

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**ANÁLISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO
VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICIÓN PARA
CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON
AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO**

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

CARLOS ERNESTO CÓRDOVA SÁNCHEZ

Chiclayo, 21 de marzo de 2018

**ANALISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO
VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICION PARA
CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON
AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO**

POR:

CARLOS ERNESTO CÓRDOVA SÁNCHEZ

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

**Ing. Justo David Pedraza Franco
PRESIDENTE**

**Ing. Héctor Augusto Gamarra Uceda
SECRETARIO**

**Mgtr. César Eduardo Cachay Lazo
ASESOR**

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	2
II.	MARCO TEÓRICO	3
2.1.	Bases Teórico Científicas	4
2.1.1.	Concreto.....	4
2.1.2.	Componentes del concreto	5
2.1.2.1.	Cemento	5
2.1.2.2.	Los agregados	6
2.1.2.2.1.	Agregado fino.....	6
2.1.2.2.2.	Agregado grueso	7
2.1.2.2.3.	Funciones del agregado	8
2.1.2.2.4.	Interrelación agregado-concreto.....	8
2.1.2.3.	Agua.....	8
2.1.3.	Reacciones químicas	9
2.1.3.1.	Reacción álcali-agregado.....	9
2.1.3.2.	Reacción álcali-sílice.....	9
2.1.3.3.	Reacción cemento-agregado.....	9
2.1.4.	Vidrio	9
2.1.4.1.	Tipos de vidrio.....	10
2.1.4.1.1.	Vidrio sódico-cálcico.....	10
2.1.4.1.2.	Vidrio de plomo	10
2.1.4.1.3.	Vidrio de borosilicato	10
2.1.4.1.4.	Vidrio de sílice	10
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1.	Diseño de investigación.....	10
3.1.1.	Hipótesis	11
3.1.2.	Diseño de contrastación	11
3.1.3.	Variables	11
3.1.4.	Indicadores.....	11
3.1.5.	Población y muestra.....	11
3.1.6.	Métodos.....	12
3.1.6.1.	Ensayos de los materiales.....	12
3.1.6.1.1.	Análisis granulométrico de agregado fino y grueso.....	12
3.1.6.1.2.	Contenido de humedad del agregado fino y grueso	14
3.1.6.1.3.	Peso específico de masa del agregado fino y grueso.	15
3.1.6.1.4.	Grado de absorción del agregado fino y grueso	17
3.1.6.1.5.	Peso volumétrico suelto del agregado fino y grueso.....	18
3.1.6.1.6.	Peso volumétrico varillado del agregado fino y grueso	19
3.1.6.2.	Concreto en estado fresco	20
3.1.6.2.2.	Tiempo de fraguado del concreto	20
3.1.6.2.1.	Asentamiento	20
3.1.6.2.2.	Peso Unitario	21
3.1.6.2.3.	Elaboración y curado de probetas cilíndricas	22
3.1.6.2.4.	Contenido de aire del concreto	22
3.1.6.3.	Concreto endurecido.....	28
3.1.6.3.1.	Resistencia a la compresión	28

3.1.6.4.	Durabilidad del concreto.....	30
3.1.6.4.4.	Durabilidad por desgaste	30
3.1.6.4.5.	Durabilidad por reacción álcali-sílice.....	31
3.1.8.	Técnicas de procesamiento de datos	33
3.2.	METODOLOGÍA.....	33
IV.	RESULTADOS	34
4.1.	Resultados preliminares.....	55
4.1.1.	Porcentaje de vidrio.....	64
4.1.2.	Exudación del concreto fresco:.....	68
4.1.3.	Contenido de aire	68
4.1.4.	Tiempo de fraguado por penetración.	68
V.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	72
VI.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	108
VII.	DISCUSIÓN.....	122
VIII.	CONCLUSIONES.....	127
IX.	RECOMENDACIONES	128
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
XI.	ANEXOS	130

Índice de tabla

Tabla N° 1: Límites de porcentaje que pasa, agregado fino.....	7
Tabla N° 2: Indicadores.....	11
Tabla N° 3: Tamaños a experimentar	11
Tabla N° 4: Porcentaje a experimentar	12
Tabla N° 5: Resultado de tamizado individual de agregados.....	14
Tabla N° 6: Gradación de agregados para RAS	32
Tabla N° 7: Peso Unitario del Concreto $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	65
Tabla N° 8: Peso Unitario del Concreto $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$	66
Tabla N° 9: Peso Unitario del Concreto $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$	67
Tabla N° 10: Exudación del concreto fresco	68
Tabla N° 11: Contenido de aire del concreto	68
Tabla N° 12: Resultados de tiempo de fraguado	71
Tabla N° 13: Estándares de calidad ambiental para material particulado	77
Tabla N° 14: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire	78
Tabla N° 15: Estándares nacionales de Calidad Ambiental para Ruido	79
Tabla N° 16: Características del viento en la ciudad de Chiclayo	83
Tabla N° 17: Sismos de mayor intensidad en el Norte del Perú	84
Tabla N° 18: Valores de dBa IN SITU	84
Tabla N° 19: Áreas naturales protegidas en Lambayeque	84
Tabla N° 20: Transporte en Chiclayo.....	85
Tabla N° 21: Matriz de Leopold de la construcción de la planta pulverizadora.	87
Tabla N° 22: Matriz de Leopold de la operación de la planta pulverizadora.....	88
Tabla N° 23: Matriz de Leopold de la elaboración de concreto utilizando vidrio pulverizado ..	89
Tabla N° 24: Valores límites permisibles según OMS.....	103
Tabla N° 25: Valores máximos permisibles por exposición a material particulado	104
Tabla N° 26: Respiradores según exposición de partículas	104
Tabla N° 27: Límites máximos permisibles del aire	106
Tabla N° 28: Costo unitario del vidrio pulverizado	108
Tabla N° 29: Costo de concreