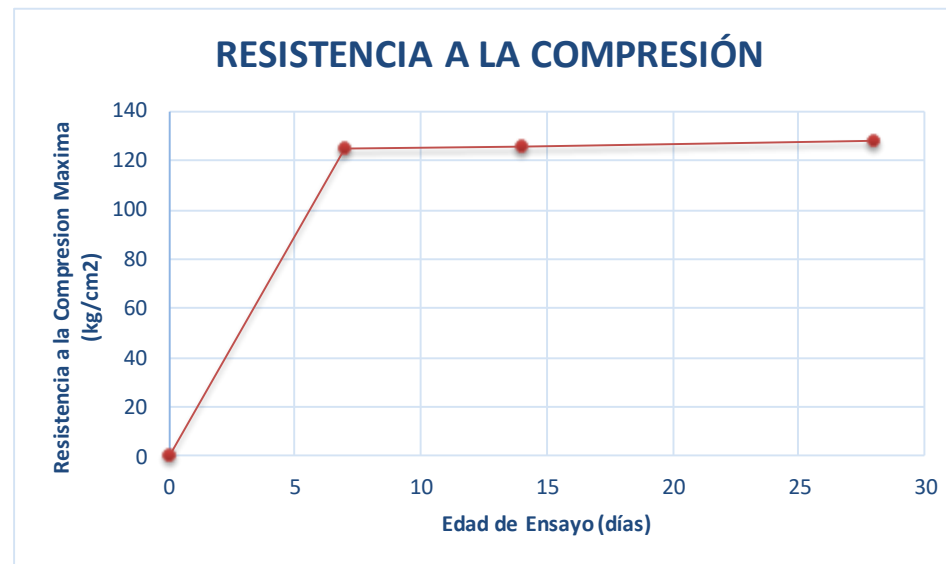
**GRÁFICO N° 27 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAST - 0.0001 EUCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 94 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.0002 EUCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.0002 EUCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 01	PBT - 02	PBT - 03	PBT - 04	PBT - 05	PBT - 06	PBT - 07	PBT - 08	PBT - 09	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro	10.15	10.15	10.14	10.18	10.17	10.16	10.13	10.17	10.16	10.15	10.17	10.15
Precarga (kN)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Velocidad (Kg/cm2)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Carga máxima de rotura (Kg)	11622.83	8409.79	10238.53	9765.55	11150.87	9712.54	10585.12	10298.67	10144.75	10090.38	10209.65	10342.85
Resistencia a la Compresion Maxima (kg/cm2)	143.70	103.97	126.80	120.02	137.32	119.84	131.38	126.82	125.17	124.82	125.73	127.79
Resistencia a la Compresion Maxima (Mpa)	14.09	10.20	12.43	11.77	13.47	11.75	12.88	12.44	12.27	12.24	12.33	12.53

Fuente: Elaboración propia (2019).



**GRÁFICO N° 28 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAST - 0.0002 EUCOCELL**

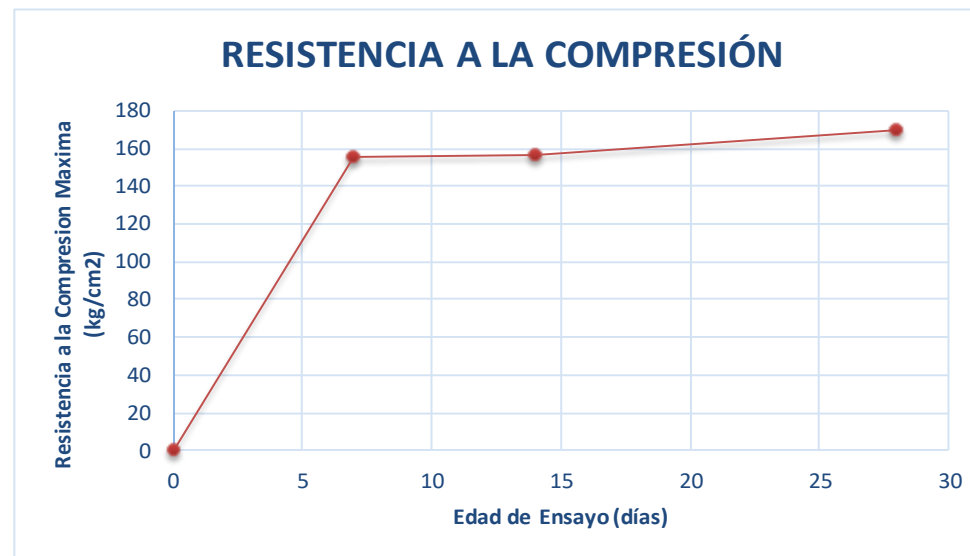
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Tabla N° 95 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUKOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUKOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 01	PBT - 02	PBT - 03	PBT - 04	PBT - 05	PBT - 06	PBT - 07	PBT - 08	PBT - 09	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro	10.14	10.14	10.15	10.18	10.15	10.15	10.18	10.23	10.15	10.14	10.16	10.19
Precarga (kN)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Velocidad (Kg/cm2)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Carga máxima de rotura (Kg)	12828.75	12110.09	12701.33	13181.45	12415.90	12409.79	14778.80	13735.98	12975.535	12546.72	12669.05	13830.11
Resistencia a la Compresion Maxima (kg/cm2)	158.91	150.01	157.03	162.00	153.5	153.43	181.64	167.17	160.41	155.32	156.31	169.74
Resistencia a la Compresion Maxima (Mpa)	15.58	14.71	15.40	15.89	15.05	15.05	17.81	16.39	15.73	15.23	15.33	16.65

Fuente: Elaboración propia (2019).



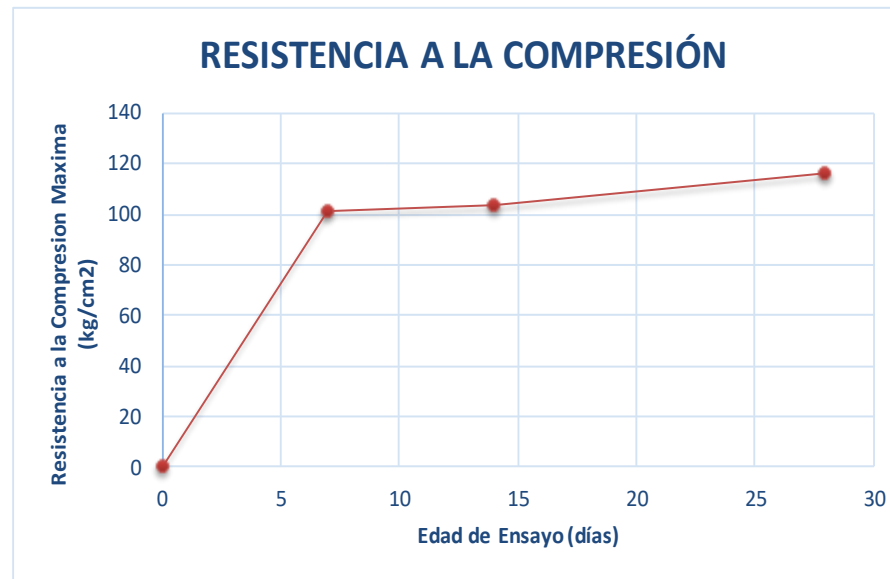
**GRÁFICO N° 29 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo 0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUKOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 96 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.0003 EUCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO												
	Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.0003 EUCOCELL									PROMEDIO		
		PBT - 01	PBT - 02	PBT - 03	PBT - 04	PBT - 05	PBT - 06	PBT - 07	PBT - 08	PBT - 09	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días						
Diametro	10.14	10.13	10.16	10.15	10.15	10.13	10.17	10.15	10.17	10.14	10.14	10.16	
Precarga (kN)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
Velocidad (Kg/cm2)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	
Carga máxima de rotura (Kg)	7654.43	8435.27	8387.36	8575.94	8103.98	8392.46	9874.62	9002.04	9472.9867	8159.02	8357.46	9449.88	
Resistencia a la Compresion Maxima (kg/cm2)	94.82	104.69	103.48	106.03	100.19	104.17	121.60	111.30	116.66	101.00	103.46	116.52	
Resistencia a la Compresion Maxima (Mpa)	9.30	10.27	10.15	10.40	9.83	10.22	11.92	10.91	11.44	9.90	10.15	11.43	

Fuente: Elaboración propia (2019).



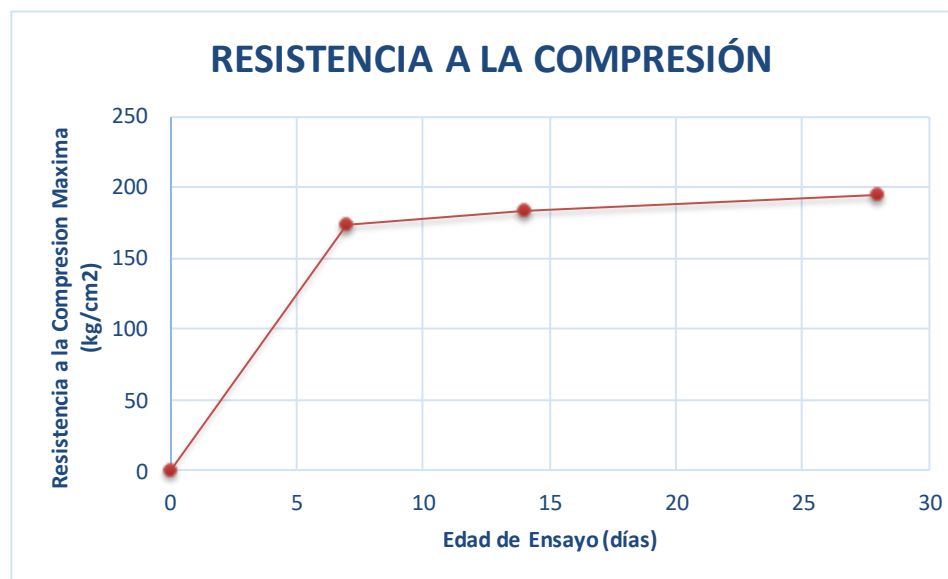
**GRÁFICO N° 30 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAST - 0.00005 EUCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 97 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.000 EUCCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.0003 EUCCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 01	PBT - 02	PBT - 03	PBT - 04	PBT - 05	PBT - 06	PBT - 07	PBT - 08	PBT - 09	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro	10.15	10.14	10.14	10.15	10.13	10.15	10.17	10.15	10.16	10.14	10.14	10.16
Precarga (kN)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Velocidad (Kg/cm <sup>2</sup> )	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Carga máxima de rotura (Kg)	13647.30	13751.27	14821.61	15342.51	14815.49	14363.91	16401.63	14728.85	16355.759	14073.39	14840.64	15828.75
Resistencia a la Compresion Maxima (kg/cm <sup>2</sup> )	168.72	170.35	183.60	189.68	183.89	177.58	201.97	182.09	201.80	174.22	183.72	195.29
Resistencia a la Compresion Maxima (Mpa)	16.55	16.71	18.01	18.60	18.03	17.41	19.81	17.86	19.79	17.09	18.02	19.15

Fuente: Elaboración propia (2019).



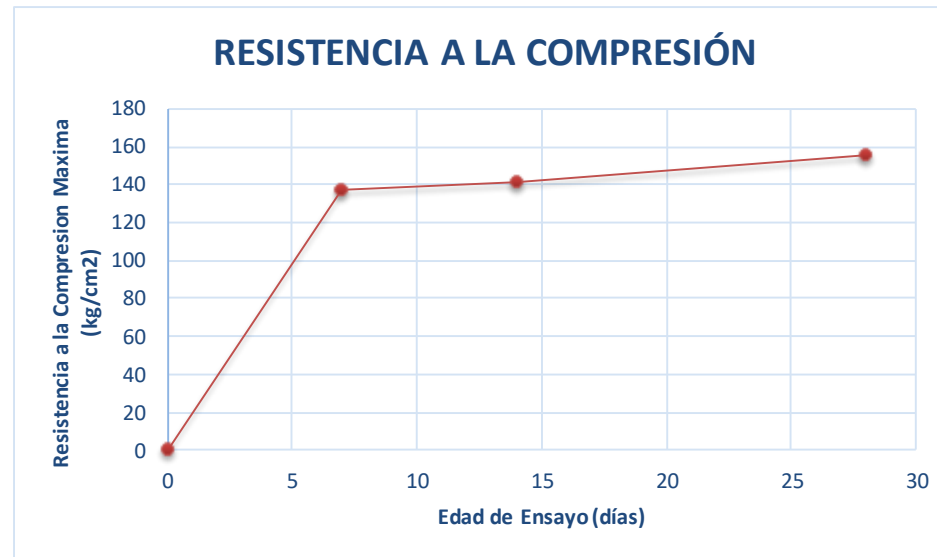
**GRÁFICO N° 31 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAST - 0.000 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 98 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.004 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
Nomenclatura	0.004 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 01	PBT - 02	PBT - 03	PBT - 04	PBT - 05	PBT - 06	PBT - 07	PBT - 08	PBT - 09	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro	10.05	10.06	10.14	10.15	10.16	10.15	10.13	10.17	10.21	10.08	10.15	10.17
Precarga (kN)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Velocidad (Kg/cm2)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Carga máxima de rotura (Kg)	10929.66	10018.35	11639.14	11023.45	11594.29	11670.74	12218.14	12655.45	12878.695	10862.39	11429.49	12584.10
Resistencia a la Compresion Maxima (kg/cm2)	137.82	126.34	146.77	136.29	142.25	144.29	151.65	155.85	157.36	136.98	140.94	154.95
Resistencia a la Compresion Maxima (Mpa)	13.52	12.39	14.39	13.37	13.95	14.15	14.87	15.28	15.43	13.43	13.82	15.20

Fuente: Elaboración propia (2019).



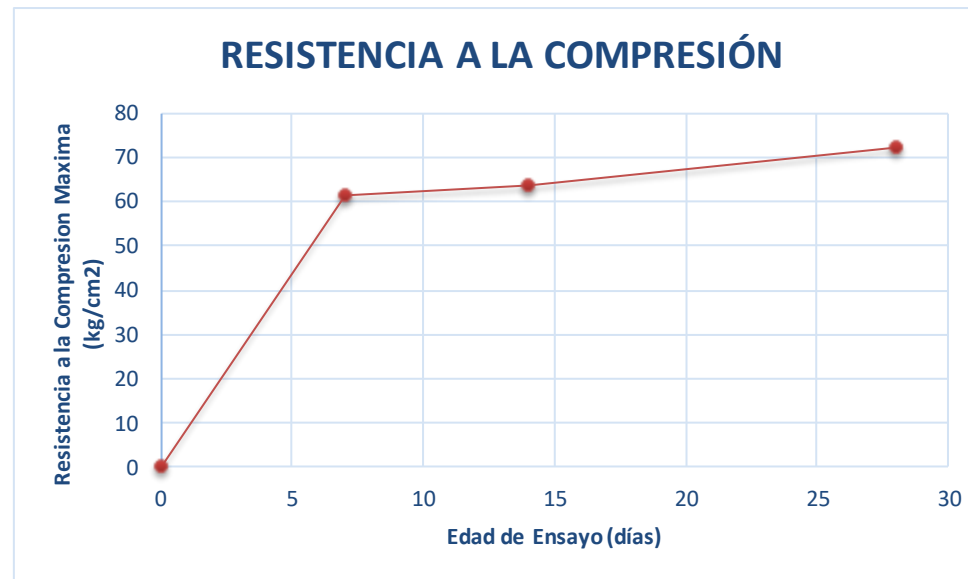
**GRÁFICO N° 32 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.004 NEOPLAST - 0.0001 EUCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 99 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.008 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
Nomenclatura	0.008 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 01	PBT - 02	PBT - 03	PBT - 04	PBT - 05	PBT - 06	PBT - 07	PBT - 08	PBT - 09	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro	10.17	10.16	10.15	10.15	10.16	10.15	10.19	10.15	10.15	10.16	10.15	10.16
Precarga (kN)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Velocidad (Kg/cm2)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Carga máxima de rotura (Kg)	5091.74	5188.58	4668.71	6130.48	5029.56	4277.27	6085.63	6047.91	5341.4883	4983.01	5145.77	5825.01
Resistencia a la Compresion Maxima (kg/cm2)	62.70	64.02	57.72	75.79	62.06	52.88	75.60	74.76	66.03	61.48	63.58	72.13
Resistencia a la Compresion Maxima (Mpa)	6.15	6.28	5.66	7.43	6.09	5.19	7.41	7.33	6.48	6.03	6.23	7.07

Fuente: Elaboración propia (2019).



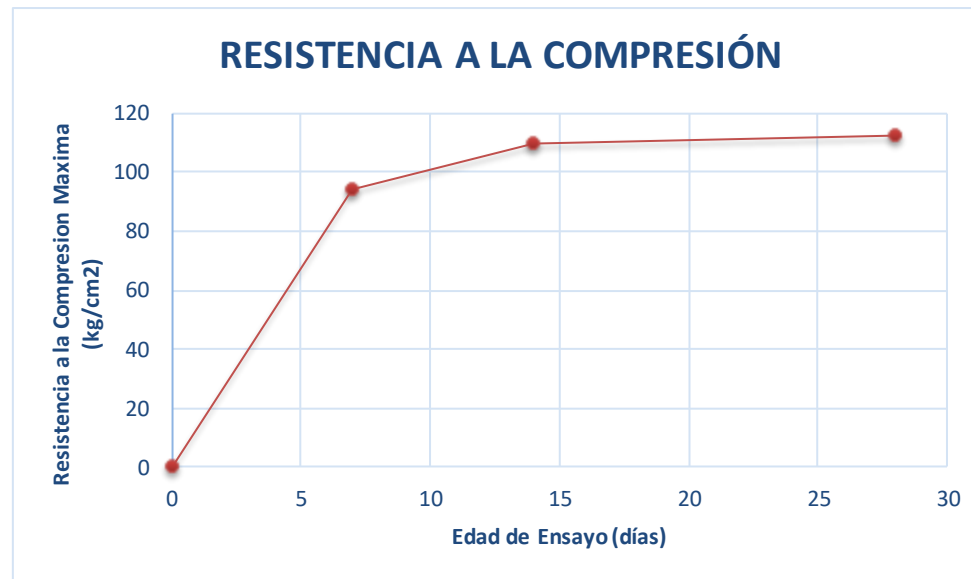
**GRÁFICO N° 33 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.008 NEOPLAST - 0.0001 EUCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 100 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.005 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
Nomenclatura	0.005 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 01	PBT - 02	PBT - 03	PBT - 04	PBT - 05	PBT - 06	PBT - 07	PBT - 08	PBT - 09	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro	10.15	10.15	10.15	10.17	10.17	10.18	10.14	10.15	10.10	10.15	10.17	10.13
Precarga (kN)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Velocidad (Kg/cm <sup>2</sup> )	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Carga máxima de rotura (Kg)	6118.25	8576.96	8142.71	8264.02	9459.73	8971.46	7352.70	9363.91	10446.483	7612.64	8898.40	9054.37
Resistencia a la Compresion Maxima (kg/cm <sup>2</sup> )	75.64	106.03	100.67	101.77	116.49	110.26	91.08	115.76	130.43	94.11	109.51	112.42
Resistencia a la Compresion Maxima (Mpa)	7.42	10.40	9.87	9.98	11.42	10.81	8.93	11.35	12.79	9.23	10.74	11.02

Fuente: Elaboración propia (2019).



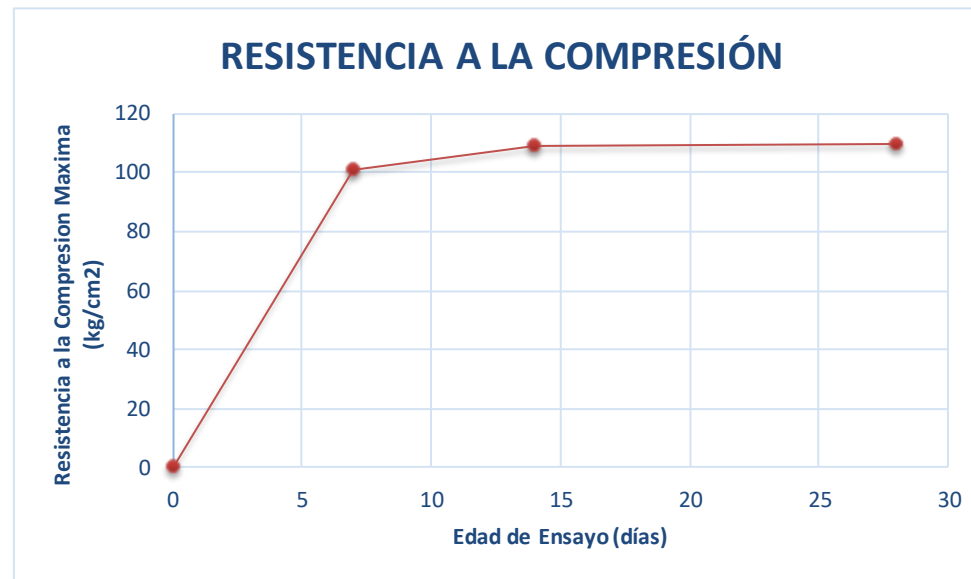
**GRÁFICO N° 34 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.005 NEOPLAST - 0.0001 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 101 Especímenes ensayados a compresión, a los 7, 14 y 28 días con 0.009 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
	0.009 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 01	PBT - 02	PBT - 03	PBT - 04	PBT - 05	PBT - 06	PBT - 07	PBT - 08	PBT - 09	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro	10.16	10.16	10.14	10.17	10.17	10.18	10.15	10.16	10.16	10.15	10.17	10.15
Precarga (kN)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Velocidad (Kg/cm2)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Carga máxima de rotura (Kg)	8189.60	8321.10	8019.37	7953.11	9153.92	9435.27	9374.11	8467.89	8826.7074	8176.69	8847.43	8889.57
Resistencia a la Compresion Maxima (kg/cm2)	101.05	102.67	99.34	97.94	112.72	115.96	115.90	104.49	108.91	101.02	108.87	109.77
Resistencia a la Compresion Maxima (Mpa)	9.91	10.07	9.74	9.60	11.05	11.37	11.37	10.25	10.68	9.91	10.68	10.76

Fuente: Elaboración propia (2019).



**GRÁFICO N° 35 Resistencia a la Compresión vs Edad de ensayo / 0.009 NEOPLAST - 0.0001 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.4.2 Resistencia a la tracción por compresión diametral

Se realizaron de acuerdo a la norma ASTM C-496 y la NTP 339.084 con la muestra de 3 testigos por cada edad de 7,14 y 28 días.



FOTO N° 13 Rotura de concreto liviano por resistencia a la tracción

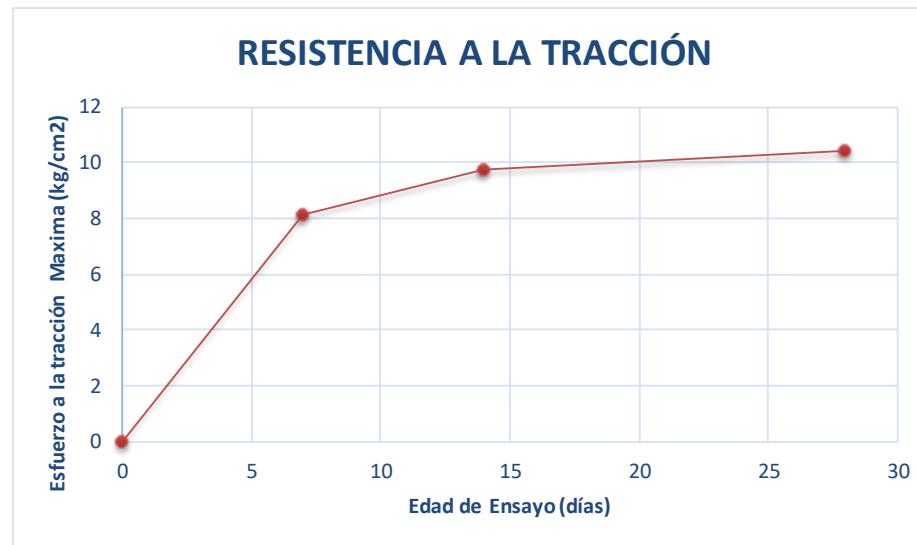
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Tabla N° 102 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 10	PBT - 11	PBT - 12	PBT - 13	PBT - 14	PBT - 15	PBT - 16	PBT - 17	PBT - 18	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro (cm)	10.15	10.18	10.16	10.11	10.19	10.18	10.17	10.11	10.12	10.16	10.16	10.14
Longitud (cm)	20.40	20.25	20.22	20.37	20.31	20.34	20.32	20.41	20.32	20.29	20.34	20.35
Precarga(kN)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	2460.75	2854.23	2586.14	3520.90	3385.32	2597.35	3952.09	3174.3119	3033.64	2633.71	3167.86	3386.68
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (kg/cm2)	7.57	8.81	8.02	10.89	10.41	7.99	12.17	9.79	9.39	8.13	9.76	10.45
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (MPa)	0.74	0.86	0.79	1.07	1.02	0.78	1.19	0.96	0.92	0.80	0.96	1.02

Fuente: Elaboración propia (2019).



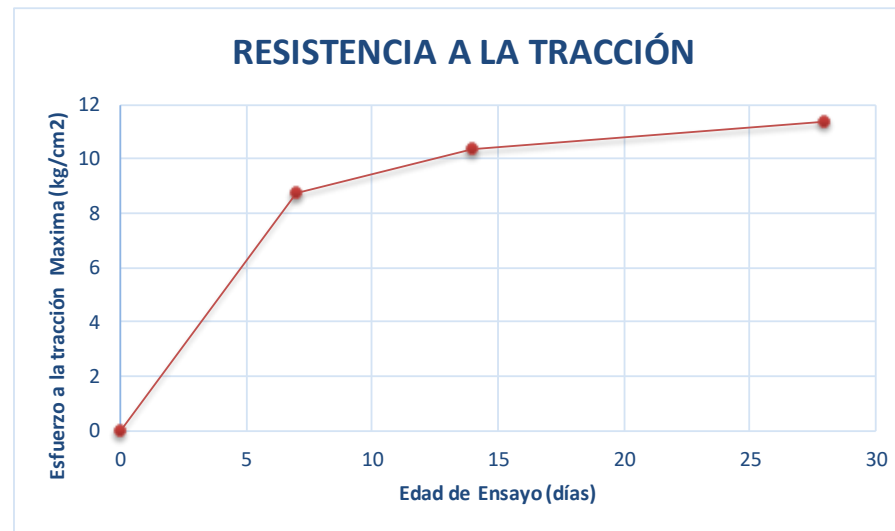
**GRÁFICO N° 36 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAS - 0.0001 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 103 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.0002 EUCCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO												
	Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.0002 EUCCOCELL									PROMEDIO		
		PBT - 10	PBT - 11	PBT - 12	PBT - 13	PBT - 14	PBT - 15	PBT - 16	PBT - 17	PBT - 18	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días						
Diametro (cm)	10.23	10.10	10.09	10.16	10.13	10.12	10.15	10.16	10.22	10.14	10.14	10.18	
Longitud (cm)	20.44	20.36	20.22	20.33	20.22	20.26	20.30	20.36	20.33	20.34	20.27	20.33	
Precarga(kN)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Carga máxima de rotura (kg)	3256.88	2725.79	2531.09	3658.51	3627.93	2738.02	3984.71	3774.7197	3361.88	2837.92	3341.49	3707.10	
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (kg/cm2)	9.92	8.44	7.90	11.28	11.27	8.50	12.31	11.62	10.30	8.75	10.35	11.41	
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (MPa)	0.97	0.83	0.77	1.11	1.11	0.83	1.21	1.14	1.01	0.86	1.02	1.12	

Fuente: Elaboración propia (2019).



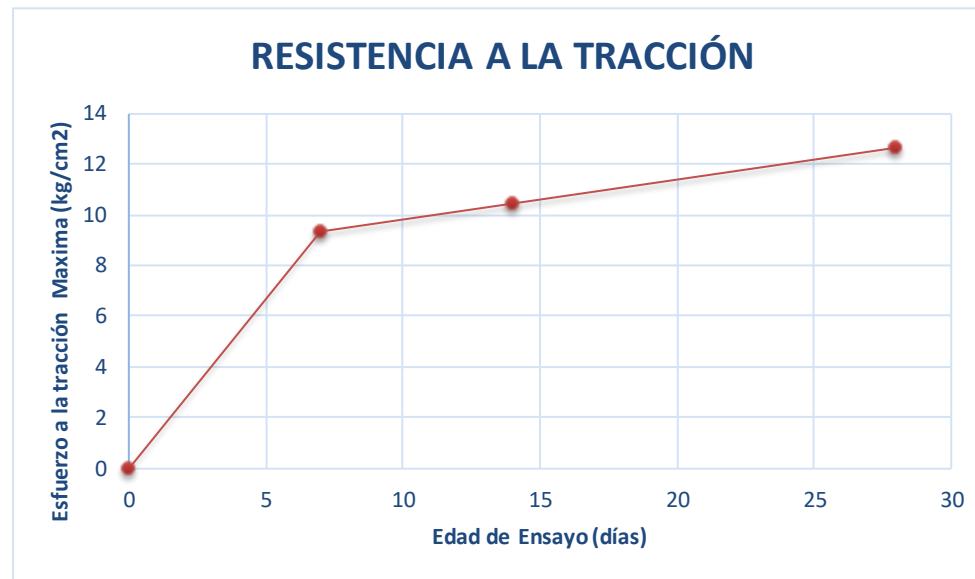
**GRÁFICO N° 37 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAS - 0.0002 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 104 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUCCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
	0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUCCOCELL									PROMEDIO		
	Nomenclatura	PBT - 10	PBT - 11	PBT - 12	PBT - 13	PBT - 14	PBT - 15	PBT - 16	PBT - 17	PBT - 18	7 días	14 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro (cm)	10.13	10.09	10.09	10.11	10.17	10.17	10.17	10.13	10.20	10.11	10.15	10.17
Longitud (cm)	20.31	20.28	20.28	20.30	20.25	20.30	20.34	20.33	20.34	20.29	20.28	20.33
Precarga(kN)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	2661.57	2748.22	3648.32	4244.65	3006.12	2861.37	3910.30	3501.5291	4957.19	3019.37	3370.71	4123.00
Esfuerzo a la tracción por compresion diametral (kg/cm2)	8.23	8.55	11.35	13.17	9.29	8.82	12.03	10.83	15.21	9.38	10.43	12.69
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (MPa)	0.81	0.84	1.11	1.29	0.91	0.86	1.18	1.06	1.49	0.92	1.02	1.24

Fuente: Elaboración propia (2019).



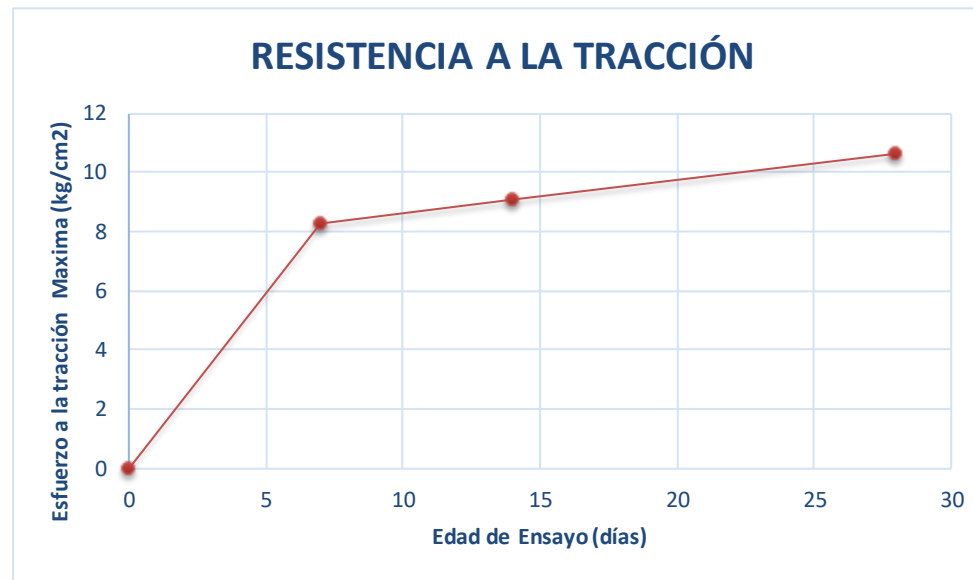
**GRÁFICO N° 38 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAS - 0.00005 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 105 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.0003 EUCCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO												
	Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.0003 EUCCOCELL									PROMEDIO		
		PBT - 10	PBT - 11	PBT - 12	PBT - 13	PBT - 14	PBT - 15	PBT - 16	PBT - 17	PBT - 18	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días						
Diametro (cm)	10.18	10.14	10.15	10.15	10.11	10.18	10.12	10.15	10.16	10.15	10.15	10.14	
Longitud (cm)	20.30	20.27	20.23	20.25	20.27	20.35	20.28	20.44	20.34	20.26	20.29	20.35	
Precarga(kN)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Carga máxima de rotura (kg)	2586.14	2645.26	2765.55	2226.30	3183.49	3413.86	4132.52	3261.9776	2927.62	2665.65	2941.22	3440.71	
Esfuerzo a la tracción por compresion diametral (kg/cm2)	7.97	8.20	8.58	6.90	9.89	10.49	12.82	10.02	9.02	8.25	9.09	10.62	
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (MPa)	0.78	0.80	0.84	0.68	0.97	1.03	1.26	0.98	0.88	0.81	0.89	1.04	

Fuente: Elaboración propia (2019).



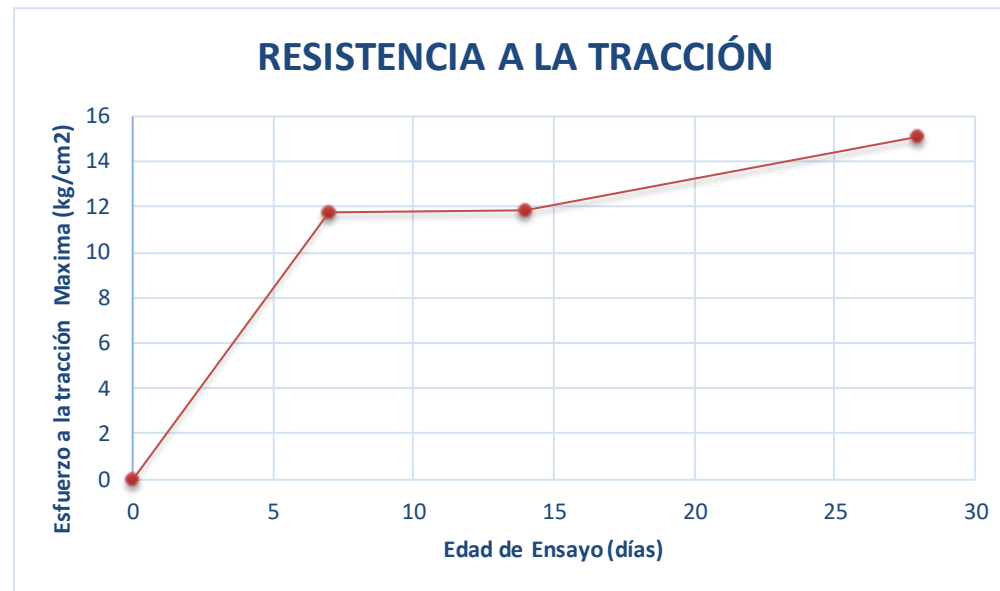
**GRÁFICO N° 39 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAS - 0.0003 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 106 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.006 NEOPLAST / 0.000 EUCCOCELL**

Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.000 EUCCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 10	PBT - 11	PBT - 12	PBT - 13	PBT - 14	PBT - 15	PBT - 16	PBT - 17	PBT - 18	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro (cm)	10.20	10.16	10.15	10.19	10.16	10.15	10.08	10.14	10.09	10.17	10.17	10.10
Longitud (cm)	20.32	20.25	20.21	20.29	20.33	20.31	20.31	20.35	20.24	20.26	20.31	20.30
Precarga(kN)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	4828.75	3120.29	3494.39	3307.85	4370.03	3850.15	5326.20	3941.896	5310.91	3814.48	3842.68	4859.67
Esfuerzo a la tracción por compresion diametral (kg/cm2)	14.84	9.65	10.85	10.19	13.47	11.89	16.56	12.16	16.56	11.78	11.85	15.09
Esfuerzo a la tracción por compresion diametral (MPa)	1.45	0.95	1.06	1.00	1.32	1.17	1.62	1.19	1.62	1.16	1.16	1.48

Fuente: Elaboración propia (2019).



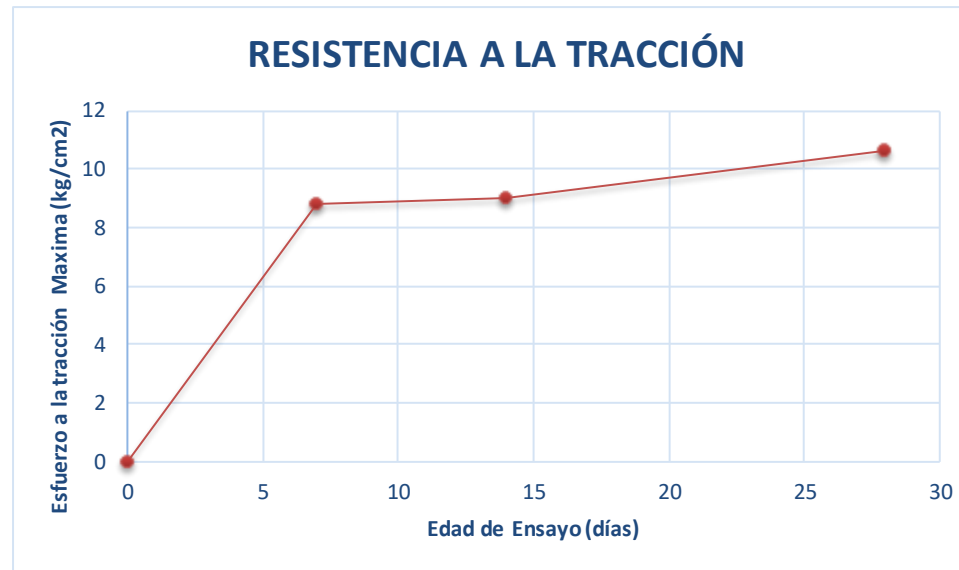
**GRÁFICO N° 40 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.006 NEOPLAS - 0.000 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 107 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.004 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
	0.004 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 10	PBT - 11	PBT - 12	PBT - 13	PBT - 14	PBT - 15	PBT - 16	PBT - 17	PBT - 18	7 días	14 días	28 días
Nomenclatura	7 días			14 días			28 días					
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro (cm)	10.16	10.18	10.12	10.17	10.16	10.20	10.16	10.03	10.19	10.15	10.18	10.13
Longitud (cm)	20.39	20.26	20.33	20.33	20.27	20.25	20.32	20.36	20.32	20.33	20.28	20.33
Precarga(kN)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	3223.24	2386.34	3000.00	2511.72	2596.33	3640.16	2851.17	3940.8767	3524.97	2869.86	2916.07	3439.01
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (kg/cm2)	9.91	7.37	9.29	7.74	8.03	11.22	8.79	12.28	10.84	8.85	8.99	10.64
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (MPa)	0.97	0.72	0.91	0.76	0.79	1.10	0.86	1.20	1.06	0.87	0.88	1.04

Fuente: Elaboración propia (2019).



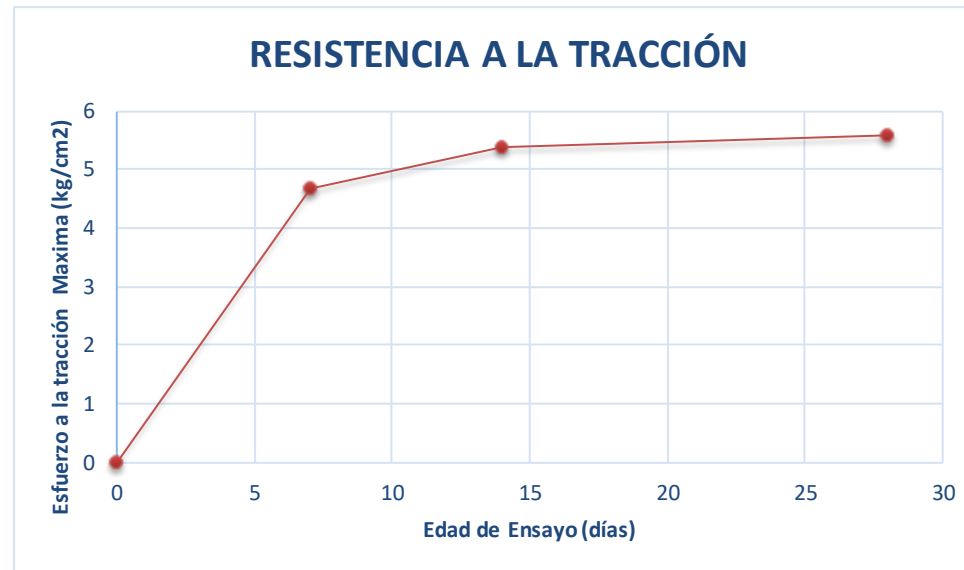
**GRÁFICO N° 41 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.004 NEOPLAS - 0.0001 EUCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 108 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.008 NEOPLAST / 0.0001 EUKOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
Nomenclatura	0.008 NEOPLAST / 0.0001 EUKOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 10	PBT - 11	PBT - 12	PBT - 13	PBT - 14	PBT - 15	PBT - 16	PBT - 17	PBT - 18	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro (cm)	10.20	10.18	10.17	10.12	10.15	10.09	10.17	10.22	10.13	10.18	10.12	10.17
Longitud (cm)	20.23	20.15	20.20	20.25	20.30	20.20	20.13	20.18	20.20	20.19	20.25	20.17
Precarga(kN)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	1510.70	1781.86	1237.51	1992.86	1912.33	1306.83	1997.96	1861.366	1540.27	1510.02	1737.34	1799.86
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (kg/cm2)	4.66	5.53	3.84	6.19	5.91	4.08	6.22	5.75	4.79	4.68	5.39	5.59
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (MPa)	0.46	0.54	0.38	0.61	0.58	0.40	0.61	0.56	0.47	0.46	0.53	0.55

Fuente: Elaboración propia (2019).



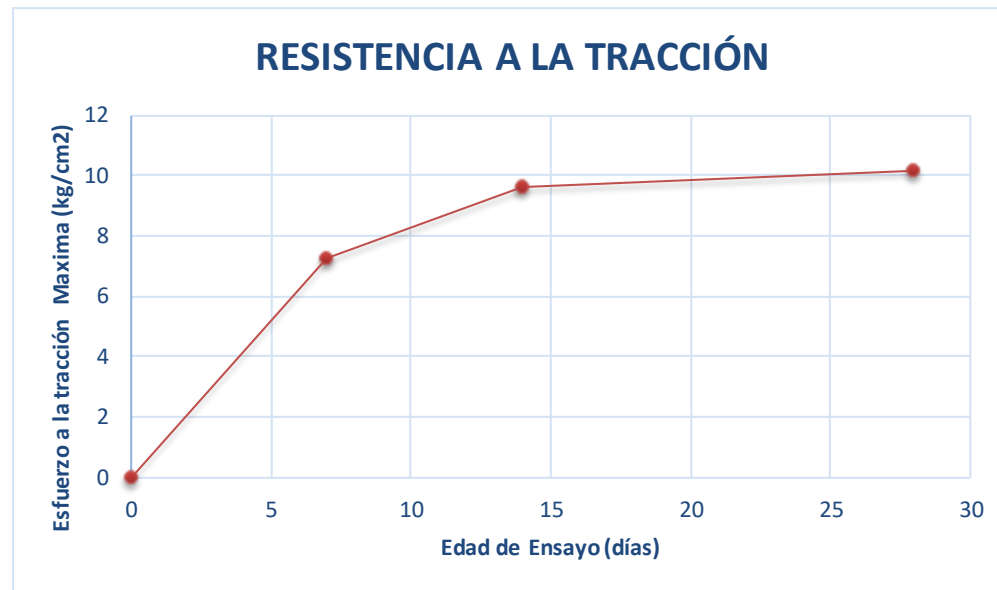
**GRÁFICO N° 42 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.008 NEOPLAS - 0.0001 EUKOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 109 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.005 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
	0.005 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 10	PBT - 11	PBT - 12	PBT - 13	PBT - 14	PBT - 15	PBT - 16	PBT - 17	PBT - 18	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro (cm)	10.18	10.15	10.17	10.23	10.14	10.09	10.14	10.20	10.16	10.16	10.15	10.16
Longitud (cm)	20.24	20.25	20.18	20.25	20.25	20.27	20.27	20.35	20.24	20.22	20.26	20.29
Precarga(kN)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	2183.49	2846.08	2034.66	3095.82	2226.30	4027.52	4041.79	2502.5484	3347.60	2354.74	3116.55	3297.32
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (kg/cm2)	6.75	8.82	6.31	9.52	6.90	12.54	12.52	7.68	10.37	7.29	9.65	10.19
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (MPa)	0.66	0.86	0.62	0.93	0.68	1.23	1.23	0.75	1.02	0.72	0.95	1.00

Fuente: Elaboración propia (2019).



**GRÁFICO N° 43 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.005 NEOPLAS - 0.0001 EUCCOCELL**

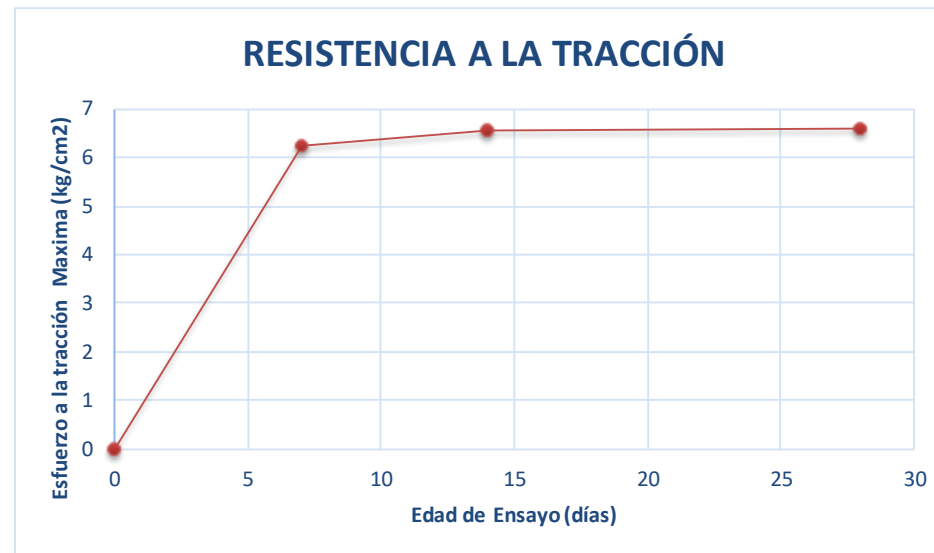
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Tabla N° 110 Especímenes ensayados a tracción, a los 7, 14 y 28 días con 0.005 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL**

Datos Especímenes	CONCRETO LIVIANO											
Nomenclatura	0.009 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL									PROMEDIO		
	PBT - 10	PBT - 11	PBT - 12	PBT - 13	PBT - 14	PBT - 15	PBT - 16	PBT - 17	PBT - 18	7 días	14 días	28 días
Edad de Ensayo	7 días			14 días			28 días					
Diametro (cm)	10.17	10.18	10.16	10.18	10.16	10.18	10.14	10.12	10.16	10.17	10.17	10.14
Longitud (cm)	20.27	20.42	20.28	20.43	20.40	20.35	20.32	20.42	20.47	20.32	20.39	20.40
Precarga(kN)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	2242.61	1998.98	1847.09	2092.76	2460.75	1875.64	2223.24	1743.1193	2489.30	2029.56	2143.05	2151.89
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (kg/cm2)	6.93	6.12	5.71	6.41	7.56	5.77	6.87	5.37	7.62	6.25	6.58	6.62
Esfuerzo a la traccion por compresion diametral (MPa)	0.68	0.60	0.56	0.63	0.74	0.57	0.67	0.53	0.75	0.61	0.65	0.65

Fuente: Elaboración propia (2019).



**GRÁFICO N° 44 Esfuerzo a la tracción vs Edad de ensayo / 0.009 NEOPLAS - 0.0001 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### 4.4.3 Resistencia a la flexión del concreto

Se realizó de acuerdo a la norma ASTM C-78 y NTP 339.078 con la muestra de 6 vigas de concreto a la edad de 28 días.



FOTO N° 14 Rotura de concreto liviano por resistencia a la flexión

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 111 Resistencia a la flexión de 0.006 NEOPLAST / 0.0001 EUKOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

Datos Especimenes	CONCRETO LIVIANO						
Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUKOCELL						PROMEDIO
	VIGA - 01	VIGA - 02	VIGA - 03	VIGA - 04	VIGA - 05	VIGA - 06	
Edad de Ensayo	28 días						
Ancho (cm)	15.44	15.41	15.21	15.59	15.45	15.53	15.00
Alto (cm)	15.38	15.45	15.52	15.61	15.55	15.66	16.00
Longitud (cm)	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50
Precarga(kN)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	2425.08	2380.22	1857.29	2348.62	2130.48	1709.48	2142.00
Modulo de rotura (kg/cm2)	30.90	30.08	23.57	28.76	26.52	20.87	26.78
Modulo de Rotura (MPa)	3.03	2.95	2.31	2.82	2.60	2.05	2.63

El módulo de rotura del concreto a los 28 días de 26.78 Kg/cm2.

**Tabla N° 112 Resistencia a la flexión de 0.006 NEOPLAST / 0.0002 EUKOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

Datos Especimenes	CONCRETO LIVIANO						
Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.0002 EUKOCELL						PROMEDIO
	VIGA - 01	VIGA - 02	VIGA - 03	VIGA - 04	VIGA - 05	VIGA - 06	
Edad de Ensayo	28 días						
Ancho (cm)	15.40	15.41	15.52	15.41	15.48	15.50	15.00
Alto (cm)	15.47	15.42	15.46	15.44	15.47	15.53	15.00
Longitud (cm)	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50
Precarga(kN)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	2104.99	1980.63	2328.24	2144.75	2141.69	2236.49	2156.00
Modulo de rotura (kg/cm2)	26.57	25.12	29.20	27.14	26.89	27.84	27.13
Modulo de Rotura (MPa)	2.61	2.46	2.86	2.66	2.64	2.73	2.66

El módulo de rotura del concreto a los 28 días de 27.13 Kg/cm2.

**Tabla N° 113 Resistencia a la flexión de 0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUKOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

Datos Especimenes	CONCRETO LIVIANO						
Nomenclatura	0.006 NEOPLAST / 0.00005 EUKOCELL						PROMEDIO
	VIGA - 01	VIGA - 02	VIGA - 03	VIGA - 04	VIGA - 05	VIGA - 06	
Edad de Ensayo	28 días						
Ancho (cm)	15.43	15.36	15.36	15.56	15.66	15.89	16.00
Alto (cm)	15.40	15.49	15.45	15.42	15.66	15.61	16.00
Longitud (cm)	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50
Precarga(kN)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	2534.15	1980.63	2496.43	3194.70	2784.91	3306.83	2716.00
Modulo de rotura (kg/cm2)	32.19	24.97	31.68	40.16	33.73	39.70	33.74
Modulo de Rotura (MPa)	3.16	2.45	3.11	3.94	3.31	3.89	3.31

El módulo de rotura del concreto a los 28 días de 33.74 Kg/cm2.

**Tabla N° 114 Resistencia a la flexión de 0.006 NEOPLAST / 0.0003 EUCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

Datos Especimenes	CONCRETO LIVIANO						
	0.006 NEOPLAST / 0.0003EUCOCELL						PROMEDIO
Nomenclatura	VIGA - 01	VIGA - 02	VIGA - 03	VIGA - 04	VIGA - 05	VIGA - 06	
Edad de Ensayo	28 días						
Ancho (cm)	15.40	15.38	15.48	15.59	15.38	15.47	15.00
Alto (cm)	15.55	15.55	15.39	15.49	15.41	15.45	15.00
Longitud (cm)	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50
Precarga(kN)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	1772.68	1581.04	1621.81	1489.30	1514.78	1781.86	1627.00
Modulo de rotura (kg/cm2)	22.14	19.77	20.56	18.52	19.29	22.43	20.45
Modulo de Rotura (MPa)	2.17	1.94	2.02	1.82	1.89	2.20	2.01

El módulo de rotura del concreto a los 28 días de 20.45 Kg/cm2.

**Tabla N° 115 Resistencia a la flexión de 0.006 NEOPLAST / 0.000 EUCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

Datos Especimenes	CONCRETO LIVIANO						
	0.006 NEOPLAST / 0.000EUCOCELL						PROMEDIO
Nomenclatura	VIGA - 01	VIGA - 02	VIGA - 03	VIGA - 04	VIGA - 05	VIGA - 06	
Edad de Ensayo	28 días						
Ancho (cm)	15.67	15.72	15.59	15.53	15.54	15.42	16.00
Alto (cm)	16.25	15.60	15.59	15.44	15.59	15.45	16.00
Longitud (cm)	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50
Precarga(kN)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	2985.73	2898.06	2725.79	3112.13	2807.34	2772.68	2884.00
Modulo de rotura (kg/cm2)	33.53	35.22	33.47	39.07	34.55	35.04	35.15
Modulo de Rotura (MPa)	3.29	3.45	3.28	3.83	3.39	3.44	3.45

El módulo de rotura del concreto a los 28 días de 35.15 Kg/cm2.

**Tabla N° 116 Resistencia a la flexión de 0.004 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

Datos Especimenes	CONCRETO LIVIANO						
	0.004 NEOPLAST / 0.0001 EUCOCELL						PROMEDIO
Nomenclatura	VIGA - 01	VIGA - 02	VIGA - 03	VIGA - 04	VIGA - 05	VIGA - 06	
Edad de Ensayo	28 días						
Ancho (cm)	15.36	15.49	15.39	15.37	15.54	15.38	15.00
Alto (cm)	15.42	15.47	15.77	15.52	15.57	15.41	16.00
Longitud (cm)	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50
Precarga(kN)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	1659.53	1971.46	2044.85	1703.36	1709.48	1404.69	1749.00
Modulo de rotura (kg/cm2)	21.13	24.73	24.83	21.40	21.11	17.87	21.85
Modulo de Rotura (MPa)	2.07	2.43	2.43	2.10	2.07	1.75	2.14

El módulo de rotura del concreto a los 28 días de 21.85 Kg/cm2.

**Tabla N° 117 Resistencia a la flexión de 0.008 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

Datos Especimenes	CONCRETO LIVIANO						
Nomenclatura	0.008 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL						PROMEDIO
	VIGA - 01	VIGA - 02	VIGA - 03	VIGA - 04	VIGA - 05	VIGA - 06	
Edad de Ensayo	28 días						
Ancho (cm)	15.14	15.22	15.58	15.45	15.38	15.35	15.00
Alto (cm)	15.54	15.39	15.63	15.40	15.41	15.45	15.00
Longitud (cm)	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50
Precarga(kN)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	936.80	1152.91	1049.95	829.77	1242.61	1067.28	1047.00
Modulo de rotura (kg/cm2)	11.91	14.87	12.83	10.53	15.83	13.54	13.25
Modulo de Rotura (MPa)	1.17	1.46	1.26	1.03	1.55	1.33	1.30

El módulo de rotura del concreto a los 28 días de 13.25 Kg/cm2.

**Tabla N° 118 Resistencia a la flexión de 0.005 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

Datos Especimenes	CONCRETO LIVIANO						
Nomenclatura	0.005 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL						PROMEDIO
	VIGA - 01	VIGA - 02	VIGA - 03	VIGA - 04	VIGA - 05	VIGA - 06	
Edad de Ensayo	28 días						
Ancho (cm)	15.24	15.49	15.45	15.27	15.29	15.21	15.00
Alto (cm)	15.44	15.53	15.41	15.43	15.39	15.53	15.00
Longitud (cm)	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50
Precarga(kN)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	1284.40	1353.72	1208.97	1727.83	1619.78	1725.79	1487.00
Modulo de rotura (kg/cm2)	16.43	16.85	15.32	22.11	20.80	21.88	18.90
Modulo de Rotura (MPa)	1.61	1.65	1.50	2.17	2.04	2.15	1.85

El módulo de rotura del concreto a los 28 días de 18.90 Kg/cm2.

**Tabla N° 119 Resistencia a la flexión de 0.009 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL**

Fuente: Elaboración propia (2019).

Datos Especimenes	CONCRETO LIVIANO						
Nomenclatura	0.009 NEOPLAST / 0.0001 EUCCOCELL						PROMEDIO
	VIGA - 01	VIGA - 02	VIGA - 03	VIGA - 04	VIGA - 05	VIGA - 06	
Edad de Ensayo	28 días						
Ancho (cm)	15.38	15.23	15.66	15.45	15.48	15.35	15.00
Alto (cm)	15.68	15.58	15.48	15.34	15.45	15.58	16.00
Longitud (cm)	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50
Precarga(kN)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Velocidad (Kg/cm2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga máxima de rotura (kg)	1671.76	1384.30	1909.28	1596.33	1238.53	1588.18	1565.00
Modulo de rotura (kg/cm2)	20.55	17.42	23.65	20.41	15.60	19.82	19.58
Modulo de Rotura (MPa)	2.02	1.71	2.32	2.00	1.53	1.94	1.92

El módulo de rotura del concreto a los 28 días de 19.58 Kg/cm2.

#### 4.4.4 Ensayo de Módulo de elasticidad

Se realizaron de acuerdo a la norma ASTM C-469 con la muestra de 4 testigos a la edad de 28 días.



FOTO N° 15 Ensayo de módulo de elasticidad en concreto liviano no estructural

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla N° 120 Módulos de elasticidad de especímenes a los 28 días**

CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL				
N°	Aditivo (aditivo/cemento) Neoplast - Eucozell	Código de Especímen	Módulo de Elasticidad (kg/m <sup>2</sup> ) <b>28 días</b>	Prom. Módulo de Elasticidad (kg/m <sup>2</sup> ) <b>28 días</b>
Patron	0.006 - 0.0001	PBT - 19	166,258	<b>182,686</b>
		PBT - 20	167,717	
		PBT - 21	231,303	
		PBT - 22	165,464	
1	0.006 - 0.0002	PBT - 19	150,211	<b>157,969</b>
		PBT - 20	159,076	
		PBT - 21	149,695	
		PBT - 22	172,895	
2	0.006 - 0.00005	PBT - 19	237,424	<b>199,892</b>
		PBT - 20	190,172	
		PBT - 21	179,506	
		PBT - 22	192,466	
3	0.006 - 0.0003	PBT - 19	130,883	<b>134,442</b>
		PBT - 20	111,165	
		PBT - 21	159,078	
		PBT - 22	136,642	
4	0.006 - 0.000	PBT - 19	221,589	<b>206,910</b>
		PBT - 20	187,913	
		PBT - 21	219,556	
		PBT - 22	198,583	
5	0.004 - 0.0001	PBT - 19	154,466	<b>160,067</b>
		PBT - 20	157,811	
		PBT - 21	176,235	
		PBT - 22	151,757	
6	0.008 - 0.0001	PBT - 19	101,388	<b>120,703</b>
		PBT - 20	121,676	
		PBT - 21	107,221	
		PBT - 22	152,525	
7	0.005 - 0.0001	PBT - 19	142,654	<b>158,630</b>
		PBT - 20	160,759	
		PBT - 21	174,704	
		PBT - 22	156,403	
8	0.009 - 0.0001	PBT - 19	148,592	<b>162,955</b>
		PBT - 20	142,688	
		PBT - 21	228,987	
		PBT - 22	131,552	

Fuente: Elaboración propia (2019).

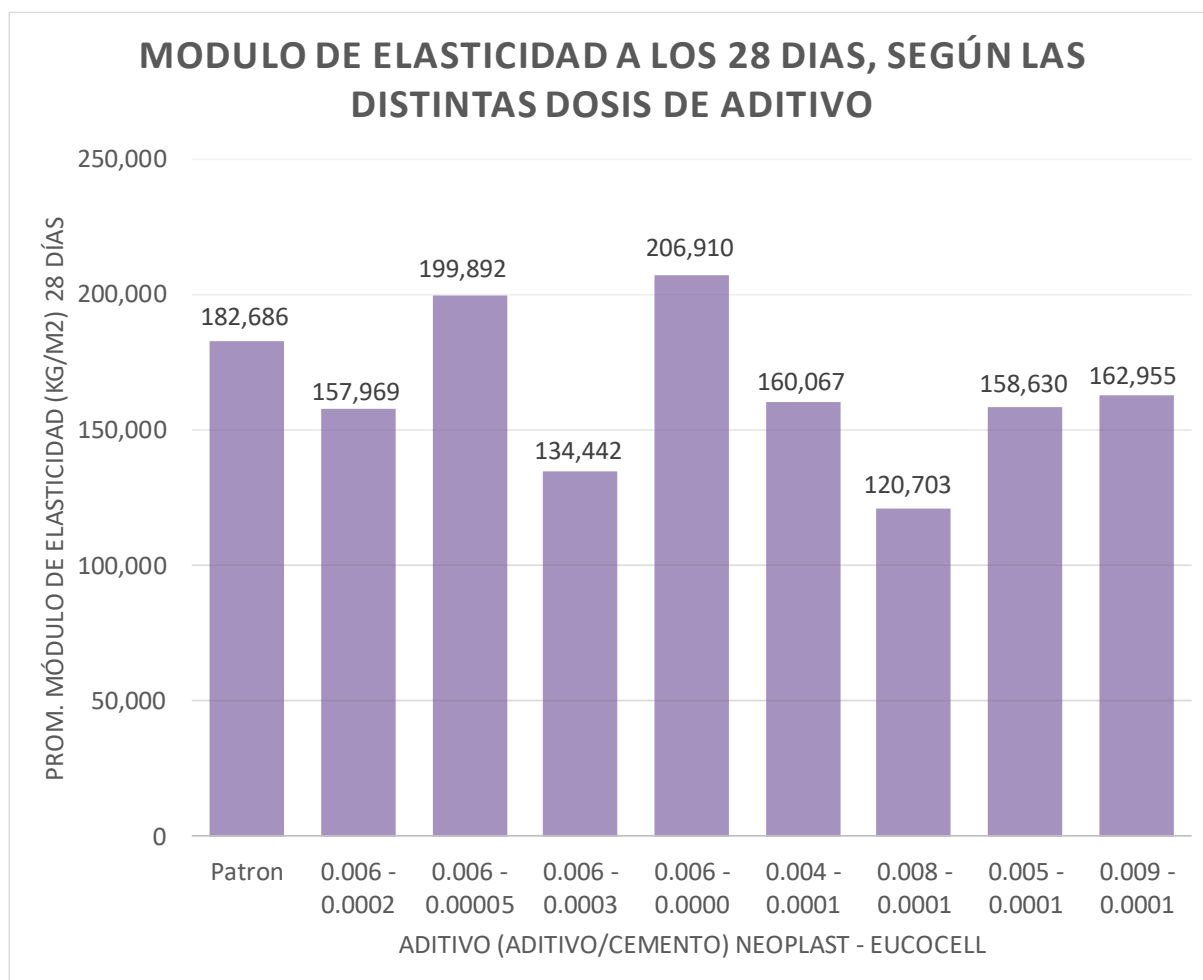


GRÁFICO N° 45 Promedio Módulo de Elasticidad vs dosificación de aditivos

Fuente: Elaboración propia (2019).



## CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el capítulo IV obtuvimos los resultados del trabajo de investigación, los cuales se resumen en cuadros y analizan e interpretan a continuación:

### 5.1 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

**Tabla N° 121 Resumen de las características de materiales**

CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO	PERLA DE POLIESTIRENO	CEMENTO SOL TIPO I	NEOPLAST 8500 HP	EUCOCELL 100
Peso específico (gr/cc)	2.601	0.017	3.15	1.1	1.05
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1367.00	12.00	-	-	-
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1550.00	12.00	-	-	-
Porcentaje de absorción (%)	0.69	0	-	-	-
Modulo de fineza	1.31	5.85	-	-	-
Tamaño máximo nominal	-	1/4"	-	-	-
Humedad de diseño (%)	17.83	0	-	-	-

Fuente: Elaboración propia (2019).

El mayor porcentaje retenido de la arena se encuentra en el tamiz N°100. La arena se considera un agregado marginal, pues su módulo de fineza es de 1.31, fuera del rango considerado en la NTP 400.011 la cual indica que el módulo de finura de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1; no obstante ser muy finas, tiene un peso específico de 2.601 gr/cm<sup>3</sup> cumpliendo así con el peso específico, según el rango propuesto por (BENITES ESPINOZA, 2011) quien sustenta que el peso específico de las arenas varía entre 2.5 y 2.7 gr/cm<sup>3</sup>.

Las perlas de poliestireno cuentan con un mayor porcentaje retenido en los tamices 1/4" y N°04; siendo su tamaño máximo nominal de 1/4". Las perlas de poliestireno al ser un material hermético no absorben agua, por el cual su % de absorción es cero.

Los aditivos Neoplast 8500 Hp y Eucocell 1000 son producidos por la empresa Química Suiza Industrial del Perú S.A y gozan de confiabilidad en el mercado.

## 5.2 ANÁLISIS DE FASE ÓPTIMA

### 5.2.1 Análisis de diseño de mezclas

En la Tabla N°122 se muestran los diseños realizados hasta obtener el diseño óptimo para el concreto liviano no estructural. La variación en la adición de los aditivos se efectuó, partiendo de un diseño patrón, manteniéndose constante la proporción de sus agregados 60% ag. fino, 40% de poliestireno, estimación de agua, relación a/c, factor cemento y contenido de aire atrapado. Partiendo del diseño patrón, se utilizó el 0.6% por peso de cemento de aditivo Neoplast 8500 Hp, siendo éste un factor constante en D-1 a D-4 y en D-5 a D-8 se utilizó desde 0.4% a 0.9%; utilizándose el 0.01% por peso de cemento de aditivo Eucozell 1000, siendo este un factor constante en D-5 a D-8 y en D-1 a D-4 se utilizó desde 0% a 0.03%.

**Tabla N° 122 Diseño de mezclas “Concreto liviano no estructural”**

CUADRO RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLAS									
DOSIS	PATRON	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8
Proporción de los agregados	60% Ag. Fino - 40% Poliestireno	60% Ag. Fino - 40% Poliestireno	60% Ag. Fino - 40% Poliestireno	60% Ag. Fino - 40% Poliestireno	60% Ag. Fino - 40% Poliestireno	60% Ag. Fino - 40% Poliestireno	60% Ag. Fino - 40% Poliestireno	60% Ag. Fino - 40% Poliestireno	60% Ag. Fino - 40% Poliestireno
Estimación de agua (lt/m <sup>3</sup> )	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
Relación agua/Cemento	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Factor cemento (Bls/m <sup>3</sup> )	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41
Contenido de aire atrapado (%)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Relación aditivo 01/Cemento	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.004	0.008	0.005	0.009
Relación aditivo 02/Cemento	0.0001	0.0002	0.00005	0.0003	0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Cant. Aditivo 01- Neoplast 8500Hp (Kg/m <sup>3</sup> )	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	1.600	3.200	2.000	3.600
Cant. Aditivo 02- Eucozell 1000 (Kg/m <sup>3</sup> )	0.040	0.080	0.020	0.120	0	0.040	0.040	0.040	0.040

Fuente: Elaboración propia (2019)

## 5.2.2 Análisis de densidad y resistencia a la compresión

**Tabla N°123 Resumen de la densidad vs resistencia a la compresión**

CUADRO DE RESUMEN DE DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO									
DESCRIPCIÓN	PATRON	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8
NEOPLAST 8500Hp EUCCOCELL 1000	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.004	0.008	0.005	0.009
	0.0001	0.0002	0.00005	0.0003	0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1427.19	1447.82	1543.45	1312.35	1632.71	1457.38	1411.63	1485.32	1408.09
Resis. Compresion a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	137.00	128.00	170.00	117.00	195.00	155.00	72.00	112.00	110.00

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la Tabla N° 123 se presenta el diseño patrón y los 8 diseños de concreto liviano no estructural: D-1 a D-8, de los cuales se obtuvieron resultados de densidad del concreto en estado fresco y resistencia a la compresión a los 28 días. En el diseño patrón se obtuvo una densidad de 1427.19 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia de 137 kg/cm<sup>2</sup>. En el diseño D-1 se obtuvo una densidad de 1447.82kg/m<sup>3</sup> y una resistencia de 128 kg/cm<sup>2</sup>. En el diseño D-2 se obtuvo una densidad de 1543.45 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia de 170 kg/cm<sup>2</sup>. En el diseño D-3 se obtuvo una densidad de 1312.35 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia de 117 kg/cm<sup>2</sup>. En el diseño D-4 se obtuvo una densidad de 1632.71kg/m<sup>3</sup> y una resistencia de 195 kg/cm<sup>2</sup>. En el diseño D-5 se obtuvo una densidad de 1457.38kg/m<sup>3</sup> y una resistencia de 155 kg/cm<sup>2</sup>. En el diseño D-6 se obtuvo una densidad de 1411.63kg/m<sup>3</sup> y una resistencia de 72 kg/cm<sup>2</sup>. En el diseño D-7 se obtuvo una densidad de 1485.32kg/m<sup>3</sup> y una resistencia de 112 kg/cm<sup>2</sup>. En el diseño D-8 se obtuvo una densidad de 1408.09kg/m<sup>3</sup> y una resistencia de 110 kg/cm<sup>2</sup>.

Por consiguiente, al elegir el diseño Concreto liviano no estructural óptimo, se eligió del diseño más cercano a la resistencia a compresión de 17Mpa y la densidad que fluctuó entre 1000 – 1800 kg/m<sup>3</sup> según la Tabla N°38 “Categorización de los concretos livianos”; eligiéndose diseño D-2. No se eligió el diseño de D-4 por tener una resistencia mayor a 17Mpa, pero es un resultado importante ya que se puede considerar un concreto estructural elaborado usándose perlas de poliestireno expandido.

Asimismo, los valores de resistencia a la compresión obtenidos de los diseños D-1 a D-8, que se muestran en la tabla, superan a la resistencia de compresión mínima recomendada por la Norma E070 para unidades de albañilería (ladrillos de arcilla), lo cual indica la factibilidad técnica de

elaboración de unidades de albañilería a base de perlas de poliestireno y adición de aditivos.

### 5.2.3 Análisis de los ensayos al concreto fresco

**Tabla N°124 Resumen de ensayos al concreto fresco**

CUADRO RESUMEN ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO									
DESCRIPCIÓN	PATRON	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8
NEOPLAST 8500Hp	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.004	0.008	0.005	0.009
EUCOCELL 1000	0.0001	0.0002	0.00005	0.0003	0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Peso Unitario (kg/m3)	1427.19	1447.82	1543.45	1312.35	1632.71	1457.38	1411.63	1485.32	1408.09
Rendimiento (m3/Bolsa)	0.102	0.101	0.094	0.111	0.839	0.100	0.103	0.098	0.103
Contenido de aire (%)	16.66	15.45	9.87	23.36	4.65	14.89	15.57	13.26	17.78
Asentamiento (cm)	24.13	25.40	22.86	24.13	7.62	23.50	26.04	25.40	26.04
Exudacion (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura (°C)	32.4	32.3	37.7	34.6	32.2	33.3	33.1	33.0	35.0

Fuente: Elaboración propia (2019)

Para el diseño D-4 se obtuvo un asentamiento verdadero, y para el diseño patrón, D-1 a D-3 y D-5 a D-8 se obtuvo un asentamiento de derrumbamiento, como nos muestra el anexo B de la NTP 339.035. En cuanto a la exudación, al no encontrarse acumulación de agua en la superficie del recipiente, se concluyó que los diseños de concreto liviano mostrados no presentan exudación. La temperatura de los concretos se encuentra expresada en Grados Celsius.

### 5.2.4 Análisis de los ensayos al concreto endurecido

Se muestra los ensayos al concreto endurecido realizados a los diseños en la Fase óptima: resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión, en edades de 7, 14 y 28 días.

**Tabla N°125 Resumen de ensayos al concreto endurecido**

CUADRO DE RESUMEN DE ENSAYOS AL CONCRETO ENDURECIDO									
DESCRIPCIÓN	PATRON	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8
NEOPLAST 8500Hp	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.004	0.008	0.005	0.009
EUCOCELL 1000	0.0001	0.0002	0.00005	0.0003	0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
<b>Resistencia a la Compresión (kg/cm2)</b>									
F'c 7 días	132.00	125.00	155.00	101.00	174.00	137.00	61.00	94.00	101.00
F'c 14 días	136.00	126.00	156.00	103.00	184.00	141.00	64.00	110.00	109.00
F'c 28 días	137.00	128.00	170.00	117.00	195.00	155.00	72.00	112.00	110.00
<b>Resistencia a la tracción (kg/cm2)</b>									
F'c 7 días	8.13	8.75	9.38	8.24	11.78	8.85	4.68	7.29	6.25
F'c 14 días	9.76	10.35	10.43	9.09	11.85	8.99	5.40	9.65	6.58
F'c 28 días	10.45	11.41	12.69	10.62	15.09	10.64	5.58	10.19	6.62
<b>Resistencia a la Flexión (kg/cm2)</b>									
F'c 28 días	26.78	27.12	39.20	20.45	35.15	21.85	13.25	18.90	19.58
<b>Modulo de elasticidad (kg/cm2)</b>									
F'c 28 días	182,686	157,969	199,892	134,442	206,910	160,067	120,703	158,630	162,955

Fuente: Elaboración propia (2019)

La resistencia a compresión de los diseños del Patrón a D-9, a excepción del diseño D- 4, que se mantuvieron en el rango 5 MP a 17MPA a los 28 días; requisito fundamentalmente para ser considerados Concreto liviano no estructural.

La resistencia a tracción los diseños D-1 a D-3 tuvieron una variación de 1 a 2 números de diferencia en las edades de 7,14 y 28 días, en el caso del diseño Patrón y D-8 si existió una variación en la resistencia a tracción a los 7 días, luego se mantuvo constante hasta los 28 días. Para D-4 a D-6 existió una variación en la resistencia a tracción a partir de los 28 días.

El módulo de elasticidad para los diseños Patrón a D-8, se tomó los datos a los 28 días, edad en el cual los especímenes ya obtuvieron el 100% de resistencia a la compresión. Los resultados de la resistencia a la flexión se determinaron a los 28 días.

### 5.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 5.3.1 Hipótesis General

La utilización de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en proporciones apropiadas, influyen positivamente en la consistencia y desarrollo de resistencia del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño

máximo nominal  $\varnothing=1/4"$  y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

**Tabla N°126 Verificación de hipótesis**

CUADRO DE CUMPLIMIENTO DE HIPOTESIS								
DESCRIPCIÓN			DENSIDAD			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
N°	NEOPLAST 8500Hp (relación aditivo/cemento)	EUCOCELL 1000 (relación aditivo/cemento)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	RANGO	CONDICIÓN	RESISTENCIA 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	RANGO	CONDICIÓN
Patrón	0.006	0.0001	1427.19	1000-1800	Cumple	137.00	50.99-173.35	Cumple
D-1	0.006	0.0002	1447.82		Cumple	128.00		Cumple
D-2	0.006	0.00005	1543.45		Cumple	170.00		Cumple
D-3	0.006	0.0003	1312.35		Cumple	117.00		Cumple
D-4	0.006	0	1632.71		Mejor	195.00		Mejor
D-5	0.004	0.0001	1457.38		Cumple	155.00		Cumple
D-6	0.008	0.0001	1411.63		Cumple	72.00		Cumple
D-7	0.005	0.0001	1485.32		Cumple	112.00		Cumple
D-8	0.009	0.0001	1408.09		Cumple	110.00		Cumple

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la Tabla N°126 se verificó que los Concretos Livianos a base de poliestireno: Concreto liviano no estructural realizadas en la presente tesis cumplen con el rango de aceptación propuesta por el "Portland Cement Association" descritos en la Tabla N°38 "Categorización de los concretos livianos". Por consiguiente, se confirma la hipótesis planteada.

### 5.3.2 Hipótesis estadística (Ho: Hipótesis nula vs Ha: Hipótesis alterna)

Nivel de significación: 5%

Estadística de prueba: Análisis de correlación (análisis multivariable)

Decisión: Si  $p =$  significación bilateral es menor de 0.05, se rechaza la hipótesis nula, caso contrario se acepta.

**Conclusión:** Si se acepta la hipótesis nula, las muestras del ensayo son homogéneas, lo cual indica sostenibilidad y confiabilidad de los resultados del proceso.

Los resultados de la verificación estadística de análisis de correlación se observan en el Anexo 04.

## 5.4 ANÁLISIS DE COSTOS

En la Tabla N° 127 se presenta un resumen de los costos por cada producto, y se comparan con diseños elaborados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad Científica del Perú.

**Tabla N°127 Resumen de precios**

CUADRO RESUMEN DE PRECIOS			
DESCRIPCIÓN	CONCRETO LIVIANO OPTIMO (S/.)	CONCRETO CEMENTO - ARENA NORMAL (S/.)	DIFERENCIA
Concreto liviano no estructural	363.56	330.89	32.68

Fuente: Elaboración propia (2019)

El concreto liviano no estructural, con perlas de poliestireno, tiene un costo por m<sup>3</sup> de S/ 363.56 descrito en la tabla N°128 (Costo m<sup>3</sup> de concreto liviano no estructural). En la ciudad de Iquitos existe una empresa (ECOPOR) que fabrica las perlas de poliestireno expandido. El producto fue comparado con un concreto (cemento-arena)  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  de un costo de S/ 330.89 descrito en la tabla N°129 (Costo m<sup>3</sup> de concreto cemento -arena  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ), encontrándose una diferencia de producción de S/ 32.68 en contra.

## CAPITULO VI: DISCUSIÓN

Del análisis de los resultados de la presente investigación y su comparación con los resultados alcanzados en otras investigaciones, en las cuales también se usó aditivos y perlas de poliestireno como materiales constituyentes de las mezclas de concreto, se colige:

1. La densidad encontrada en esta investigación fue 1427.19Kg/m<sup>3</sup>, utilizando el 60% de agregado fino de módulo de fineza 1.31 y 40% de perlas de poliestireno expandido de módulo de fineza 5.85, y con adición de aditivo/cemento 0.006 superplastificante y 0.0001 incorporador de aire, habiéndose utilizado una relación A/C de 0.40; mientras que Barba y García (2018) para la misma relación A/C y semejante dosificación de aditivos obtuvieron una densidad de 1273.32Kg/m<sup>3</sup>, utilizando el 60% de agregado fino de módulo de fineza 1.04 y 40% de perlas de poliestireno expandido de módulo de fineza 6, correspondiendo la densidad en ambas investigaciones al rango de 1000 - 1800 Kg/m<sup>3</sup> establecida para los concretos livianos por la Portland Cement Association. En cuanto a la resistencia a la compresión de este diseño Patrón a los 7 y 28 días alcanzó 132 y 137 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; sin embargo, Barba y García (2018) lograron resistencias a la compresión con adición de aditivo/cemento 0.006 superplastificante y 0.0002 incorporador de aire a los 7 y 28 días de 89 y 139 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, perteneciendo en ambas investigaciones al rango de 5 - 17 Mpa (51 Kg/cm<sup>2</sup> – 173.4 Kg/cm<sup>2</sup>), como estipula el cuadro de “Categorización de los concretos livianos” del Portland Cement Association. Por su parte Rodríguez Chico (2017), utilizando el 7.61% de perla de poliestireno expandido modificado con densidad de 154.17 Kg/m<sup>3</sup> y el 92.39% de arena con módulo de fineza 2.47, con relación A/C de 0.47, encontró un concreto con densidad aparente de 1600 Kg/m<sup>3</sup> que alcanzó una resistencia a la compresión de 30.37 Kg/cm<sup>2</sup> y 62.75 Kg/cm<sup>2</sup> a los 7 y 28 días respectivamente, y un módulo de elasticidad de 69601.40Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Pero, en Venezuela, Contreras (2016) efectuando una variación en la adición de poliestireno del 15% y del 75% y utilizando agregado fino de módulo de fineza de 2.1 y 3.1, logró un concreto de 1000kg/m<sup>3</sup> de densidad promedio y unas resistencias promedio de 19,5 Kg/cm<sup>2</sup> y 19,22 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.



2. Al no usar el incorporador de aire, manteniéndose sin variación la dosificación A/C y el porcentaje de agregado fino y de las perlas de poliestireno expandido, los resultados a los 7 y 28 días, comparados con los del concreto patrón varió de 132 y 137 kg/cm<sup>2</sup> a 174 y 195kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; y, la densidad se incrementó de 1427.19 Kg/m<sup>3</sup> a 1632.71 Kg/m<sup>3</sup>.
3. La dosificación óptima de la adición de aditivos encontrada en esta investigación es de 0.006 Neoplast 8500 Hp y 0.00005 Eucozell 1000, utilizando el 60% de agregado fino de módulo de fineza 1.31 y 40% de perlas de poliestireno expandido de módulo de fineza 5.85, con una relación A/C de 0.40; se obtuvieron una densidad de 1543.45kg/m<sup>3</sup>, y la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días alcanzó 155 y 170kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; mientras que Barba y García (2018) para la misma relación A/C, dosificación de aditivos de 0.006 Neoplast 8500 HP y 0.0002 Eucozell 100, obtuvieron una densidad de 1273.32Kg/m<sup>3</sup>, utilizando el 60% de agregado fino de módulo de fineza 1.04 y 40% de perlas de poliestireno expandido de módulo de fineza 6, se obtuvieron la resistencia a los 7 y 28 días de 89 y 139 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, perteneciendo en ambas investigaciones al rango de 5 - 17 Mpa (51 Kg/cm<sup>2</sup> – 173.4 Kg/cm<sup>2</sup>), como estipula el cuadro de “Categorización de los concretos livianos” del Portland Cement Association.
4. La fiabilidad de los resultados que se obtuvieron en las pruebas en estado endurecido (resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral, módulo de elasticidad y resistencia a flexión), ha quedado comprobada en la investigación; puesto que, las muestras se sometieron a un Análisis Multivariable – Análisis de Correlación, verificándose su homogeneidad (las muestras tienen varianzas iguales) con un nivel de confianza del 95%.

## CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

1. Del análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación, tal como se muestra en la prueba estadística correspondiente, la hipótesis resultó confirmada, es decir: “La utilización de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en proporciones apropiadas, influyen positivamente en la consistencia y desarrollo de resistencia del concreto cemento – arena liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4$ ” y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto”.
2. La dosificación óptima para lograr las características deseadas del concreto liviano no estructural, fue 0.006 Neoplast y 0.00005 Eucocell para la densidad de 1543.45 (kg/m<sup>3</sup>), con una resistencia a la compresión promedio a la edad de 28 días de 170 kg/cm<sup>2</sup>.
3. La resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad aumentan considerablemente al incorporar solamente el aditivo superplastificante Neoplast a la mezcla de concreto liviano elaborado con perlas de poliestireno expandido. Al adicionar el 0.006 de este aditivo según peso del cemento en la mezcla, el concreto aumenta su resistencia de 137 Kg/m<sup>2</sup> a 195 Kg/m<sup>2</sup> de la muestra patrón; y, su módulo de elasticidad aumenta de 182,686 Kg/m<sup>2</sup> a 206,910 Kg/m<sup>2</sup>, con relación a la muestra patrón.
4. La incorporación de aditivos superplastificante e incorporador de aire a la mezcla de concreto liviano elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal  $\varnothing=1/4$ ”, generan disminución considerable tanto de la resistencia a la compresión, como también del módulo de elasticidad referidos a la mezcla patrón. Así, al incorporar el 0.008 de aditivo Neoplast y el 0.0001 de Eucocell ambos referidos según peso del cemento, el concreto disminuyó su resistencia de 137 Kg/m<sup>2</sup> a 72 Kg/m<sup>2</sup>; y, el módulo de elasticidad de 182,686 Kg/m<sup>2</sup> a 120,703 Kg/m<sup>2</sup>. Sin embargo, se observa que, el módulo de elasticidad de los concretos livianos está por debajo de la mitad de los concretos tradicionales.

5. La dosis óptima de aditivo encontrada es de 387.60 g Neoplast y 3.23 g Eucozell por m<sup>3</sup> de concreto; para lo cual se obtuvo una resistencia a la compresión de 170.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado. Cuando se incorpora a la mezcla el aditivo Neoplast en un valor constante de 0.006 y variando el aditivo Eucozell en la proporción de 0.0001 a 0.0003, el concreto disminuye la resistencia a la compresión de 137kg/cm<sup>2</sup> a 117 kg/cm<sup>2</sup>. Pero, cuando se incorpora aditivo Neoplast en un valor de 0.004 a 0.005 y se mantiene constante el aditivo Eucozell en 0.0001 el concreto disminuye la resistencia a la compresión de 155 kg/cm<sup>2</sup> a 112 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, cuando se incorpora a la mezcla el aditivo Neoplast en un valor de 0.008 y se mantiene constante el aditivo Eucozell en 0.0001 el concreto disminuye la resistencia a la compresión hasta 72 kg/cm<sup>2</sup>. Y cuando se incorpora aditivo Neoplast en un valor de 0.009 y se mantiene constante el aditivo Eucozell en 0.0001 el concreto aumenta la resistencia a la compresión a 110 kg/cm<sup>2</sup>, y el tiempo de fraguado se hace lento debiéndose dejar reposar 24 horas, para proceder al curado. En consecuencia, la resistencia a la compresión aumenta fuertemente a medida que disminuye la dosis de aditivo incorporador de aire obteniéndose la resistencia más alta con la dosis máxima utilizada de aditivo.
6. Utilizando los aditivos Neoplast 8500 HP y Eucozell 1000, se reduce la cantidad de agua prevista en el diseño, manteniendo la trabajabilidad de la mezcla; y, se logra retardar el tiempo de fraguado en todos los diseños.
7. El concreto liviano con perlas de poliestireno posee muy baja retracción y no produce grietas durante el fraguado, por consiguiente, pudiese aplicarse en grandes superficies sin necesidad de juntas de dilatación.
8. La producción de 1 m<sup>3</sup> de concreto liviano no estructural con resistencia a la compresión de 170Kg/cm<sup>2</sup> resulta 4.30 % más caro que un concreto cemento-arena convencional con una resistencia a la compresión de 175Kg/cm<sup>2</sup>, lo cual demuestra que en términos monetarios no acarrea grandes beneficios.

## 7.2 RECOMENDACIONES

1. Para iniciar el proceso de mezclado de la masa de concreto se deben colocar en la mezcladora los materiales en el orden siguiente: agregado fino, cemento, agua y aditivos; mezclar hasta observar una mezcla homogénea; seguidamente adicionar el poliestireno expandido y continuar hasta que la mezcla sea homogénea.
2. Al concreto liviano fabricado a base de perlas de poliestireno expandido, no deberá vibrarse, para evitar la segregación de los elementos constitutivos de la mezcla, debido a la baja densidad de los agregados.
3. El concreto liviano no estructural a base de perlas de poliestireno expandido se recomienda para la elaboración de unidades de albañilería y tabiquería (no estructural). Asimismo, se puede usar para la construcción de coberturas livianas, aislamientos, rellenos masivos, falsas zapatas, cimientos, sobrecimientos y elementos de amortiguación de impactos.
4. Continuar con la línea de investigación, buscándose alcanzar resistencias en este tipo de concretos no mayores a  $80\text{kg/cm}^2$ , pero disminuyendo sustancialmente la proporción de cemento.
5. Se recomienda realizar pruebas de aislamiento térmico y acústico en los diseños de elementos de concreto liviano con perla de poliestireno para determinar su eficiencia como materiales aislantes y acústicos.

## CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

1. ACI 213 - 87. (1987). *“Guide to structural Lightweight Agregate Concrete”*. ACI manual of concrete Pactice, Parte 1, American Concrete Institute: Farmington Hills, MI.
2. Alvarez, & Irigoín. (2014). *evaluación de los impactos ambientales durante la explotación de las canteras para la obtención de material pétreo*
3. Ari Queque, I. (2002). *“Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland tipo I”*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
4. Barba, C., & García, V. (2018). *“Estudio exploratorio en diseño de mezclas del concreto cemento -arena liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018”*. Iquitos: Universidad Científica del Perú.
5. Bazan, E., & Meli, R. (2001). *Diseño Sísmico de edificios*. Noriega: Editores Limusa.
6. Benites Espinoza, C. M. (2011). *Concreto (hormigón) con cemento Pórtland Puzolánico tipo IP Atlas de resistencias tempranas con la tecnología SIKA Viscocrete 20HE*. Lima- Perú: Tesis.
7. Campos. (2014). *concretos ligeros estructurales*.
8. Cemex. (2012). *concreto ligero es un concreto con peso volumétrico en estado fresco* .
9. Chavez, & Pinchi. (2015). *"Produccion Industrial de agregados y concreto en la ciudad de tarapoto"*, Tesis de Maestria dirigida por Ms. Ing. Ana Torre Carillo, Maestria en Tecnologia de la Construcción. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
10. Contreras Sutherland, M. (2016). *“Diseño de mezcla de concreto a base de perlas de poliestireno expandido como agregado para la elaboración de bloques destinados a mampostería de concreto aligerado”*. Venezuela: Universidad Nueva Esparta.
11. DÍAZ LÓPEZ, S. (2017). Determinación de la resistencia a compresión del hormigón adicionado árido de arcilla expandida (arrita) en sustitución parcial del agregado grueso. Ambato-Ecuador: Universidad técnica de Ambato.
12. Gonzáles. (2002). *calidad del concreto depende de la calidad de la pasta y del agregado y de la unión entre los dos*. Universidad de Coruña.
13. Hernandez, N. (2010). Tecnología del Concreto clasifica al concreto, tomando en cuenta su masa unitaria.
14. Kosmotks, & Kerkhoff. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. PCA.

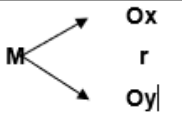
15. Manrique. (2016). *Diseño de una mezcla de concreto experimental sustituyendo el agregado grueso por perlas de poliestireno de 3/4" y un asentamiento de 3", para lograr una resistencia a la compresión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Tesis para optar el título de Ingeniero civil.* Venezuela: Universidad Bolivariana de Venezuela.
16. Nilson. (1999). *concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos, y/o utilizando agregados especiales.*
17. Paulino Fierro, J. C., & Espino Almeyda, R. A. (2017). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO LIVIANO CON PERLITAS DE POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO APLICADO A UNIDADES DE ALBAÑILERÍA EN EL PERÚ.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
18. QUESADA VÍQUEZ, N. M. (2014). *Estudio exploratorio en diseños de mezclas de concreto liviano para Holcim (Costa Rica) S.A. . COSTA RICA: --.*
19. Quimbay, R. (2012). *Estimación del módulo de elasticidad del concreto y del mortero mediante TCTM.* Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
20. Rios. (2011). *El concreto.*
21. Rivva Lopez, E. (2013). *Diseño de Mezclas.* Lima: Imprenta Williams E.I.R.L.
22. Rodriguez Chico, H. E. (2017). *“Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca”.*
23. Sánchez Zárate, K. E. (2017). *la influencia del uso de aditivo superplastificante en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para  $f'c= 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$ .*
24. Valdez Guzman, L., & Suarez Alcivar, G. (2010). *Hormigones Livianos.* Ecuador: Escuela Superior Politecnica del Litoral.
25. Villablanca. (2006). *la influencia del aditivo incorporador de aire en la resistencia mecánica del hormigón.*
26. YAGUAL VERA, D. G., & VILLACÍS APOLINARIO, D. W. (2015). *HORMIGÓN LIVIANO DE ALTO DESEMPEÑO CON ARCILLA EXPANDIDA.* La libertad-Ecuador:
27. Young, & Darwin. (s.f.). *Concreto de Mindes.*
28. Yzquierdo. (2015). *“Influencia del aditivo Chema Estruct en la resistencia a la compresión del concreto con agregados grueso y fino con cemento Pacasmayo y cemento Inka.*

# **ANEXOS**

## ANEXO N°01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Influencia del aditivo incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento -arena liviano, elaborado con perlas de poliestireno expandido y agregado fino. Iquitos, 2018”					
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<b>Problema General:</b>	Objetivo General	<b>H<sub>0</sub>: Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente X:</b>	<b>Variable Independiente X:</b>	<b>Tipo de Investigación</b>
¿Cómo Influyen los aditivos incorporador de aire y superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal Ø=1/4” y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto?	Determinar las influencias de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento – arena) liviano, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal Ø=1/4” y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto	La utilización de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en proporciones apropiadas, influyen positivamente en la consistencia y desarrollo de resistencia del concreto (cemento – arena) liviano elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal Ø=1/4” y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto	Dosificación y propiedades de los materiales constituyentes de la mezcla de diseño óptimo de concreto ligero sustituyendo totalmente el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido y adición de aditivos incorporador de aire y plastificante y uso de las arenas de la cantera Irina Gabriela del ámbito del distrito de San Juan Bautista-Loreto.	1. Módulos de fineza de agregado fino y perlas de poliestireno.  2. Proporciones adecuadas de perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo Ø=1/4”, agregado fino de la cantera Irina Gabriela (arena), cemento, agua, aditivos incorporador de aire y superplastificante, correspondientes a un diseño óptimo para concreto (cemento-arena) liviano no estructural y propiedades mecánicas dentro del rango para	Tipo Experimental: se manipulará la variable independiente (adición del incorporador de aire y superplastificante) , para determinar efectos en la variable dependiente; no obstante, también describirse los elementos de la variable independiente.  <b>Diseño de la Investigación</b>
<b>Problemas específicos</b>	Objetivos Específicos	<b>Hipótesis Secundarias</b>			
1. ¿Cuáles son los valores de las propiedades físicas y mecánicas obtenidos en laboratorio del diseño óptimo de mezcla del concreto (cemento-arena) convencional elaborado con el agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.	1. Determinar los valores de las propiedades físicas y mecánicas obtenidos en laboratorio de los diseños de mezcla del concreto (cemento- arena) convencional elaborado con el agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.	La utilización de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en proporciones apropiadas, influyen positivamente en la consistencia del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno			



<p>Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto?</p> <p>2. ¿Cuál es el diseño óptimo de mezcla del concreto (cemento- arena) liviano no estructural, empleando perlas de poliestireno de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4</math> incorporando aditivos inclusor de aire y superplastificante y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, que permita obtener resistencia a la compresión y densidad menores al concreto tradicional, para la elaboración de "concreto liviano no estructural"?</p> <p>3. ¿Cuáles son los valores de las propiedades físicas y mecánicas obtenidos en laboratorio de los diseños de mezcla del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4</math>", incorporando aditivos inclusor de aire y superplastificante y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto".</p>	<p>2. Determinar las proporciones óptimas de los aditivos inclusor de aire y superplastificante correspondientes al diseño óptimo de mezcla de concreto (cemento – arena) liviano empleando perlas de poliestireno de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4</math>" y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, que permita obtener resistencia a la compresión y densidad menores al concreto tradicional, para la elaboración de "concreto liviano no estructural".</p> <p>3. Determinar los valores de las propiedades físicas y mecánicas obtenidos en laboratorio de los diseños de mezcla del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4</math>", incorporando aditivos inclusor de aire y superplastificante y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto".</p>	<p>expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4</math>" y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.</p> <p>La utilización de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en proporciones apropiadas, influyen positivamente en el desarrollo de la resistencia del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4</math>" y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.</p>	<p><b>Variable dependiente Y:</b></p> <p>Propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento - arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4</math>" en sustitución total del agregado grueso y adición de aditivos incorporador de aire y plastificante y uso de las arenas de la cantera Irina Gabriela del ámbito del distrito de San Juan Bautista Loreto.</p>	<p>concretos no estructurales livianos</p> <p><b>Variable Dependiente Y:</b></p> <p>1.Asentamiento para relación a/c de diseño óptimo de C° liviano no estructural antes y después de incorporar aditivos.</p> <p>2.Temperaturas alcanzadas para la mezcla en proceso de hidratación del C° (cemento – arena) liviano no estructural antes y después de incorporar aditivos.</p> <p>3.Densidad del C° (cemento – arena) liviano no estructural antes y después de incorporar aditivos.</p> <p>4.Tiempo de fragua inicial y final del C° (cemento – arena) liviano antes y después de incorporar aditivos.</p> <p>5.Resistencia a la</p>	<p>La investigación pertenece al diseño descriptivo</p>  <pre> graph LR   M --&gt; Ox   M --&gt; Oy   </pre>
---	---	--	---	---	---

<p>aire y superplastificante y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto?</p> <p>4. ¿Cómo se ve afectada, al adicionarse solamente el aditivo incorporador de aire, la resistencia a la compresión del concreto (cemento-arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4"</math> y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto?</p> <p>5. ¿Cómo se ve afectada, al adicionarse solamente el aditivo superplastificante, la resistencia a la compresión del concreto (cemento-arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4"</math> y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan</p>	<p>4. Establecer un análisis comparativo de los valores obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas para observar en qué medida se ve afectada, al adicionarse solamente aditivo incorporador de aire, la resistencia a la compresión del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4"</math> y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.</p> <p>5.. Establecer un análisis comparativo de los valores obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas para observar en qué medida se ve afectada, al adicionarse solamente aditivo superplastificante, la resistencia a la compresión del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4"</math> y agregado fino de la</p>			<p>compresión del C° (cemento – arena) liviano antes y después de incorporar aditivos.</p> <p>6.Resistencia a la flexión (Módulo de rotura) del C° (cemento – arena) liviano antes y después de incorporar aditivos.</p> <p>6.Módulo de elasticidad del C° (cemento – arena) liviano antes y después de incorporar aditivos.</p>	
---	--	--	--	--	--

<p>Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto?</p> <p>6. ¿Cuáles son las influencias de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4"</math> y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto?</p>	<p>cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.</p> <p>6. Determinar las influencias de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento – arena) liviano no estructural, elaborado con perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal <math>\varnothing=1/4"</math> y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.</p>				
---	---	--	--	--	--

## ANEXO N°02: ENSAYOS

### ➤ Resistencia a la Compresión

ENSAYO DE COMPRESIÓN										
SEGÚN NORMA ASTM - 39										
1	Patron				NEPLAST 8500 HP		EUCOCELL 1000			
					Superplastificante		Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0001		7 días de curado
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm2)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	12/03/2019	19/03/2019	7	10.11	109.13	11124.36	80.28	138.63	132.43
2	Testigo	12/03/2019	19/03/2019	7	10.16	105.50	10754.33	81.07	132.69	
3	Testigo	12/03/2019	19/03/2019	7	10.16	99.16	10108.05	81.07	125.96	
2					NEPLAST 8500 HP		EUCOCELL 1000			
					Superplastificante		Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0002		7 días de curado
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm2)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	11/03/2019	18/03/2019	7	10.15	114.02	11622.83	80.91	143.70	124.82
2	Testigo	11/03/2019	18/03/2019	7	10.15	82.50	8409.79	80.91	103.97	
3	Testigo	11/03/2019	18/03/2019	7	10.14	100.44	10238.53	80.75	126.80	
3					NEPLAST 8500 HP		EUCOCELL 1000			
					Superplastificante		Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.00005		7 días de curado
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm2)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	13/03/2019	20/03/2019	7	10.14	125.85	12828.75	80.75	158.91	155.32
2	Testigo	13/03/2019	20/03/2019	7	10.14	118.80	12110.09	80.75	150.01	
3	Testigo	13/03/2019	20/03/2019	7	10.15	124.60	12701.33	80.91	157.03	
4					NEOPLAST 8500 HP		EUCOCELL 1000			
					Superplastificante		Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0003		7 días de curado
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm2)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	14/03/2019	21/03/2019	7	10.12	75.09	7654.43	80.44	94.82	101.00
2	Testigo	14/03/2019	21/03/2019	7	10.16	82.75	8435.27	81.07	104.69	
3	Testigo	14/03/2019	21/03/2019	7	10.25	82.28	8387.36	82.52	103.48	

GRÁFICO N° 46 Ensayo a los 7 días.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM - 39

5						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006	0	7 días de curado					
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	15/03/2019	22/03/2019	7	10.15	133.88	13647.30	80.91	168.72	174.22
2	Testigo	15/03/2019	22/03/2019	7	10.14	134.90	13751.27	80.75	170.35	
3	Testigo	15/03/2019	22/03/2019	7	10.14	145.40	14821.61	80.75	183.60	
6						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.004	0.0001	7 días de curado					
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	18/03/2019	25/03/2019	7	10.05	107.22	10929.66	79.33	137.82	136.98
2	Testigo	18/03/2019	25/03/2019	7	10.06	98.28	10018.35	79.49	126.34	
3	Testigo	18/03/2019	25/03/2019	7	10.14	114.18	11639.14	80.75	146.77	
7						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.008	0.0001	7 días de curado					
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	19/03/2019	26/03/2019	7	10.17	49.95	5091.74	81.23	62.70	61.48
2	Testigo	19/03/2019	26/03/2019	7	10.16	64.02	6525.99	81.07	64.02	
3	Testigo	19/03/2019	26/03/2019	7	10.15	57.72	5883.79	80.91	57.72	
8						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.005	0.0001	7 días de curado					
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	20/03/2019	27/03/2019	7	10.15	60.02	6118.25	80.91	75.64	94.11
2	Testigo	20/03/2019	27/03/2019	7	10.15	84.14	8576.96	80.91	106.03	
3	Testigo	20/03/2019	27/03/2019	7	10.15	79.88	8142.71	80.91	100.67	
9						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.009	0.0001	7 días de curado					
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	21/03/2019	28/03/2019	7	10.16	80.34	8189.60	81.07	101.05	101.02
2	Testigo	21/03/2019	28/03/2019	7	10.16	81.63	8321.10	81.07	102.67	
3	Testigo	21/03/2019	28/03/2019	7	10.14	78.67	8019.37	80.75	99.34	

GRÁFICO N° 47 Ensayo a los 7 días

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM - 39

1	Patron				NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador				
	Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006	0.0001				14 días de curado	
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo	12/03/2019	26/03/2019	14	10.16	112.26	11443.43	81.073	141.19	136.39
2	Testigo	12/03/2019	26/03/2019	14	10.15	108.21	11030.58	80.914	136.38	
3	Testigo	12/03/2019	26/03/2019	14	10.18	105.04	10707.44	81.39	131.60	
2					NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador				
	Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006	0.0002				14 días de curado	
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo	11/03/2019	25/03/2019	14	10.18	98.80	10071.36	81.39	120.02	125.73
2	Testigo	11/03/2019	25/03/2019	14	10.17	109.39	11150.87	81.23	137.32	
3	Testigo	11/03/2019	25/03/2019	14	10.16	95.28	9712.54	81.07	119.84	
3					NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador				
	Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006	0.00005				14 días de curado	
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo	13/03/2019	27/03/2019	14	10.18	129.31	13181.45	81.39	162.00	156.31
2	Testigo	13/03/2019	27/03/2019	14	10.15	121.80	12415.90	80.91	153.50	
3	Testigo	13/03/2019	27/03/2019	14	10.15	121.74	12409.79	80.91	153.43	
4					NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador				
	Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006	0.0003				14 días de curado	
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo	14/03/2019	28/03/2019	14	10.15	84.13	8575.94	80.91	106.03	103.46
2	Testigo	14/03/2019	28/03/2019	14	10.15	79.50	8103.98	80.91	100.19	
3	Testigo	14/03/2019	28/03/2019	14	10.13	82.33	8392.46	80.60	104.17	

GRÁFICO N° 48 Ensayo a los 14 días

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM - 39

5						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006	0	14 días de curado					
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	15/03/2019	29/03/2019	14	10.15	150.51	15342.51	80.91	189.68	183.72
2	Testigo	15/03/2019	29/03/2019	14	10.13	145.34	14815.49	80.60	183.89	
3	Testigo	15/03/2019	29/03/2019	14	10.15	140.91	14363.91	80.91	177.58	
6						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.004	0.0001	14 días de curado					
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	18/03/2019	01/04/2019	14	10.14	108.14	11023.45	80.75	136.29	140.94
2	Testigo	18/03/2019	01/04/2019	14	10.15	113.74	11594.29	80.91	142.25	
3	Testigo	18/03/2019	01/04/2019	14	10.16	114.49	11670.74	81.07	144.29	
7						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.008	0.0001	14 días de curado					
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	19/03/2019	02/04/2019	14	10.15	60.14	6130.48	80.91	75.79	63.58
2	Testigo	19/03/2019	02/04/2019	14	10.15	49.34	5029.56	80.91	62.06	
3	Testigo	19/03/2019	02/04/2019	14	10.15	41.96	4277.27	80.91	52.88	
8						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.005	0.0001	14 días de curado					
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	20/03/2019	03/04/2019	14	10.15	81.07	8264.02	80.91	101.77	109.51
2	Testigo	20/03/2019	03/04/2019	14	10.17	92.80	9459.73	81.23	116.49	
3	Testigo	20/03/2019	03/04/2019	14	10.17	88.01	8971.46	81.23	110.26	
9						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.009	0.0001	14 días de curado					
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	21/03/2019	04/04/2019	14	10.17	78.02	7953.11	81.23	97.94	108.87
2	Testigo	21/03/2019	04/04/2019	14	10.17	89.80	9153.92	81.23	112.72	
3	Testigo	21/03/2019	04/04/2019	14	10.18	92.56	9435.27	81.39	115.96	

GRÁFICO N° 49 Ensayo a los 14 días.

# ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM - 39

1	Patron					NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006	0.0001	28 días de curado					
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm2)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	12/03/2019	09/04/2019	28	10.12	97.44	9932.72	80.44	123.53	137.48
2	Testigo	12/03/2019	09/04/2019	28	10.09	120.27	12259.94	79.96	153.38	
3	Testigo	12/03/2019	09/04/2019	28	10.12	106.90	10897.04	80.44	135.52	
2						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006	0.0002	28 días de curado					
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm2)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	11/03/2019	08/04/2019	28	10.13	103.84	10585.12	80.60	131.38	127.79
2	Testigo	11/03/2019	08/04/2019	28	10.17	101.03	10298.67	81.23	126.82	
3	Testigo	11/03/2019	08/04/2019	28	10.16	99.52	10144.75	81.07	125.17	
3						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006	0.00005	28 días de curado					
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm2)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	13/03/2019	10/04/2019	28	10.18	144.98	14778.80	81.39	181.64	169.74
2	Testigo	13/03/2019	10/04/2019	28	10.23	134.75	13735.98	82.19	167.17	
3	Testigo	13/03/2019	10/04/2019	28	10.15	127.29	12975.54	80.91	160.41	
4						NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006	0.0003	28 días de curado					
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Área (cm2)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	14/03/2019	11/04/2019	28	10.17	96.87	9874.62	81.23	121.60	116.52
2	Testigo	14/03/2019	11/04/2019	28	10.15	88.31	9002.04	80.91	111.30	
3	Testigo	14/03/2019	11/04/2019	28	10.17	92.93	9472.99	81.23	116.66	

GRÁFICO N° 50 Ensayo a los 28 días.



## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM - 39

5						NEPLAST 8500 HP	EUCOCELL 1000			
						Superplastificante	Incorporador			
	Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento			0.006	0			28 días de curado
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm2)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm2)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	15/03/2019	12/04/2019	28	10.17	160.90	16401.63	81.23	201.97	195.29
2	Testigo	15/03/2019	12/04/2019	28	10.15	144.49	14728.85	80.91	182.09	
3	Testigo	15/03/2019	12/04/2019	28	10.16	160.45	16355.76	81.07	201.80	
6						NEPLAST 8500 HP	EUCOCELL 1000			
						Superplastificante	Incorporador			
	Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento			0.004	0.0001			28 días de curado
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm2)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm2)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	18/03/2019	15/04/2019	28	10.13	119.86	12218.14	80.60	151.65	154.95
2	Testigo	18/03/2019	15/04/2019	28	10.17	124.15	12655.45	81.23	155.85	
3	Testigo	18/03/2019	15/04/2019	28	10.21	126.34	12878.70	81.87	157.36	
7						NEPLAST 8500 HP	EUCOCELL 1000			
						Superplastificante	Incorporador			
	Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento			0.008	0.0001			28 días de curado
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm2)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm2)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	19/03/2019	16/04/2019	28	10.19	59.7	6085.63	81.55	75.60	72.13
2	Testigo	19/03/2019	16/04/2019	28	10.15	59.33	6047.91	80.91	74.76	
3	Testigo	19/03/2019	16/04/2019	28	10.15	52.40	5341.49	80.91	66.03	
8						NEPLAST 8500 HP	EUCOCELL 1000			
						Superplastificante	Incorporador			
	Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento			0.005	0.0001			28 días de curado
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm2)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm2)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	20/03/2019	17/04/2019	28	10.14	72.13	7352.70	80.75	91.08	112.42
2	Testigo	20/03/2019	17/04/2019	28	10.15	91.86	9363.91	80.91	115.76	
3	Testigo	20/03/2019	17/04/2019	28	10.10	102.48	10446.48	80.12	130.43	
9						NEPLAST 8500 HP	EUCOCELL 1000			
						Superplastificante	Incorporador			
	Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento			0.009	0.0001			28 días de curado
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diam. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Área (cm2)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm2)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Testigo	21/03/2019	18/04/2019	28	10.15	91.96	9374.11	80.91	115.90	109.77
2	Testigo	21/03/2019	18/04/2019	28	10.16	83.07	8467.89	81.07	104.49	
3	Testigo	21/03/2019	18/04/2019	28	10.16	86.59	8826.71	81.07	108.91	

GRÁFICO N° 51 Ensayo a los 28 días

➤ Resistencia a la Tracción

ENSAYO DE TRACCIÓN										
SEGÚN NORMA NTP - 339.084										
1						NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador		
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0001		7 días de curado
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Ancho Prom (cm)	Alto Prom. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	12/03/2019	19/03/2019	7	10.15	20.40	24.12	2458.72	7.56	8.13
2	Testigo	12/03/2019	19/03/2019	7	10.18	20.25	28.00	2854.23	8.81	
3	Testigo	12/03/2019	19/03/2019	7	10.16	20.22	25.37	2586.14	8.01	
2						NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador		
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0002		7 días de curado
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	11/03/2019	18/03/2019	7	10.23	20.44	31.95	3256.88	9.92	8.75
2	Testigo	11/03/2019	18/03/2019	7	10.10	20.36	26.74	2725.79	8.44	
3	Testigo	11/03/2019	18/03/2019	7	10.09	20.22	24.83	2531.09	7.90	
3						NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador		
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.00005		7 días de curado
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	13/03/2019	20/03/2019	7	10.13	20.31	26.11	2661.57	8.24	9.38
2	Testigo	13/03/2019	20/03/2019	7	10.09	20.28	26.96	2748.22	8.55	
3	Testigo	13/03/2019	20/03/2019	7	10.09	20.28	35.79	3648.32	11.35	
4						NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador		
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0003		7 días de curado
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	14/03/2019	21/03/2019	7	10.18	20.30	25.37	2586.14	7.97	8.24
2	Testigo	14/03/2019	21/03/2019	7	10.14	20.27	25.95	2645.26	8.19	
3	Testigo	14/03/2019	21/03/2019	7	10.15	20.23	27.13	2765.55	8.57	

GRÁFICO N° 52 Ensayo a los 7 días

## ENSAYO DE TRACCIÓN

SEGÚN NORMA NTP - 339.084

5							NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUROCELL 1000 Incorporador		
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006		0	7 días de curado				
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	15/03/2019	22/03/2019	7	10.20	20.32	47.37	4828.75	14.83	11.78
2	Testigo	15/03/2019	22/03/2019	7	10.16	20.25	30.61	3120.29	9.66	
3	Testigo	15/03/2019	22/03/2019	7	10.15	20.21	34.28	3494.39	10.84	
6							NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUROCELL 1000 Incorporador		
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.004		0.0001	7 días de curado				
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	18/03/2019	25/03/2019	7	10.16	20.39	31.62	3223.24	9.91	8.85
2	Testigo	18/03/2019	25/03/2019	7	10.18	20.26	23.41	2386.34	7.37	
3	Testigo	18/03/2019	25/03/2019	7	10.12	20.33	29.43	3000.00	9.28	
7							NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUROCELL 1000 Incorporador		
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.008		0.0001	7 días de curado				
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	19/03/2019	26/03/2019	7	10.20	20.23	14.82	1510.70	4.66	4.68
2	Testigo	19/03/2019	26/03/2019	7	10.18	20.15	17.48	1781.86	5.53	
3	Testigo	19/03/2019	26/03/2019	7	10.17	20.20	12.14	1237.51	3.83	
8							NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUROCELL 1000 Incorporador		
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.005		0.0001	7 días de curado				
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	20/03/2019	27/03/2019	7	10.18	20.24	21.42	2183.49	6.75	7.29
2	Testigo	20/03/2019	27/03/2019	7	10.15	20.25	27.92	2846.08	8.82	
3	Testigo	20/03/2019	27/03/2019	7	10.17	20.18	19.96	2034.66	6.31	
9							NEPLAST 8500 HP Superplastificante	EUROCELL 1000 Incorporador		
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.009		0.0001	7 días de curado				
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	21/03/2019	28/03/2019	7	10.17	20.27	22.00	2242.61	6.93	6.25
2	Testigo	21/03/2019	28/03/2019	7	10.18	20.42	19.61	1998.98	6.12	
3	Testigo	21/03/2019	28/03/2019	7	10.16	20.28	18.12	1847.09	5.71	

GRÁFICO N° 53 Ensayo a los 7 días

## ENSAYO DE TRACCIÓN

SEGÚN NORMA NTP - 339.084

1							NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0001		14 días de curado		
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio		
1	Testigo	12/03/2019	26/03/2019	14	10.11	20.37	34.54	3520.90	10.88	9.76		
2	Testigo	12/03/2019	26/03/2019	14	10.19	20.31	33.21	3385.32	10.41			
3	Testigo	12/03/2019	26/03/2019	14	10.18	20.34	25.48	2597.35	7.99			
2							NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0002		14 días de curado		
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio		
1	Testigo	11/03/2019	25/03/2019	14	10.16	20.33	35.89	3658.51	11.28	10.35		
2	Testigo	11/03/2019	25/03/2019	14	10.13	20.22	35.59	3627.93	11.28			
3	Testigo	11/03/2019	25/03/2019	14	10.12	20.26	26.86	2738.02	8.50			
3							NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.00005		14 días de curado		
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio		
1	Testigo	13/03/2019	27/03/2019	14	10.11	20.30	41.64	4244.65	13.17	10.43		
2	Testigo	13/03/2019	27/03/2019	14	10.17	20.25	29.49	3006.12	9.29			
3	Testigo	13/03/2019	27/03/2019	14	10.17	20.30	28.07	2861.37	8.82			
4							NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0003		14 días de curado		
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio		
1	Testigo	14/03/2019	28/03/2019	14	10.15	20.25	21.84	2226.30	6.90	9.09		
2	Testigo	14/03/2019	28/03/2019	14	10.11	20.27	31.23	3183.49	9.89			
3	Testigo	14/03/2019	28/03/2019	14	10.18	20.35	33.49	3413.86	10.49			

GRÁFICO N° 54 Ensayo a los 14 días

## ENSAYO DE TRACCIÓN

5					NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006		0		14 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	15/03/2019	29/03/2019	14	10.19	20.29	32.45	3307.85	10.19	11.85
2	Testigo	15/03/2019	29/03/2019	14	10.16	20.33	42.87	4370.03	13.47	
3	Testigo	15/03/2019	29/03/2019	14	10.15	20.31	37.77	3850.15	11.89	
6					NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.004		0.0001		14 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	18/03/2019	01/04/2019	14	10.17	20.33	24.64	2511.72	7.73	8.99
2	Testigo	18/03/2019	01/04/2019	14	10.16	20.27	25.47	2596.33	8.03	
3	Testigo	18/03/2019	01/04/2019	14	10.20	20.25	35.71	3640.16	11.22	
7					NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.008		0.0001		14 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	19/03/2019	02/04/2019	14	10.12	20.30	19.55	1992.86	6.18	5.40
2	Testigo	19/03/2019	02/04/2019	14	10.15	20.20	18.76	1912.33	5.94	
3	Testigo	19/03/2019	02/04/2019	14	10.09	20.13	12.82	1306.83	4.10	
8					NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.005		0.0001		14 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	20/03/2019	03/04/2019	14	10.23	20.25	30.37	3095.82	9.51	9.65
2	Testigo	20/03/2019	03/04/2019	14	10.14	20.25	21.84	2226.30	6.90	
3	Testigo	20/03/2019	03/04/2019	14	10.09	20.27	39.51	4027.52	12.54	
9					NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUCOCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.009		0.0001		14 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	21/03/2019	04/04/2019	14	10.18	20.43	20.53	2092.76	6.41	6.58
2	Testigo	21/03/2019	04/04/2019	14	10.16	20.4	24.14	2460.75	7.56	
3	Testigo	21/03/2019	04/04/2019	14	10.18	20.35	18.40	1875.64	5.76	

GRÁFICO N° 55 Ensayo a los 14 días

## ENSAYO DE TRACCIÓN

SEGÚN NORMA NTP - 339.084

1					NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006		0.0001		28 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	12/03/2019	09/04/2019	28	10.17	20.32	38.77	3952.09	12.17	10.45
2	Testigo	12/03/2019	09/04/2019	28	10.11	20.41	31.14	3174.31	9.79	
3	Testigo	12/03/2019	09/04/2019	28	10.12	20.32	29.76	3033.64	9.39	
2					NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006		0.0002		28 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	11/03/2019	08/04/2019	28	10.15	20.30	39.09	3984.71	12.31	11.41
2	Testigo	11/03/2019	08/04/2019	28	10.16	20.36	37.03	3774.72	11.62	
3	Testigo	11/03/2019	08/04/2019	28	10.22	20.33	32.98	3361.88	10.30	
3					NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006		0.00005		28 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	13/03/2019	10/04/2019	28	10.17	20.34	38.36	3910.30	12.03	12.69
2	Testigo	13/03/2019	10/04/2019	28	10.13	20.33	34.35	3501.53	10.82	
3	Testigo	13/03/2019	10/04/2019	28	10.20	20.34	48.63	4957.19	15.21	
4					NEPLAST 8500 HP Superplastificante		EUROCELL 1000 Incorporador			
Relacion agua / cemento	0.40	Relacion aditivo / cemento	0.006		0.0003		28 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo	14/03/2019	11/04/2019	28	10.12	20.28	40.54	4132.52	12.82	10.62
2	Testigo	14/03/2019	11/04/2019	28	10.15	20.44	32.00	3261.98	10.01	
3	Testigo	14/03/2019	11/04/2019	28	10.16	20.34	28.72	2927.62	9.02	

GRÁFICO N° 56 Ensayo a los 28 días

## ENSAYO DE TRACCIÓN

SEGÚN NORMA NTP - 339.084

5							NEPLAST 8500 HP		EUROCELL 1000			
							Superplastificante		Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.006		0		28 días de curado		
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio		
1	Testigo	15/03/2019	12/04/2019	28	10.08	20.31	52.25	5326.20	16.56	15.09		
2	Testigo	15/03/2019	12/04/2019	28	10.14	20.35	38.67	3941.90	12.16			
3	Testigo	15/03/2019	12/04/2019	28	10.09	20.24	52.1	5310.91	16.56			
6							NEPLAST 8500 HP		EUROCELL 1000			
							Superplastificante		Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.004		0.0001		28 días de curado		
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio		
1	Testigo	18/03/2019	15/04/2019	28	10.16	20.32	27.97	2851.17	8.79	10.64		
2	Testigo	18/03/2019	15/04/2019	28	10.03	20.36	38.66	3940.88	12.29			
3	Testigo	18/03/2019	15/04/2019	28	10.19	20.32	34.58	3524.97	10.84			
7							NEPLAST 8500 HP		EUROCELL 1000			
							Superplastificante		Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.008		0.0001		28 días de curado		
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio		
1	Testigo	19/03/2019	16/04/2019	28	10.17	20.13	19.60	1997.96	6.21	5.58		
2	Testigo	19/03/2019	16/04/2019	28	10.22	20.18	18.26	1861.37	5.75			
3	Testigo	19/03/2019	16/04/2019	28	10.13	20.20	15.11	1540.27	4.79			
8							NEPLAST 8500 HP		EUROCELL 1000			
							Superplastificante		Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.005		0.0001		28 días de curado		
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio		
1	Testigo	20/03/2019	17/04/2019	28	10.14	20.27	39.65	4041.79	12.52	10.19		
2	Testigo	20/03/2019	17/04/2019	28	10.20	20.35	24.55	2502.55	7.68			
3	Testigo	20/03/2019	17/04/2019	28	10.16	20.24	32.84	3347.60	10.36			
9							NEPLAST 8500 HP		EUROCELL 1000			
							Superplastificante		Incorporador			
Relacion agua / cemento		0.40		Relacion aditivo / cemento		0.009		0.0001		28 días de curado		
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio		
1	Testigo	21/03/2019	18/04/2019	28	10.14	20.32	21.81	2223.24	6.87	6.62		
2	Testigo	21/03/2019	18/04/2019	28	10.12	20.42	17.10	1743.12	5.37			
3	Testigo	21/03/2019	18/04/2019	28	10.16	20.47	24.42	2489.30	7.62			

GRÁFICO N° 57 Ensayo a los 28 días

➤ Resistencia a la Flexion del concreto

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DE CONCRETO												
DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ												
ASTM C-78												
1					NEPLAST 8500 HP Superplastificante			EUCCOCELL 1000 Incorporador				
f'c de diseño	50 < X > 175	Kg / cm2	Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0001		28 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Ancho Prom (cm)	Alto Prom. (cm)	Luz Prom. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio	
1	Viga de Concreto	12/03/2019	09/04/2019	28	15.44	15.38	46.50	23.79	2425.08	30.88	26.78	
2	Viga de Concreto	12/03/2019	09/04/2019	28	15.41	15.45	46.50	23.35	2380.22	30.09		
3	Viga de Concreto	12/03/2019	09/04/2019	28	15.21	15.52	46.50	18.22	1857.29	23.57		
4	Viga de Concreto	12/03/2019	09/04/2019	28	15.59	15.61	46.50	23.04	2348.62	28.75		
5	Viga de Concreto	12/03/2019	09/04/2019	28	15.45	15.55	46.50	20.90	2130.48	26.52		
6	Viga de Concreto	12/03/2019	09/04/2019	28	15.53	15.66	46.50	16.77	1709.48	20.87		
<b>ESPECIFICACIONES :</b>		- Los ensayos re realizaron según Norma ASTM C-78 y la NTP . 339.078.										
<b>OBSERVACIONES :</b>		- Las vigas de mortero fueron elaborados de acuerdo al diseño de mezcla solicitado. - Las vigas se ensayaron en condiciones humedas. - La fractura se lozalizó dentro del tercio medio de la luz. - Las dimensiones promedio del especimen se realizaron en la sección de falla.										
<b>RESULTADOS :</b>		- El Modulo de rotura del concreto es de 26.78 kg/cm2										
2					NEPLAST 8500 HP Superplastificante			EUCCOCELL 1000 Incorporador				
f'c de diseño	50 < X > 175	Kg / cm2	Relacion aditivo / cemento		0.006		0.0002		28 días de curado			
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Ancho Prom (cm)	Alto Prom. (cm)	Luz Prom. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio	
1	Viga de Concreto	11/03/2019	08/04/2019	28	15.40	15.47	46.50	20.65	2104.99	26.56	27.12	
2	Viga de Concreto	11/03/2019	08/04/2019	28	15.41	15.42	46.50	19.43	1980.63	25.14		
3	Viga de Concreto	11/03/2019	08/04/2019	28	15.52	15.46	46.50	22.84	2328.24	29.19		
4	Viga de Concreto	11/03/2019	08/04/2019	28	15.41	15.44	46.50	21.04	2144.75	27.15		
5	Viga de Concreto	11/03/2019	08/04/2019	28	15.48	15.47	46.50	21.01	2141.69	26.88		
6	Viga de Concreto	11/03/2019	08/04/2019	28	15.50	15.53	46.50	21.94	2236.49	27.82		
<b>ESPECIFICACIONES :</b>		- Los ensayos re realizaron según Norma ASTM C-78 y la NTP . 339.078.										
<b>OBSERVACIONES :</b>		- Las vigas de mortero fueron elaborados de acuerdo al diseño de mezcla solicitado. - Las vigas se ensayaron en condiciones humedas. - La fractura se lozalizó dentro del tercio medio de la luz. - Las dimensiones promedio del especimen se realizaron en la sección de falla.										
<b>RESULTADOS :</b>		- El Modulo de rotura del concreto es de 27.12 kg/cm2										

GRÁFICO N° 58 Ensayo a los 28 días



## ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C-78

3					NEPLAST 8500 HP Superplastificante			EUCCOCELL 1000 Incorporador			
f'c de diseño	50 < X > 175	Kg / cm2	Relacion aditivo / cemento	0.006				0.00005			28 días de curado

N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Ancho Prom (cm)	Alto Prom. (cm)	Luz Prom. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Viga de Concreto	13/03/2019	10/04/2019	28	15.43	15.40	46.50	23.31	2376.15	30.19	39.20
2	Viga de Concreto	13/03/2019	10/04/2019	28	15.36	11.33	46.50	24.86	2534.15	59.76	
3	Viga de Concreto	13/03/2019	10/04/2019	28	15.36	15.45	46.50	24.49	2496.43	31.66	
4	Viga de Concreto	13/03/2019	10/04/2019	28	15.56	15.42	46.50	31.34	3194.70	40.15	
5	Viga de Concreto	13/03/2019	10/04/2019	28	15.66	15.66	46.50	27.32	2784.91	33.72	
6	Viga de Concreto	13/03/2019	10/04/2019	28	15.89	15.61	46.50	32.44	3306.83	39.71	

**ESPECIFICACIONES :** - Los ensayos se realizaron según Norma ASTM C-78 y la NTP . 339.078.

**OBSERVACIONES :**

- Las vigas de mortero fueron elaborados de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

**RESULTADOS :** - El Modulo de rotura del concreto es de 39.20 kg/cm2

4					NEPLAST 8500 HP Superplastificante			EUCCOCELL 1000 Incorporador			
f'c de diseño	50 < X > 175	Kg / cm2	Relacion aditivo / cemento	0.006				0.0003			28 días de curado

N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Ancho Prom (cm)	Alto Prom. (cm)	Luz Prom. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Viga de Concreto	14/03/2019	11/04/2019	28	15.40	15.55	46.50	17.39	1772.68	22.14	20.45
2	Viga de Concreto	14/03/2019	11/04/2019	28	15.38	15.55	46.50	15.51	1581.04	19.77	
3	Viga de Concreto	14/03/2019	11/04/2019	28	15.48	15.39	46.50	15.91	1621.81	20.57	
4	Viga de Concreto	14/03/2019	11/04/2019	28	15.59	15.49	46.50	14.61	1489.30	18.51	
5	Viga de Concreto	14/03/2019	11/04/2019	28	15.38	15.41	46.50	14.86	1514.78	19.29	
6	Viga de Concreto	14/03/2019	11/04/2019	28	15.47	15.45	46.50	17.48	1781.86	22.44	

**ESPECIFICACIONES :** - Los ensayos se realizaron según Norma ASTM C-78 y la NTP . 339.078.

**OBSERVACIONES :**

- Las vigas de mortero fueron elaborados de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

**RESULTADOS :** - El Modulo de rotura del concreto es de 20.45 kg/cm2

GRÁFICO N° 59 Ensayo los 28 días

## ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C-78

5											
					NEPLAST 8500 HP Superplastificante			EUROCELL 1000 Incorporador			
f'c de diseño	50 < X > 175	Kg / cm <sup>2</sup>	Relacion aditivo / cemento	0.006				0			28 días de curado

N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Ancho Prom (cm)	Alto Prom. (cm)	Luz Prom. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Viga de Concreto	15/03/2019	12/04/2019	28	15.67	16.25	46.50	29.29	2985.73	33.55	35.15
2	Viga de Concreto	15/03/2019	12/04/2019	28	15.72	15.6	46.50	28.43	2898.06	35.23	
3	Viga de Concreto	15/03/2019	12/04/2019	28	15.59	15.59	46.50	26.74	2725.79	33.45	
4	Viga de Concreto	15/03/2019	12/04/2019	28	15.53	15.44	46.50	30.53	3112.13	39.09	
5	Viga de Concreto	15/03/2019	12/04/2019	28	15.54	15.59	46.50	27.54	2807.34	34.56	
6	Viga de Concreto	15/03/2019	12/04/2019	28	15.42	15.45	46.50	27.20	2772.68	35.03	

**ESPECIFICACIONES :** - Los ensayos se realizaron según Norma ASTM C-78 y la NTP . 339.078.

**OBSERVACIONES :**

- Las vigas de mortero fueron elaborados de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

**RESULTADOS :** - El Modulo de rotura del concreto es de 35.15 kg/cm<sup>2</sup>

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN

6											
					NEPLAST 8500 HP Superplastificante			EUROCELL 1000 Incorporador			
f'c de diseño	50 < X > 175	Kg / cm <sup>2</sup>	Relacion aditivo / cemento	0.004				0.0001			28 días de curado

N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Ancho Prom (cm)	Alto Prom. (cm)	Luz Prom. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Viga de Concreto	18/03/2019	15/04/2019	28	15.36	15.42	46.50	16.28	1659.53	21.13	21.85
2	Viga de Concreto	18/03/2019	15/04/2019	28	15.49	15.47	46.50	19.34	1971.46	24.73	
3	Viga de Concreto	18/03/2019	15/04/2019	28	15.39	15.77	46.50	20.06	2044.85	24.84	
4	Viga de Concreto	18/03/2019	15/04/2019	28	15.37	15.52	46.50	16.71	1703.36	21.39	
5	Viga de Concreto	18/03/2019	15/04/2019	28	15.54	15.57	46.50	16.77	1709.48	21.10	
6	Viga de Concreto	18/03/2019	15/04/2019	28	15.38	15.41	46.50	13.78	1404.69	17.88	

**ESPECIFICACIONES :** - Los ensayos se realizaron según Norma ASTM C-78 y la NTP . 339.078.

**OBSERVACIONES :**

- Las vigas de mortero fueron elaborados de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

**RESULTADOS :** - El Modulo de rotura del concreto es de 21.85 kg/cm<sup>2</sup>

GRÁFICO N° 60 Ensayo los 28 días

## ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C-78

7					NEPLAST 8500 HP Superplastificante			EUROCELL 1000 Incorporador			
f'c de diseño	50 < X > 175	Kg / cm <sup>2</sup>	Relacion aditivo / cemento	0.008	0.0001						28 días de curado
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Ancho Prom (cm)</b>	<b>Alto Prom. (cm)</b>	<b>Luz Prom. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Viga de Concreto	19/03/2019	16/04/2019	28	15.14	15.54	46.50	9.19	936.80	11.91	13.25
2	Viga de Concreto	19/03/2019	16/04/2019	28	15.22	15.39	46.50	11.31	1152.91	14.87	
3	Viga de Concreto	19/03/2019	16/04/2019	28	15.58	15.63	46.50	10.3	1049.95	12.83	
4	Viga de Concreto	19/03/2019	16/04/2019	28	15.45	15.40	46.50	8.14	829.77	10.53	
5	Viga de Concreto	19/03/2019	16/04/2019	28	15.38	15.41	46.50	12.19	1242.61	15.82	
6	Viga de Concreto	19/03/2019	16/04/2019	28	15.35	15.45	46.50	10.47	1067.28	13.54	

**ESPECIFICACIONES :** - Los ensayos se realizaron según Norma ASTM C-78 y la NTP . 339.078.

**OBSERVACIONES :**

- Las vigas de mortero fueron elaborados de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

**RESULTADOS :** - El Modulo de rotura del concreto es de 13.25 kg/cm<sup>2</sup>

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN

8					NEPLAST 8500 HP Superplastificante			EUROCELL 1000 Incorporador			
f'c de diseño	50 < X > 175	Kg / cm <sup>2</sup>	Relacion aditivo / cemento	0.005	0.0001						28 días de curado
<b>N° Mst.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de vaciado</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Ancho Prom (cm)</b>	<b>Alto Prom. (cm)</b>	<b>Luz Prom. (cm)</b>	<b>Carga Máx. (KN)</b>	<b>Carga Máx. (Kg)</b>	<b>Res. Obt. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resist. Promedio</b>
1	Viga de Concreto	20/03/2019	17/04/2019	28	15.24	15.44	46.50	12.60	1284.40	16.44	18.90
2	Viga de Concreto	20/03/2019	17/04/2019	28	15.49	15.53	46.50	13.28	1353.72	16.85	
3	Viga de Concreto	20/03/2019	17/04/2019	28	15.45	15.41	46.50	11.86	1208.97	15.32	
4	Viga de Concreto	20/03/2019	17/04/2019	28	15.27	15.43	46.50	16.95	1727.83	22.10	
5	Viga de Concreto	20/03/2019	17/04/2019	28	15.29	15.39	46.50	15.89	1619.78	20.80	
6	Viga de Concreto	20/03/2019	17/04/2019	28	15.21	15.53	46.50	16.93	1725.79	21.88	

**ESPECIFICACIONES :** - Los ensayos se realizaron según Norma ASTM C-78 y la NTP . 339.078.

**OBSERVACIONES :**

- Las vigas de mortero fueron elaborados de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

**RESULTADOS :** - El Modulo de rotura del concreto es de 18.90 kg/cm<sup>2</sup>

**GRÁFICO N° 61 Ensayo los 28 días**

## ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

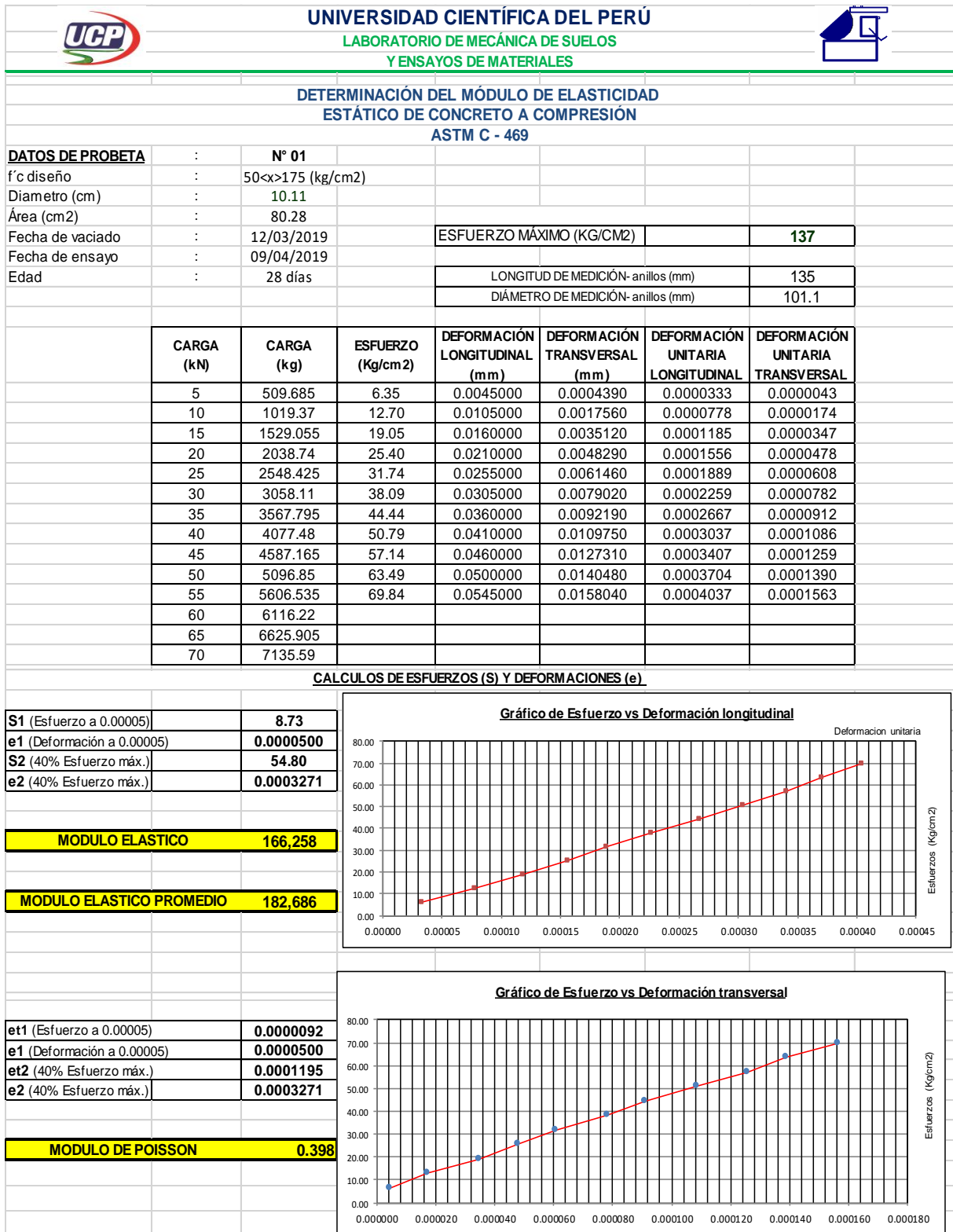
ASTM C-78

9											
					NEPLAST 8500 HP Superplastificante			EUCCOCELL 1000 Incorporador			
f'c de diseño	50 < X > 175	Kg / cm <sup>2</sup>	Relacion aditivo / cemento	0.009				0.0001			28 días de curado
N° Mst.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Ancho Prom (cm)	Alto Prom. (cm)	Luz Prom. (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Res. Obt. (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Viga de Concreto	21/03/2019	18/04/2019	28	15.38	15.68	46.50	16.40	1671.76	20.56	19.58
2	Viga de Concreto	21/03/2019	18/04/2019	28	15.23	15.58	46.50	13.58	1384.30	17.41	
3	Viga de Concreto	21/03/2019	18/04/2019	28	15.66	15.48	46.50	18.73	1909.28	23.66	
4	Viga de Concreto	21/03/2019	18/04/2019	28	15.45	15.34	46.50	15.66	1596.33	20.42	
5	Viga de Concreto	21/03/2019	18/04/2019	28	15.48	15.45	46.50	12.15	1238.53	15.59	
6	Viga de Concreto	21/03/2019	18/04/2019	28	15.35	15.58	46.50	15.58	1588.18	19.82	
<b>ESPECIFICACIONES :</b>		-	Los ensayos se realizaron según Norma ASTM C-78 y la NTP . 339.078.								
<b>OBSERVACIONES :</b>		-	Las vigas de mortero fueron elaborados de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.								
		-	Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.								
		-	La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.								
		-	Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.								
<b>RESULTADOS :</b>		-	El Modulo de rotura del concreto es de 19.58 kg/cm <sup>2</sup>								

GRÁFICO N° 62 Ensayo los 28 días

➤ Ensayo de módulo de elasticidad

GRÁFICO N° 63 0.006 Neoplast y 0.0001 Euocell -Diseño Patrón



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

<b>DATOS DE PROBETA</b>	:	<b>N° 02</b>			
f'c diseño	:	50<x>175 (kg/cm2)			
Diametro (cm)	:	10.11			
Área (cm2)	:	80.28			
Fecha de vaciado	:	12/03/2019	<b>ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)</b>		<b>137</b>
Fecha de ensayo	:	09/04/2019			
Edad	:	28 días	LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135
			DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.1

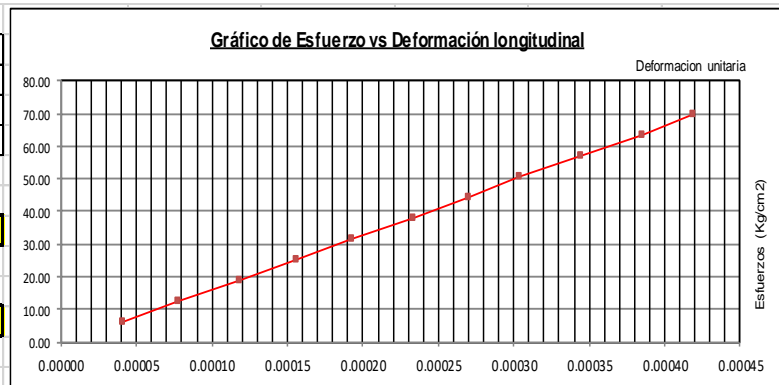
CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.35	0.0055000	0.0008780	0.0000407	0.0000087
10	1019.37	12.70	0.0105000	0.0021950	0.0000778	0.0000217
15	1529.055	19.05	0.0160000	0.0035120	0.0001185	0.0000347
20	2038.74	25.40	0.0210000	0.0048290	0.0001556	0.0000478
25	2548.425	31.74	0.0260000	0.0057070	0.0001926	0.0000564
30	3058.11	38.09	0.0315000	0.0070240	0.0002333	0.0000695
35	3567.795	44.44	0.0365000	0.0083410	0.0002704	0.0000825
40	4077.48	50.79	0.0410000	0.0096580	0.0003037	0.0000955
45	4587.165	57.14	0.0465000	0.0109750	0.0003444	0.0001086
50	5096.85	63.49	0.0520000	0.0122920	0.0003852	0.0001216
55	5606.535	69.84	0.0565000	0.0140480	0.0004185	0.0001390
60	6116.22					
65	6625.905					
70	7135.59					

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)**

<b>S1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>7.94</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>S2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>54.80</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0003294</b>

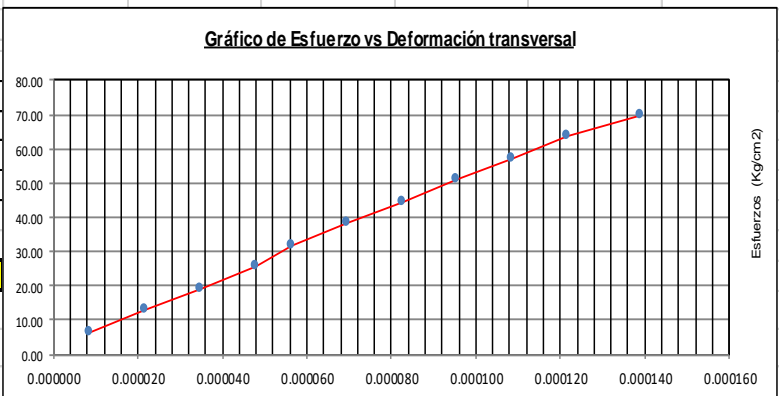
**MODULO ELASTICO 167,717**

**MODULO ELASTICO PROMEDIO 182,686**



<b>et1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>0.0000120</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>et2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0001038</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0003294</b>

**MODULO DE POISSON 0.329**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

<b>DATOS DE PROBETA</b>	:	<b>N° 03</b>					
f'c diseño	:	50<x>175 (kg/cm <sup>2</sup> )					
Diametro (cm)	:	10.11					
Área (cm <sup>2</sup> )	:	80.28					
Fecha de vaciado	:	12/03/2019			<b>ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM<sup>2</sup>)</b>		<b>137</b>
Fecha de ensayo	:	09/04/2019					
Edad	:	28 días			LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135
					DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.1

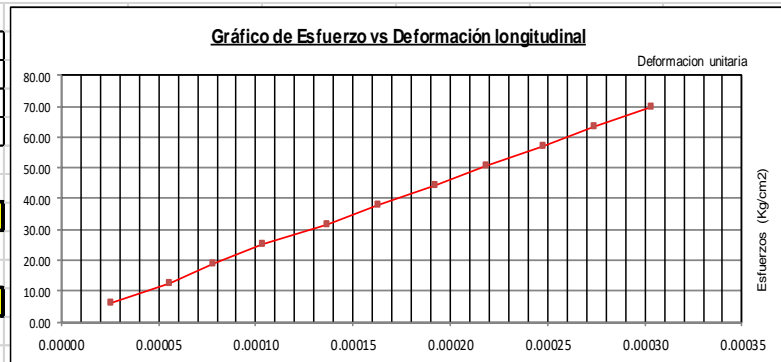
	CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
	5	509.685	6.35	0.0035000	0.0013170	0.0000259	0.0000130
	10	1019.37	12.70	0.0075000	0.0026340	0.0000556	0.0000261
	15	1529.055	19.05	0.0105000	0.0039510	0.0000778	0.0000391
	20	2038.74	25.40	0.0140000	0.0048290	0.0001037	0.0000478
	25	2548.425	31.74	0.0185000	0.0057070	0.0001370	0.0000564
	30	3058.11	38.09	0.0220000	0.0065850	0.0001630	0.0000651
	35	3567.795	44.44	0.0260000	0.0074630	0.0001926	0.0000738
	40	4077.48	50.79	0.0295000	0.0087800	0.0002185	0.0000868
	45	4587.165	57.14	0.0335000	0.0100970	0.0002481	0.0000999
	50	5096.85	63.49	0.0370000	0.0109750	0.0002741	0.0001086
	55	5606.535	69.84	0.0410000	0.0122920	0.0003037	0.0001216
	60	6116.22					
	65	6625.905					
	70	7135.59					

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)**

<b>S1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>11.50</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>S2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>54.80</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0002372</b>

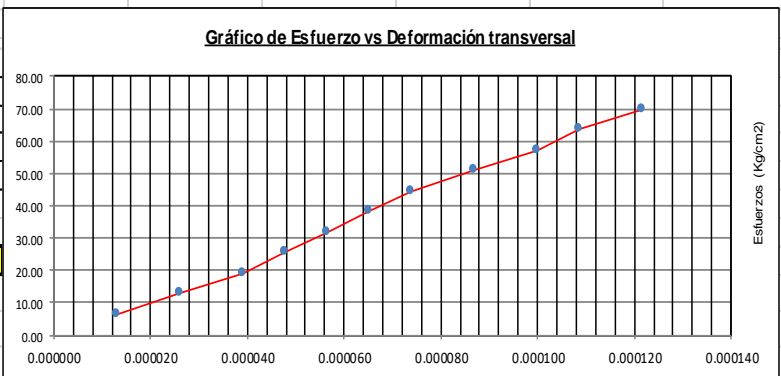
**MODULO ELASTICO 231,303**

**MODULO ELASTICO PROMEDIO 182,686**



<b>et1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>0.0000236</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>et2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0000951</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0002372</b>

**MODULO DE POISSON 0.382**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

<b>DATOS DE PROBETA</b>	:	<b>N° 04</b>		
f'c diseño	:	50<x>175 (kg/cm2)		
Diametro (cm)	:	10.11		
Área (cm2)	:	80.28		
Fecha de vaciado	:	12/03/2019	<b>ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)</b>	<b>137</b>
Fecha de ensayo	:	09/03/2019		
Edad	:	28 días	LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
			DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	101.1

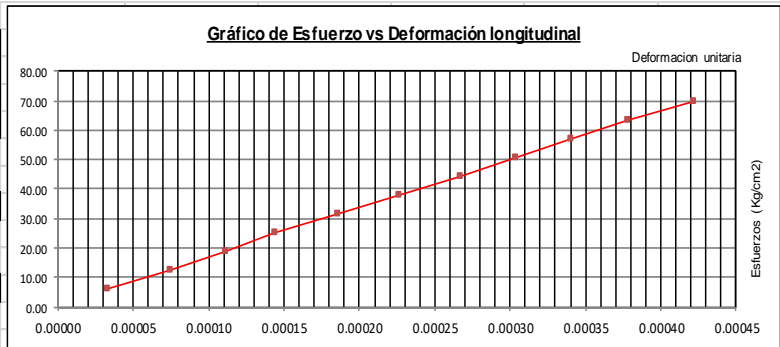
CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.35	0.0045000	0.0000000	0.0000333	0.0000000
10	1019.37	12.70	0.0100000	0.0013170	0.0000741	0.0000130
15	1529.055	19.05	0.0150000	0.0021950	0.0001111	0.0000217
20	2038.74	25.40	0.0195000	0.0030730	0.0001444	0.0000304
25	2548.425	31.74	0.0250000	0.0043900	0.0001852	0.0000434
30	3058.11	38.09	0.0305000	0.0057070	0.0002259	0.0000564
35	3567.795	44.44	0.0360000	0.0070240	0.0002667	0.0000695
40	4077.48	50.79	0.0410000	0.0079020	0.0003037	0.0000782
45	4587.165	57.14	0.0460000	0.0092190	0.0003407	0.0000912
50	5096.85	63.49	0.0510000	0.0100970	0.0003778	0.0000999
55	5606.535	69.84	0.0570000	0.0114140	0.0004222	0.0001129
60	6116.22					
65	6625.905					
70	7135.59					

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

<b>S1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>8.95</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>S2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>54.80</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0003271</b>

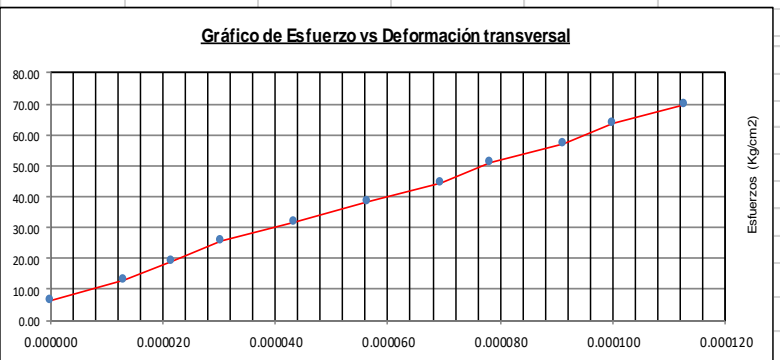
**MODULO ELASTICO 165,464**

**MODULO ELASTICO PROMEDIO 182,686**



<b>et1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>0.0000053</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>et2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0000864</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0003271</b>

**MODULO DE POISSON 0.293**





# GRÁFICO N° 64 0.006 Neoplast y 0.00005 Eucozell -Diseño Optimo



## DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN

<b>DATOS DE PROBETA</b>	:	<b>N° 01</b>				
f'c diseño	:	50<x>175 (kg/cm2)				
Diametro (cm)	:	10.19				
Área (cm2)	:	81.55				
Fecha de vaciado	:	13/03/2019	<b>ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)</b>		<b>170</b>	
Fecha de ensayo	:	10/04/2019				
Edad	:	28 días				
			LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135	
			DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.9	

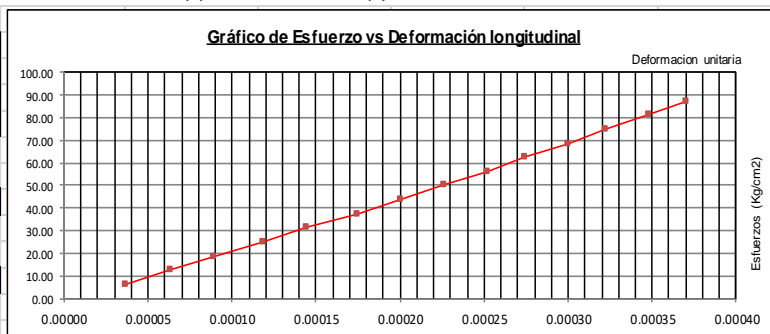
	CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
	5	509.685	6.25	0.0050000	0.0013170	0.0000370	0.0000129
	10	1019.37	12.50	0.0085000	0.0030730	0.0000630	0.0000302
	15	1529.055	18.75	0.0120000	0.0039510	0.0000889	0.0000388
	20	2038.74	25.00	0.0160000	0.0048290	0.0001185	0.0000474
	25	2548.425	31.25	0.0195000	0.0065850	0.0001444	0.0000646
	30	3058.11	37.50	0.0235000	0.0074630	0.0001741	0.0000732
	35	3567.795	43.75	0.0270000	0.0092190	0.0002000	0.0000905
	40	4077.48	50.00	0.0305000	0.0105360	0.0002259	0.0001034
	45	4587.165	56.25	0.0340000	0.0122920	0.0002519	0.0001206
	50	5096.85	62.50	0.0370000	0.0144870	0.0002741	0.0001422
	55	5606.535	68.75	0.0405000	0.0158040	0.0003000	0.0001551
	60	6116.22	75.00	0.0435000	0.0175600	0.0003222	0.0001723
	65	6625.905	81.25	0.0470000	0.0193160	0.0003481	0.0001896
	70	7135.59	87.50	0.0500000	0.0210720	0.0003704	0.0002068

### CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

<b>S1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>9.38</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>S2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>68.00</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0002969</b>

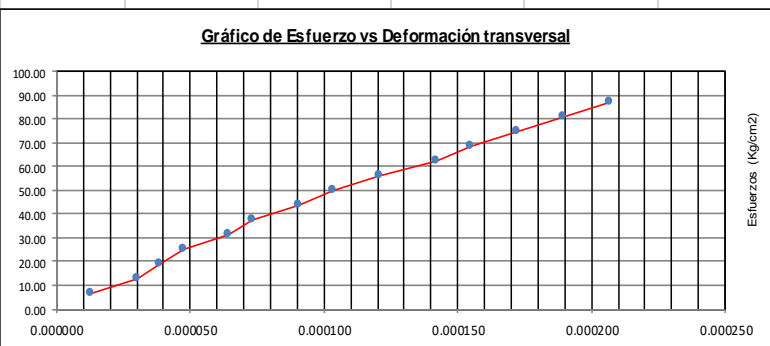
**MODULO ELASTICO 237,424**

**MODULO ELASTICO PROMEDIO 199,892**



<b>et1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>0.0000216</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>et2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0001536</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0002969</b>

**MODULO DE POISSON 0.535**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

<b>DATOS DE PROBETA</b>	:	<b>N° 02</b>					
f'c diseño	:	50<x>175 (kg/cm <sup>2</sup> )					
Diametro (cm)	:	10.19					
Área (cm <sup>2</sup> )	:	81.55					
Fecha de vaciado	:	13/03/2019					
Fecha de ensayo	:	10/04/2019					
Edad	:	28 días					
					<b>ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM<sup>2</sup>)</b>		<b>170</b>
					LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135
					DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		101.9

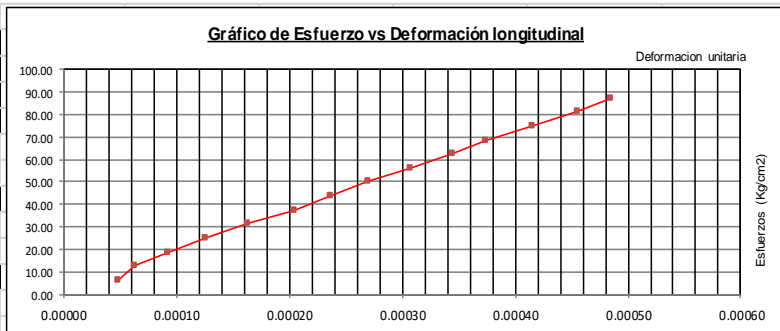
CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.25	0.0065000	0.0017560	0.0000481	0.0000172
10	1019.37	12.50	0.0085000	0.0026340	0.0000630	0.0000258
15	1529.055	18.75	0.0125000	0.0035120	0.0000926	0.0000345
20	2038.74	25.00	0.0170000	0.0043900	0.0001259	0.0000431
25	2548.425	31.25	0.0220000	0.0052680	0.0001630	0.0000517
30	3058.11	37.50	0.0275000	0.0065850	0.0002037	0.0000646
35	3567.795	43.75	0.0320000	0.0070240	0.0002370	0.0000689
40	4077.48	50.00	0.0365000	0.0083410	0.0002704	0.0000819
45	4587.165	56.25	0.0415000	0.0092190	0.0003074	0.0000905
50	5096.85	62.50	0.0465000	0.0105360	0.0003444	0.0001034
55	5606.535	68.75	0.0505000	0.0118530	0.0003741	0.0001163
60	6116.22	75.00	0.0560000	0.0131700	0.0004148	0.0001292
65	6625.905	81.25	0.0615000	0.0144870	0.0004556	0.0001422
70	7135.59	87.50	0.0655000	0.0158040	0.0004852	0.0001551

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

<b>S1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>7.05</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>S2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>68.00</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0003705</b>

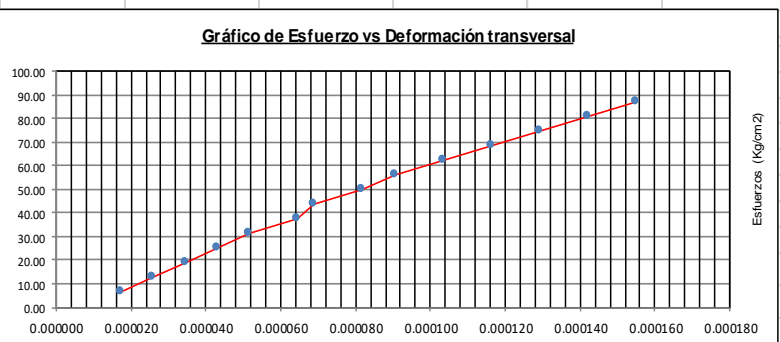
**MODULO ELASTICO 190,172**

**MODULO ELASTICO PROMEDIO 199,892**



<b>et1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>0.0000183</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>et2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0001148</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0003705</b>

**MODULO DE POISSON 0.301**





**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

<b>DATOS DE PROBETA</b>	:	<b>N° 03</b>					
f'c diseño	:	50<x>175 (kg/cm <sup>2</sup> )					
Diametro (cm)	:	10.19					
Área (cm <sup>2</sup> )	:	81.55					
Fecha de vaciado	:	13/03/2019	<b>ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM<sup>2</sup>)</b>			<b>170</b>	
Fecha de ensayo	:	10/04/2019					
Edad	:	28 días	LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)			135	
			DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)			101.9	

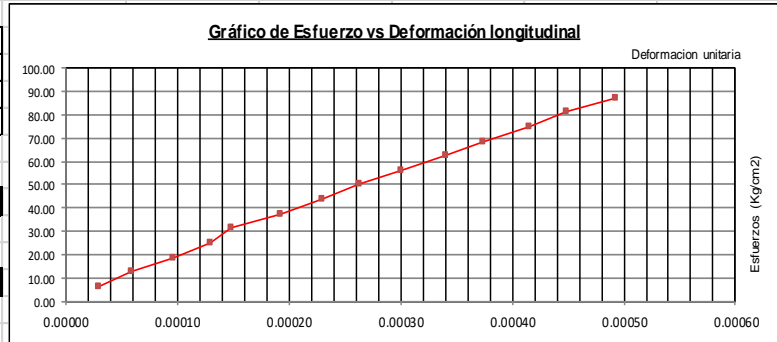
CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
5	509.685	6.25	0.0040000	0.0013170	0.0000296	0.0000129
10	1019.37	12.50	0.0080000	0.0021950	0.0000593	0.0000215
15	1529.055	18.75	0.0130000	0.0035120	0.0000963	0.0000345
20	2038.74	25.00	0.0175000	0.0043900	0.0001296	0.0000431
25	2548.425	31.25	0.0200000	0.0048290	0.0001481	0.0000474
30	3058.11	37.50	0.0260000	0.0057070	0.0001926	0.0000560
35	3567.795	43.75	0.0310000	0.0065850	0.0002296	0.0000646
40	4077.48	50.00	0.0355000	0.0074630	0.0002630	0.0000732
45	4587.165	56.25	0.0405000	0.0087800	0.0003000	0.0000862
50	5096.85	62.50	0.0460000	0.0096580	0.0003407	0.0000948
55	5606.535	68.75	0.0505000	0.0105360	0.0003741	0.0001034
60	6116.22	75.00	0.0560000	0.0118530	0.0004148	0.0001163
65	6625.905	81.25	0.0605000	0.0127310	0.0004481	0.0001249
70	7135.59	87.50	0.0665000	0.0136090	0.0004926	0.0001336

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)**

<b>S1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>10.54</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>S2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>68.00</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0003701</b>

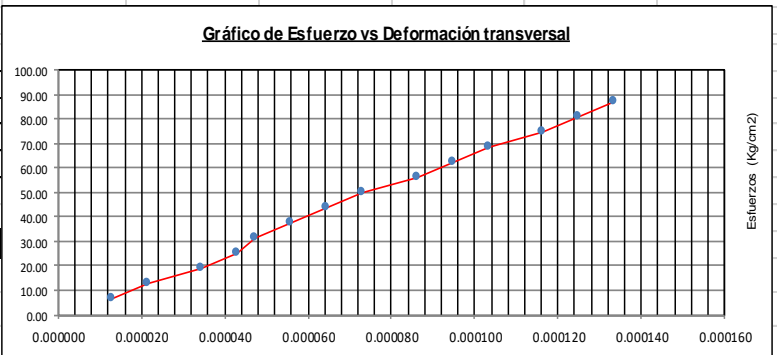
**MODULO ELASTICO 179,506**

**MODULO ELASTICO PROMEDIO 199,892**



<b>et1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>0.0000188</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>et2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0001024</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0003701</b>

**MODULO DE POISSON 0.261**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

<b>DATOS DE PROBETA</b>	:	<b>N° 04</b>			
f'c diseño	:	50<x>175 (kg/cm2)			
Diametro (cm)	:	10.19			
Área (cm2)	:	81.55			
Fecha de vaciado	:	13/03/2019	<b>ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)</b>		<b>170</b>
Fecha de ensayo	:	10/03/2019			
Edad	:	28 días	<b>LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)</b>		<b>135</b>
			<b>DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)</b>		<b>101.9</b>

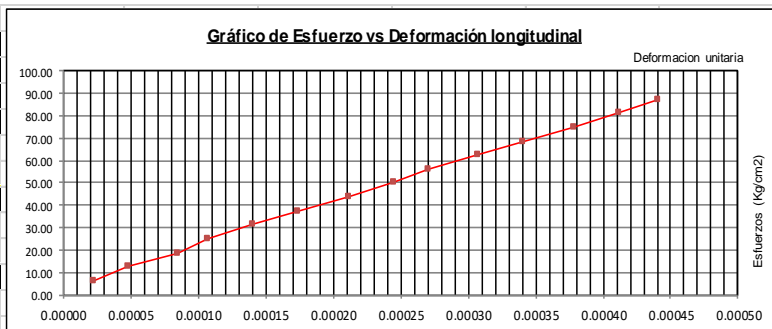
	CARGA (kN)	CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
	5	509.685	6.25	0.0030000	0.0008780	0.000222	0.000086
	10	1019.37	12.50	0.0065000	0.0021950	0.000481	0.000215
	15	1529.055	18.75	0.0115000	0.0035120	0.000852	0.000345
	20	2038.74	25.00	0.0145000	0.0048290	0.001074	0.000474
	25	2548.425	31.25	0.0190000	0.0057070	0.001407	0.000560
	30	3058.11	37.50	0.0235000	0.0065850	0.001741	0.000646
	35	3567.795	43.75	0.0285000	0.0074630	0.002111	0.000732
	40	4077.48	50.00	0.0330000	0.0087800	0.002444	0.000862
	45	4587.165	56.25	0.0365000	0.0100970	0.002704	0.000991
	50	5096.85	62.50	0.0415000	0.0109750	0.003074	0.001077
	55	5606.535	68.75	0.0460000	0.0122920	0.003407	0.001206
	60	6116.22	75.00	0.0510000	0.0136090	0.003778	0.001336
	65	6625.905	81.25	0.0555000	0.0153650	0.004111	0.001508
	70	7135.59	87.50	0.0595000	0.0166820	0.004407	0.001637

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)**

<b>S1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>12.82</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>S2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>68.00</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0003367</b>

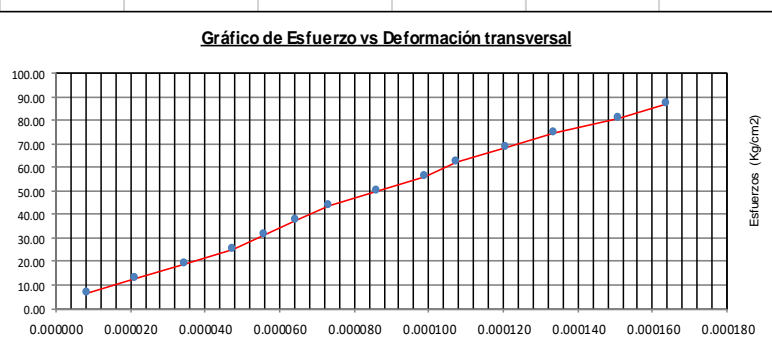
**MODULO ELASTICO 192,466**

**MODULO ELASTICO PROMEDIO 199,892**



<b>et1</b> (Esfuerzo a 0.00005)	<b>0.0000222</b>
<b>e1</b> (Deformación a 0.00005)	<b>0.0000500</b>
<b>et2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0001191</b>
<b>e2</b> (40% Esfuerzo máx.)	<b>0.0003367</b>

**MODULO DE POISSON 0.338**



### ANEXO N°03: COMPARACION DE PRECIOS

**Tabla N° 128 Costo m3 de concreto liviano no estructural CL-OP**

DISEÑO	CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL F' C 170 KG/CM2			
VALORES DE DISEÑO				
Cemento	:	400.00	Kg/m3	
Agua	:	157.80	Lts/m3	
Agregado Fino	:	800.7	Kg/m3	
Perla de Poliestireno	:	3.50	Kg/m3	
Aditivo 01 (Neoplast 8500 HP)	:	2.40	Kg/m3	
Aditivo 02 (EucoCell 1000)	:	0.02	Kg/m3	
PRECIO DE CONCRETO POR M3				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	P.PARCIAL (S/.)
CEMENTO	BLS	9.41	30.00	282.30
AGUA	M3	0.16	7.00	1.10
AGREGADO FINO	M3	0.59	30.00	17.57
PERLA DE POLIESTIRENO	M3	0.29	110.00	32.08
NEOPLAST 8500 HP	KG	2.40	11.65	27.96
EUCOCELL 1000	KG	0.02	19.20	0.38
FLETE ADITIVO	KG	2.16	1.00	2.16
			<b>TOTAL</b>	S/363.56

Fuente: Elaboración propia (2019)

**Tabla N° 129 Costo m3 de concreto cemento - arena f'c 175 kg/cm2**

DISEÑO	CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL F' C 175 KG/CM2			
VALORES DE DISEÑO				
Cemento	:	425.00	Kg/m3	
Agua	:	255.00	Lts/m3	
Agregado Fino	:	1360.20	Kg/m3	
PRECIO DE CONCRETO POR M3				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (S/.)	P.PARCIAL (S/.)
CEMENTO	BLS	10.00	30.00	300.00
AGUA	M3	0.26	7.00	1.79
AGREGADO FINO	M3	0.97	30.00	29.10
			<b>TOTAL</b>	S/330.89

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la  
Universidad Científica del Perú (2019)

## ANEXO N°04: CONTRASTACIÓN ESTADÍSTICA DE LA HIPÓTESIS

### EVALUACION ESTADÍSTICA DE MUESTRAS DEL CONCRETO LIVIANO (CONCRETO LIVIANO NO ESTRUCTURAL) ENSAYOS AL CONCRETO ENDURECIDO (PROPIEDAD MECÁNICA)

#### Análisis de compresión

1. Hipótesis

H<sub>0</sub>:  $r_{neo} = r_{Eu} = r_{R7} = r_{R14} = r_{R28}$

H<sub>A</sub>: algún  $r_{ij}$  es diferente

2. Nivel de significación 5%=0.05

3. Decisión

Si  $p =$  significación bilateral es menor de 0.05, se rechaza la hipótesis nula, caso contrario se acepta

/VARIABLES=NEOPLAST EUCELL DENSIDAD RESISTENCIA7 RESISTENCIA14 RESISTENCIA28 /

#### Correlaciones

[ConjuntoDatos1] D:\TATIANA-\Tesis Pérez T. y Flores F. análisis de la Compresión. sav

**Correlaciones**

		NEOPLAST 8500Hp (relación aditivo/cement o)	EUCELL 1000 (relación aditivo/cement o)	Densidad	RESISTEN CIA 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTEN CIA 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )di as	Resistencia a los 28 días
NEOPLAST 8500Hp (relación aditivo/cemento)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	1	-,032	-,032	-,433*	-,449*	-,481*
			,872	,874	,024	,019	,011
	N	27	27	27	27	27	27
EUCELL 1000 (relación aditivo /cemento)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,032	1	-,043	-,428*	-,483*	-,455*
		,872		,833	,026	,011	,017
	N	27	27	27	27	27	27
Densidad	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,032	-,043	1	,110	,096	-,049
		,874	,833		,583	,635	,807
	N	27	27	27	27	27	27
RESISTENCIA 7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,433*	-,428*	,110	1	,941**	,948**
		,024	,026	,583		,000	,000
	N	27	27	27	27	27	27
RESISTENCIA 14 días (kg/cm <sup>2</sup> )días	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,449*	-,483*	,096	,941**	1	,954**
		,019	,011	,635	,000		,000
	N	27	27	27	27	27	27
Resistencia a los 28 días	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,481*	-,455*	-,049	,948**	,954**	1
		,011	,017	,807	,000	,000	
	N	27	27	27	27	27	27

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\*.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Interpretación:

- a) NEOPLAST 8500Hp (relación aditivo/cemento) correlacionado significativamente con Resistencia a los 28 días
- b) EUCELL 1000 (relación aditivo /cemento) correlacionado significativamente con RESISTENCIA 14 días (kg/cm<sup>2</sup>) días

## Análisis de tracción

```
SAVE OUTFILE='D:\TATIANA-\Tesis Pérez T. y Flores F. análisis de la
tracción.sav'
/COMPRESSED.
CORRELATIONS
/VARIABLES=NEOPLAST EUCCOCELL DENSIDAD RESISTENCIA7 RESISTENCIA14
RESISTENCIA28
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.
```

## Correlaciones

[ConjuntoDatos1] D:\TATIANA-\Tesis Pérez T. y Flores F. análisis de la tracción.sav

Correlaciones

		NEOPLAST 8500Hp (relación aditivo/cemen to)	EUCCOCELL 1000 (relación aditivo/cemen to)	Densidad	RESISTEN CIA 7 días (kg/cm2)	RESIST ENCIA 14 días (kg/cm2) días	Resiste ncia alos 28 días
NEOPLAST 8500Hp (relación aditivo/cemento)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1  27	,000 1,000 27	-,259 ,192 27	-,480* ,011 27	-,507** ,007 27	-,546** ,003 27
EUCCOCELL 1000 (relación aditivo/cemento)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,000 1,000 27	1  27	-,879** ,000 27	-,283 ,152 27	-,239 ,230 27	-,272 ,170 27
Densidad	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,259 ,192 27	-,879** ,000 27	1  27	,576** ,002 27	,513** ,006 27	,597** ,001 27
RESISTENCIA 7 días (kg/cm2)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,480* ,011 27	-,283 ,152 27	,576** ,002 27	1  27	,518** ,006 27	,777** ,000 27
RESISTENCIA 14 días (kg/cm2)días	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,507** ,007 27	-,239 ,230 27	,513** ,006 27	,518** ,006 27	1  27	,643** ,000 27
Resistencia a los 28 días	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,546** ,003 27	-,272 ,170 27	,597** ,001 27	,777** ,000 27	,643** ,000 27	1  27

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\*.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

## Modulo flexión

EXECUTE.

DATASET ACTIVATE ConjuntoDatos1.

SAVE OUTFILE='D:\TATIANA-\Tesis Pérez T. y Flores F. análisis de laFlexión.sav'

/COMPRESSED.

CORRELATIONS

/VARIABLES=NEOPLAST EUCOCELL DENSIDAD RESISTENCIA28

/PRINT=TWOTAIL NOSIG

/MISSING=PAIRWISE.

### Correlaciones

		NEOPLAST 8500Hp (relación aditivo/cemento)	EUCOCELL 1000 (relación aditivo/cemento)	Densidad	Resistencia alos 28 días
NEOPLAST 8500Hp (relación aditivo/cemento)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1  54	,000 1,000 54	-,151 ,277 54	-,065 ,641 54
EUCOCELL 1000 (relación aditivo/cemento)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,000 1,000 54	1  54	-,829** ,000 54	-,370** ,006 54
Densidad	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,151 ,277 54	-,829** ,000 54	1  54	,629** ,000 54
Resistencia a los 28 días	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,065 ,641 54	-,370** ,006 54	,629** ,000 54	1  54

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).



## Análisis Modulo elástico

DATASET ACTIVATE ConjuntoDatos1.

SAVE OUTFILE='D:\TATIANA-\Tesis Pérez T. y Flores F. análisis del modulo elastico.sav'

/COMPRESSED.

CORRELATIONS

/VARIABLES=NEOPLAST EUCECELL DENSIDAD RESISTENCIA28

/PRINT=TWOTAIL NOSIG

/MISSING=PAIRWISE.

## Correlaciones

Correlaciones

		Densidad	Resistencia a los 28 días	EUCECELL 1000 (relación aditiva/cemento)	NEOPLAST 8500Hp (relación aditiva/cemento)
Densidad	Correlación de Pearson	1	,630**	-,829**	-,251
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,139
	N	36	36	36	36
Resistencia a los 28 días	Correlación de Pearson	,630**	1	-,515**	-,191
	Sig. (bilateral)	,000		,001	,265
	N	36	36	36	36
EUCECELL 1000 (relación aditiva/cemento)	Correlación de Pearson	-,829**	-,515**	1	-,032
	Sig. (bilateral)	,000	,001		,851
	N	36	36	36	36
NEOPLAST 8500Hp (relación aditiva/cemento)	Correlación de Pearson	-,251	-,191	-,032	1
	Sig. (bilateral)	,139	,265	,851	
	N	36	36	36	36

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

## ANEXO N°05: FICHAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO

### ➤ FICHA TÉCNICA DE CEMENTO SOL TIPO I

CEMENTO SOL



## CEMENTO SOL

### Descripción:

- Es un Cemento Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.
- Cuenta con la fecha y hora de envasado en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

### Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Ideal para la producción de prefabricados en concreto.

### Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajes, enchapes de mayólicas y otros materiales.

### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C 150.

### Formato de distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granef: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



## Recomendaciones

### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

### Manipulación:

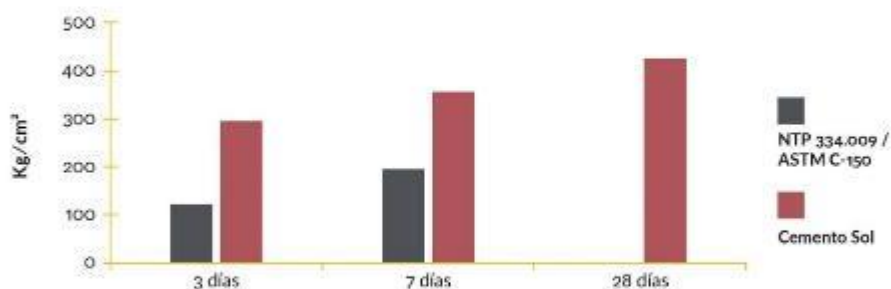
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP 334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol Tipo I	Requisitos 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	cm <sup>2</sup> /g	3361	Máximo 2600
Densidad	g/ml	3.12	No Especifica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	427	No especifica
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.08	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.25	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	13.15	No especifica
C <sub>3</sub> S	%	53.60	No especifica
C <sub>3</sub> A	%	9.66	No especifica
C <sub>4</sub> AF	%	9.34	No especifica



SUPERPLASTIFICANTE DE ALTO DESEMPEÑO

## NEOPLAST 8500 HP®

### ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO Y SUPERPLASTIFICANTE SIN RETARDO

#### DESCRIPCIÓN

NEOPLAST 8500 HP es un aditivo para concreto especialmente desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad, reductor de agua de alto rango sin retardo y optimizador de cemento en mezclas de concreto, está diseñado para ser empleado en climas cálidos y fríos.

#### APLICACIONES PRINCIPALES

- Concreto autocompactados.
- Concreto de baja relaciones agua/cemento.
- Concreto de alta resistencia.
- Concreto fluido de alto asentamiento.
- Concreto reforzado.

#### BENEFICIOS

- Produce concreto fluidos sin retardo.
- Permite que el concreto o mortero sea transportado a largas distancias.
- Reduce más de 45% del agua de amasado.
- Reduce la segregación y exudación en el concreto plástico.
- Reduce las fisuras y permeabilidad en el concreto endurecido.

#### INFORMACIÓN TÉCNICA

Densidad : 1.10 kg/L  
Color : Ámbar oscuro  
Apariencia : Líquido

#### ESPECIFICACIONES /NORMA

El NEOPLAST 8500 HP cumple con la clasificación de la norma NTP 334.088 y ASTM C-494, Tipo F. (\*).

## NEOPLAST 8500 HP®

### ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO Y SUPERPLASTIFICANTE SIN RETARDO

#### INSTRUCCIONES DE USO

NEOPLAST 8500 HP se presenta listo para su uso y debe incorporarse a la mezcla cuando ésta se encuentra húmeda dentro del mezclador, ya sea en la planta o en la obra. Agregue NEOPLAST 8500 HP al agua restante del amasado de la mezcla o directamente. No debe entrar en contacto directo con el cemento seco.

Las variaciones en la pérdida de asentamiento y fraguado están en función a la cantidad usada del aditivo, característica del cemento y el diseño de mezcla elegido.

#### DOSIFICACIÓN

El NEOPLAST 8500 HP es recomendado usar a una dosificación 0.2– 2.0% por peso del cemento. Se recomienda hacer ensayos previos para establecer la dosis según los requerimientos establecidos en obra.

#### PRESENTACIÓN

- Tanques 1100 kg
- Cilindro 180 kg
- Balde 20 kg

#### PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

- Se debe proteger el NEOPLAST 8500 HP contra el congelamiento. Nunca agite con aire.
- Los cambios en los tipos de cemento, agregados y temperatura modifican el desempeño de los aditivos en la mezcla de concreto, variando resultados en el concreto fresco y endurecido.
- No es compatible con los aditivos base naptalenos.
- Se debe consultar con nuestros Asesores Técnicos cada vez que se tenga dudas respecto al uso del producto. De esta manera, podrá definir la solución que ofrezca un mejor costo-beneficio a nuestro cliente.
- EL producto debe almacenarse en su envase original, bien cerrado, bajo techo, en un lugar fresco y seco.  
(\* ) NEOPLAST 8500 HP clasifica la norma en la dosis de 0.5%.

#### MANEJO Y ALMACENAMIENTO

NEOPLAST 8500 HP debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

Vida útil de almacenamiento: 12 meses.

## ➤ FICHA TÉCNICA DE ADITIVO 02 – EUCCOCELL 1000

ESPECIALIDADES



una empresa QUICORP



### EUCCOCELL 1000®

#### ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA CONCRETO LIGERO

##### DESCRIPCIÓN

EUCCOCELL 1000 es un aditivo líquido diseñado para la fabricación de concretos y morteros fluidos, con altos contenidos de aire, baja densidad y resistencia a compresión. No es recomendado para concreto convencional.

##### APLICACIONES PRINCIPALES

- EUCCOCELL 1000 es un aditivo para fabricación de morteros fluidos utilizados en inyección empleado en:
  - Relleno Fluido.
  - Concreto de densidad controlada.
  - Dar apoyo bajo y detrás de estructuras y revestimientos de túneles.
  - Relleno de cavidades difícilmente accesibles.
  - Rellenos provisionales.
  - Inyección bajo pavimentos.

##### CARACTERÍSTICAS / BENEFICIOS

Los rellenos fluidos para inyección y los morteros celulares son materiales más ligeros que los concretos convencionales y son una alternativa económica en donde se requiere un relleno cementicio.

- Aditivo líquido listo para usar.
- El relleno tiene alta fluidez y trabajabilidad.
- Reduce la contracción y aumenta el asentamiento.
- Es autonivelante, no requiere vibrado.
- No requiere alta mano de obra, y sin segregación

##### INFORMACIÓN TÉCNICA

Apariencia : Líquido.  
Color : Transparente turbio.  
Densidad : 1,05 kg/l.

##### DOSIFICACIÓN

EUCCOCELL 1000 se dosifica a razón de 1% a 2.5% del peso del cemento.

Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, lo cual puede ser diferente a las dosificaciones recomendadas.

Los resultados varían debido a las diversas condiciones de cada obra y tipo de materiales empleados.

Cualquier consulta contacte al Departamento de Construcción Química Suiza Industrial.

Química Suiza Industrial del Perú S.A.  
T +51-1 710 4000 Anexos: 2421 / 1211  
[ventasconstruccion@qsindustrial.biz](mailto:ventasconstruccion@qsindustrial.biz)  
[ingenieria\\_pe@qsindustrial.biz](mailto:ingenieria_pe@qsindustrial.biz)  
[www.qsindustrial.biz](http://www.qsindustrial.biz)

1

Hoja Técnica / JM  
Versión 01-QSI  
Enero 2016

## EUCOCELL 1000®

### ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA CONCRETO LIGERO

#### PRESENTACIÓN

Cilindro 200kg = 50.3 galones\*  
\*galones americanos aproximados.

#### DIRECCIONES PARA SU USO

- EUCOCELL 1000 se aplica directamente en la mixer inmediatamente después de cargado.
- La mezcla óptima se obtiene cuando la consistencia es fluida.
- Después de adicionado el EUCOCELL 1000 es necesario dar como mínimo 8 minutos de mezcla.
- Debido a que el material puede incorporar del 35 - 45% de aire, el peso unitario estará entre el rango de 1500 - 2100 Kg/m<sup>3</sup> mientras un mortero y concreto convencional normal puede tener de 2200 - 2400 Kg/m<sup>3</sup>.
- Contenido de aire: se recomienda determinar el porcentaje de aire según norma ASTM C-173 Método Volumétrico.
- Se pueden obtener variaciones en la resistencia a la compresión entre 10 y 100 kg/cm<sup>2</sup> haciendo variación en la dosificación del cemento.
- El diseño de las mezclas puede variar en función de las necesidades y de las aplicaciones específicas requeridas.
- Los resultados a obtener varían con los diversos tipos de cementos y la calidad de agregados utilizados.
- Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, de acuerdo al tipo de obra o proyecto a realizar.
- EUCOCELL 1000 no contiene cloruro de calcio u otros ingredientes potenciales de corrosión.

#### PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

- Nunca lo agite con aire o lanza de aire.
- Cuando se utilice con otros aditivos, cada uno debe dosificarse por separado.
- No utilice aire para su agitación.
- No lo dosifique directamente sobre el cemento seco.
- Limpie con agua las herramientas y el equipo antes que se endurezca el mortero y/o concreto.
- Durante la manipulación usar las medidas de seguridad apropiadas. Usar el equipo de protección personal apropiado.
- Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua, para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto.



## EUCOCELL 1000®

### ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE PARA CONCRETO LIGERO

#### MANEJO Y ALMACENAMIENTO

EUCOCELL 1000 debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.  
Vida útil de almacenamiento: 1 año.



## ➤ HOJA DE SEGURIDAD – EUKOCELL 1000



Química Suiza Industrial  
del Perú S.A.  
Av. República de Panamá 2577  
Lima 17 - Perú  
www.qsiperu.com

Tel: 021 700 4000  
Fax: 021 700 4000



### HOJA DE SEGURIDAD- EUKOCELL 1000

#### SECCION 1- IDENTIFICACION DE PRODUCTO

Nombre comercial:	EUKOCELL 1000
Representante en el Perú:	Química Suiza Industrial del Perú S.A.
Teléfono:	710 – 4000 anexo 4065- 4066
Teléfono de Emergencia:	452-0709 anexo 8123
Dirección:	Av. República de Panamá 2577 La Victoria
Uso del producto:	Aditivo espumante para inyecciones de concretos y morteros.

#### SECCION 2 - IDENTIFICACION DE PELIGROS

##### Resumen de emergencias

Líquido ligeramente viscoso, incoloro, sin serios efectos bajo condiciones de uso normales. Respirar aire fresco. Evitar sobre exposición. Si los síntomas persisten consultar a un médico.

##### Efectos potenciales para la salud/ vías de exposición

Inhalación:	Sin serios efectos bajo condiciones de uso normales.
Ojos:	Contacto directo puede causar ligera irritación.
Ingestión:	Puede causar irritación gastrointestinal, náuseas y vómitos.
Piel:	Puede causar ligera irritación.

#### SECCION 3 – COMPOSICION DEL PRODUCTO

##### Descripción Química

Tensoactivo orgánico.

Componentes peligrosos	CAS-N°	%
------------------------	--------	---

#### SECCION 4 – MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Conseguir atención médica inmediata en cualquier caso de exposición prolongada.

Inhalación:	Respirar aire fresco. Monitorear problemas respiratorios. Dar oxígeno de ser necesario, si se presenta una tos persistente o tiene problemas en respirar, buscar atención médica inmediata.
-------------	---

Hoja de Seguridad V.00  
Febrero 2013



Químico Sano Industrial  
del Perú SA  
Av. República de Panamá 2577  
Lima 17 - Perú  
www.quimicosano.com

Tel: 021 751-0322  
Fax: 021 710-4250



## HOJA DE SEGURIDAD- EUCOCELL 1000

Ojos:	Lavar los ojos por 15 min, si persiste el malestar o irritación buscar atención médica inmediata.
Piel:	Lavar la parte afectada, si persiste el escozor o irritación buscar atención médica inmediata.
Ingestión:	Conseguir atención médica. No inducir al vómito.

### SECCION 5 – MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción:	No se espera que este producto arda bajo condiciones de uso normal. Usar producto químico seco, aspersor de agua, dióxido de carbono.
Productos de combustión peligrosos:	Monóxido de carbono y dióxido de carbono pueden formar humo.
Equipo de protección contra incendios:	Son aceptadas técnicas contra incendios. Usar ropa contra incendios, incluyendo aparatos para la respiración.
Condiciones de explosión y fuego:	No se espera que este producto se encienda bajo condiciones de uso normal.

### SECCION 6 – MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

Detener derrame, alejarlo del agua. Absorber derrame con arena, tierra u algún otro material adecuado. Transferirlo a adecuados contenedores para su desecho. Usar equipo adecuado. Evitar contacto con el material.

### SECCION 7 – ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN

Manipule el producto con higiene. Alejarlo de lugares fríos no use en áreas poco ventiladas. Prevenga inhalaciones de vapor ingestión y contacto con la piel u ojos y ropa. Mantenerlo cerrado cuando no sea usado. Las precauciones también aplican a contenedores vacíos. Almacenar en contenedores sellados y en lugares ventilados y secos.

Hoja de Seguridad V.00  
Febrero 2013



Química S.A. Industrial  
del Perú S.A.  
Av. República de Panamá 2577  
Lima 11, Perú  
www.quimicasa.com

T: (51) 1 711 3312  
F: (51) 1 711 4260



## HOJA DE SEGURIDAD- EUCOCELL 1000

### SECCIÓN 8 – CONTROL DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

#### Equipo de protección personal

Respiratoria:	No requerida bajo condiciones de uso normal. Usar equipo de respiración adecuado cuando la ventilación no es suficiente o si es necesario.
Protección de las manos:	Usar guantes de goma e indumentaria protectora para reducir exposición.
Protección para los ojos:	Usar gafas protectoras.
Protección para la piel:	Prevenir el contacto con los zapatos y la ropa. Usar delantal de goma y protectores para los zapatos.

### SECCIÓN 9 – PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Forma:	Líquido, ligeramente viscoso.
Color:	Transparente
Punto de fusión:	No determinado
Punto de congelamiento:	No determinado
Punto de descomposición:	No determinado
Punto de ebullición:	No determinado
Solubilidad en agua:	Soluble
Densidad (g/mL):	1.006 – 1.086
pH:	6.00 – 8.00

### SECCIÓN 10 – REACTIVIDAD / ESTABILIDAD

Evitar sustancias:	Ácidos y bases fuertes
Estabilidad:	Estable.
Polimerización peligrosa:	No ocurrirá.

### SECCIÓN 11 – INFORMACION TOXICIDAD/COMPONENTES PELIGROSOS

No existe datos disponibles.

### SECCIÓN 12 – INFORMACION ECOLOGICA

Ningún dato disponible.

Hoja de Seguridad V.00  
Febrero 2013

## HOJA DE SEGURIDAD- EUCOCELL 1000

### SECCIÓN 13 – CONSIDERACIONES SOBRE SU ELIMINACION

Desechar en cumplimiento con los reglamentos del estado y locales.

### SECCIÓN 14 – TRANSPORTACION/DATOS DE EMBARQUE

TGD / DOT Descripción de embarque:  
 MERCADERIA NO PELIGROSA

### SECCIÓN 15 – INFORMACION LEGAL REGULATORIA

#### Etiquetado según 88/379/EEC

Según directivas CE y la legislación nacional correspondiente, el producto no requiere etiqueta.

### SECCIÓN 16 – INFORMACION ADICIONAL

SALUD	1
FLAMABILIDAD	0
REACTIVIDAD	0
PPE	B

0 = mínimo  
 1 = ligero  
 2 = moderado  
 3 = serio  
 4 = severo





Química Sata Industrial  
del Perú SA  
Av. República de Panamá 2672  
Lima 11 - Perú  
[www.quimicasata.com](http://www.quimicasata.com)

T: (51) 71 422 422  
F: (51) 0 711 426 0



## HOJA DE SEGURIDAD- EUCOCELL 1000

### Información Adicional

Solo para uso industrial. Manténgase alejado de los niños. Las informaciones de precaución son ofrecidas únicamente para la consideración del usuario. Sujeta a su propia investigación de acuerdo a las regulaciones aplicables, incluyendo el uso de seguro de este producto bajo condiciones previsibles.

Central de emergencias de los bomberos : 116 6 2220222

La información contenida esta basada en datos considerados exactos. Pero no se expresa garantía que implique la consideración de exactitud de estos datos o el resultado obtenido por su uso. El vendedor no asume responsabilidades por daños al comprador o terceras personas causadas por el material. Si los procedimientos razonables de seguridad no son adheridos como se estipula en la hoja de datos adicional, el vendedor no asume responsabilidad por daños al comprador o terceras personas causadas por uso inadecuado del material. Incluso si los procedimientos de seguridad son seguidos, además, el comprador asume el riesgo del uso del material.

Hoja de Seguridad V.00  
Febrero 2013

## ➤ HOJA DE SEGURIDAD - NEOPLAST 8500



Química Suiza Industrial  
del Perú S.A.  
Av. República de Panamá 2577  
Lima 13 - Perú  
www.qsiperu.com

T +51 (0) 710 4000  
F +51 (0) 710 4050



### HOJA DE SEGURIDAD- NEOPLAST 8500 HP

#### SECCION 1- IDENTIFICACION DE PRODUCTO

Nombre comercial	: NEOPLAST 8500 HP
Compañía	: Química Suiza Industrial del Perú S.A
Teléfono	: 211 - 4000 anexo 4065- 4066
Teléfono de Emergencia	: 452-0709 anexo 8123
Dirección	: Av. República de Panamá 2577 La Victoria
Uso del producto	: Aditivo reductor de agua de alto rango y superplastificante sin retardo

#### SECCION 2 - IDENTIFICACION DE PELIGROS

##### Resumen de emergencias

Líquido ámbar, sin serios efectos bajo condiciones de uso normales. Respirar aire fresco. Evitar sobre exposición. Si los síntomas persisten consultar a un médico.

##### Efectos potenciales para la salud/vías de exposición

Inhalación	: Sin serios efectos bajo condiciones de uso normales.
Ojos	: Contacto directo puede causar ligera irritación.
Ingestión	: Puede causar irritación gastrointestinal, náuseas y vómitos
Piel	: Puede causar ligera irritación.

#### SECCION 3 – COMPOSICION DEL PRODUCTO

##### Descripción Química

Solución acuosa de poli acrilato - vinil

<u>Componentes peligrosos</u>	<u>CAS-Nº</u>	<u>%</u>
.....	.....	.....

#### SECCION 4 – MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Conseguir atención médica inmediata en cualquier caso de exposición

Inhalación	: Respirar aire fresco. Monitorear problemas respiratorios. Dar oxígeno de ser necesario, si se presenta una tos persistente o tiene problemas en respirar, buscar atención médica inmediata.
Ojos	: Lavar los ojos por 15 min, si persiste el escozor o irritación buscar atención médica inmediata.
Piel	: Limpiar área de contacto con jabón y agua si la irritación persiste conseguir ayuda médica.
Ingestión	: Conseguir atención médica. No inducir al vómito.

Versión 01  
Septiembre 2015



Química Siza Industrial del Perú SA  
Av. República de Panamá 25/07  
Lima 18 - Perú  
www.qsiindustrial.biz

T (+51) 0 710 4000  
F (+51) 0 710 4050



## HOJA DE SEGURIDAD- NEOPLAST 8500 HP

### SECCION 5 – DATOS SOBRE PELIGRO DE EXPLOSION Y FUEGO

Medios de extinción	: No se espera que este producto arda bajo condiciones de uso normal.
Productos de combustión Peligrosos	: Monóxido de carbono y dióxido de carbono pueden formar humo.
Equipo de protección contra incendios	: Son aceptadas técnicas contra incendios. Usar ropa contra incendios, incluyendo equipos para la respiración.
Condiciones de explosión y Fuego	: No se espera que este producto se encienda bajo condiciones de uso normal.

### SECCION 6 – MEDIDAS CONTRA DERRAMES ACCIDENTALES

Detener derrame, alejarlo del agua. Absorber derrame con arena, tierra u algún otro material adecuado. Transferirlo a adecuados contenedores para su desecho. Usar equipo adecuado. Evitar contacto con el material.

### SECCION 7 – ALMACENAJE Y MANIPULACION

Manipule el producto con higiene. Lavarse las manos antes de usar el producto. Alejarlo de lugares fríos no use en áreas poco ventiladas. Prevenga inhalaciones de vapor ingestión y contacto con la piel u ojos y ropa. Mantenerlo cerrado cuando no sea usado. Las precauciones también aplican a contenedores vacíos. Almacenar en contenedores sellados y en lugares ventilados y secos.

### SECCIÓN 8 – CONTROL DE EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

Respiratoria	: No requerida bajo condiciones de uso normal. Usar equipo de respiración adecuado cuando la ventilación no es suficiente o si es necesario.
Protección de las manos	: Usar guantes de goma e indumentaria protectora para reducir exposición.
Protección para los ojos	: Usar adecuados protectores para los ojos. Use gafas protectoras y/o protectores para el rostro para prevenir contacto visual. No use lente de contacto. No tocarse los ojos si hace contacto con el producto.
Protección para la piel	: Prevenir el contacto con los zapatos y la ropa. Usar delantal de goma y protectores para los zapatos.
Medidas de orden técnico	: No requeridas bajo condiciones de uso normal.

Versión 01  
Septiembre 2015



Química Siza Industrial del Perú SA  
Av. República de Panamá 25/7  
Lima 13 - Perú  
www.qsiindustrial.biz

T +51 0 710 4000  
F +51 0 710 4050

## HOJA DE SEGURIDAD- NEOPLAST 8500 HP

### SECCIÓN 9 – PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Forma	: Líquido
Color	: Ámbar
Punto de Congelamiento	: No determinado
Punto de ebullición	: No determinado
Solubilidad en agua	: Soluble
Densidad (g/mL)	: 1.086 – 1.116
pH	: 5.13 – 6.13

### SECCIÓN 10 – REACTIVIDAD / ESTABILIDAD

Evitar sustancias	: Ácidos y bases fuertes
Estabilidad	: Estable.
Polimerización peligrosa	: No ocurrirá.

### SECCIÓN 11 – INFORMACION TOXICIDAD/COMPONENTES PELIGROSOS

No existen datos disponibles.

### SECCIÓN 12 – INFORMACION ECOLOGICA

Ningún dato disponible.

### SECCIÓN 13 – CONSIDERACIONES SOBRE SU ELIMINACION

Desechar en cumplimiento con los reglamentos del estado y locales.

### SECCIÓN 14 – TRANSPORTACION/DATOS DE EMBARQUE

TGD / DOT Descripción de embarque:  
MERCADERIA NO PELIGROSA

### SECCIÓN 15 – INFORMACION LEGAL REGULATORIA

Etiquetado según 88/379/EEC  
Según directivas CE y la legislación nacional correspondiente, el producto no requiere etiqueta.

### SECCIÓN 16 – INFORMACION NFPA 704

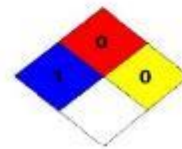
Versión 01  
Septiembre 2015



### HOJA DE SEGURIDAD- NEOPLAST 8500 HP

SALUD	1
INFLAMABILIDAD	0
REACTIVIDAD	0
EPP	0

0 = mínimo  
 1 = ligero  
 2 = moderado  
 3 = serio  
 4 = severo



#### Información Adicional

Solo para uso industrial. Manténgase alejado de los niños. Las informaciones de precaución son ofrecidas únicamente para la consideración del usuario. Sujeta a su propia investigación de acuerdo a las regulaciones aplicables, incluyendo el uso de seguro de este producto bajo condiciones previsibles.

Central de emergencias de los bomberos : 116 ó 2220222

La información contenida esta basada en datos considerados exactos. Pero no se expresa garantía que implique la consideración de exactitud de estos datos o el resultado obtenido por su uso. El vendedor no asume responsabilidades por daños al comprador o terceras personas causadas por el material. Si los procedimientos razonables de seguridad no son adheridos como se estipula en la hoja de datos adicional, el vendedor no asume responsabilidad por daños al comprador o terceras personas causadas por uso inadecuado del material incluso si los procedimientos de seguridad son seguidos, además, el comprador asume el riesgo del uso del material.

**ANEXO N°06: PANEL FOTOGRAFICO**  
**MATERIALES Y EQUIPOS**



**FOTO N° 01:** Lugar de donde se adquirió el agregado fino “cantera Irina Gabriela”.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 02:** Agregado fino, transportado en costales hasta el laboratorio.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 03:** Lugar de donde se adquirió las perlas de poliestireno, “acua trade”.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 04:** obtención de las perlas de poliestireno dentro del almacén.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 05:** Moldes cilíndricas de 4" x 8" de la marca Forney.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 06:** Aditivo NEOPLAST 8500 HP y EUCOCELL 1000

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 07:** Discos de Desbaste de la marca Forney, que sirven para rotura de probetas.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 08:** Almacenamiento del cemento Sol.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 09:** Alquiler de trompo.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 10:** Mezclado del agregado fino en tres capas.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**



**FOTO N° 11:** Toma de muestra.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 12:** Colocación del agregado fino en horno.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 13:** Recipientes con las muestras retiradas del horno.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 14:** Tamices para el análisis granulométrico.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

**PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO**

**FINO**



**FOTO N° 15:** Toma de muestra.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 16:** Secado a mano

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 17:** Prueba de cono de absorción, para verificar si las partículas del agregado fino están secas.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 18:** Llenado de agua en los frascos volumétricos.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 19:** Peso del agua con el frasco volumétrico.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 20:** Colocación y peso del agregado fino en el frasco con agua.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 21:** Vista de las muestras en los frascos volumétricos.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 22:** Colocación de las muestras de los frascos en un recipiente.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 23:** Colocación de los recipientes con las muestras en el horno.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 24:** Recipientes con las muestras retiradas del horno .

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

**MATERIAL QUE PASA POR TAMIZ N° 200 DE AGREGADO FINO.**



**FOTO N° 25:** Peso de las taras para la colocación del material.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 26:** Lavado del material.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 27:** Colocación del material lavado del tamiz N° 200 en el horno.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 28:** Recipientes con las muestras retiradas del horno .

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



## PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO



**FOTO N° 29:** Vista de la toma de muestra.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 30:** Proceso de secado.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 31:** Proceso de llenado en 3 capas,  
en el molde  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 32:** Peso de la muestra.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO



**FOTO N° 33:** Toma de muestra de las perlas de poliestireno.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 34:** Tamices que se usaron.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 35:** Realización del analisis granulometrico.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 36:** Vista del proceso de granulometria.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

**PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**



**FOTO N° 37:** Llenado de agua en los frascos volumétricos.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 38:** Peso de los frascos volumetricos con agua.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 39:** Proceso de llenado de las perlas de poliestireno.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 40:** Peso del frasco volumetrico con agua y las perlas de poliestireno

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**



**FOTO N° 31:** Ensayo del Peso unitario suelto, de las perlas de poliestireno.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 32:** Proceso de nivelacion de la muestra con el molde.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 33:** Ensayo del peso unitario compactado, mediante varillado, por 3 capas.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 34:** Peso de la muestra.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

**MATERIALES Y EQUIPOS A USAR PARA EL CONCRETO EN ESTADO FRESCO**



**FOTO N° 35:** Peso del agregado fino.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 36:** Peso de las perlas de poliestireno para el diseño de mezclas.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 37:** Peso de las perlas de poliestireno para el diseño de mezclas.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 38:** Vista de los materiales.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 39:** Peso del agregado fino para el contenido de humedad del diseño.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 40:** Moldes a usar.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

### PROCESO DE LA ELABORACION DE LA MEZCLA



**FOTO N° 41:** Vaciado de los materiales al trompo.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 42:** Vista de mezcla en el trompo.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 43:** Vaciado de la mezcla en carretilla para el transporte.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**N° 44:** Vaciado de la mezcla en los moldes cilindricos.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 45:** Chuseado de la mezcla en los moldes.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**46:** Vista panoramica de los moldes con mezcla de concreto.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

## ENSAYO DEL PESO UNITARIO



**FOTO N° 47:** Recogo de la mezcla para ser colocado en el molde.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 48:** Proceso de ensayo con varilla de 5/8" para obtener el Peso unitario de la mezcla.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

## ENSAYO DEL ASENTAMIENTO



**FOTO N° 49:** limpieza del piso, para evitar polvo.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 50:** Colocacion del cono de abrahams, para empezar con el ensayo.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).





**FOTO N° 51:** Colocación de la mezcla en el cono, en tres capas de igual volumen.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 52:** Compactación de la mezcla por capa en 25 golpes con la varilla uniformemente.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 53:** Enrazamos la superficie hasta que la mezcla quede en el nivel del cono.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 54:** Se procedió a levantar verticalmente el molde en  $5 \pm 2$  segundos, sin girarlo o moverlo lateralmente.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 55:** Con la regla metálica se obtendrá el nivel de asentamiento.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 56:** Se tomó la medida del asentamiento desde el centro de la masa asentada del concreto hasta la parte inferior de la varilla.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

### TEMPERATURA DEL CONCRETO



**FOTO N° 57:** Termometro, dispositivo de medición de temperatura.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 58:** Se dejó el dispositivo en el concreto durante al menos 2 minutos.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

## CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



**FOTO N° 59:** Desmolde de las probetas de los cilindros plasticos.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 60:** Vista de las Probetas desmoldadas.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 61:** Identificación de las probetas para el manejo de día de rotura.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 62:** Se sumergio a las probetas en agua para su curado.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 63:** Se retiro las probetas del agua a los 7, 14 y 28 días de curado, para rotura, antes de ello se toma la medida del diametro.  
**Fuente: Elaboración propia (2019).**



**FOTO N° 64:** Se colocó la probeta en la maquina para obtencion de la resistencia en los 7, 14 y 28 días, respectivamente.  
**Fuente: Elaboración propia (2019).**



**FOTO N° 65:** Vista de la probeta despues de rotura.  
**Fuente: Elaboración propia (2019).**



**66:** Fisuras de la probeta despues de rotura.  
**Fuente: Elaboración propia (2019).**

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL



**FOTO N° 67:** Desmolde de las probetas de los cilindros plasticos.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 68:** Se sumergio a las probetas en agua para su curado.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 69:** Se retiro las probetas del agua a los 7, 14 y 28 días de curado, para rotura,

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 70:** se toma la medida del diametro.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 71:** Se colocó la probeta en la maquina para obtencion de la resistencia en los 7, 14 y 28 dias, respectivamente

**Fuente: Elaboración propia (2019).**



**FOTO N° 72:** Vista de la forma en que debe ser colocado la probeta para el ensayo.

**Fuente: Elaboración propia (2019).**



**FOTO N° 73:** Vista de la probeta despues de rotura.

**Fuente: Elaboración propia (2019).**



**74:** Probetas despues de rotura.

**Fuente: Elaboración propia (2019).**

## RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO



**FOTO N° 75:** Desmolde de las vigas de los moldes.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 76:** Vista de las vigas desmoldadas.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 77:** Vista de las vigas en agua para su curado en 28 días.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



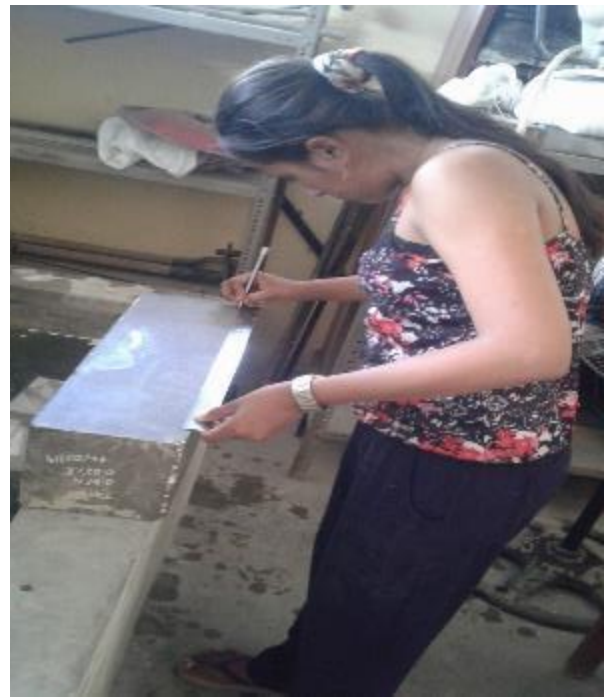
**FOTO N° 78:** Se procedió al ensablaje respectivo para la rotura .

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 79:** Vista despues del ensamblaje y colocacion de lo instrumentos necesarios para rotura.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 80:** Se procedio a sacar la viga del agua, luego con un lapiz se dibuja las medidas correctas para rotura, este proceso es para cada viga.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 81:** Colocacion de la viga en los instrumentos ya ensamblados.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 82:** Viga despues de rotura.

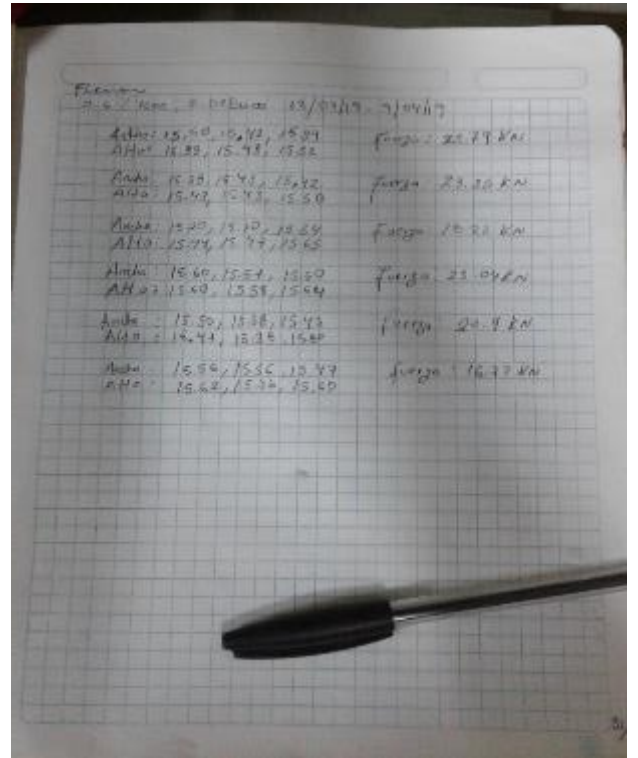
**Fuente:** Elaboración propia (2019).





**FOTO N° 83:** Se toma las medidas ancho y alto de la viga despues de rotura.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 84:** Cuaderno de apuntes de la fuerza de rotura y longitudes ancho, alto y diametro.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).

### MODULO DE ELASTICIDAD



**FOTO N° 85:** Retiro de las probetas del agua a los 28 días de curado.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 86:** Vista de las probetas retiradas.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 87:** Vista del aparato medidor de las deformaciones mediante un exometro.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 88:** Se procedió a colocar la probeta dentro del medidor.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 89:** Colocación del aparato medidor y la probeta dentro de la maquina de rotura.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 90:** Se procedio a colocar los datos dentro de la pantalla y las cargas cada 5KN para obtencion de la deformaciones.  
**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 91:** Vista de la probeta dentro de la maquina y el aparato medidor.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 92:** Vista de la pantalla cuando llega a su carga de resistencia permisible..

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 93:** Apuntes de las deformaciones cada 5 KN.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).



**FOTO N° 94:** Vista de la probeta luego de ser retirada del aparato medidor.

**Fuente:** Elaboración propia (2019).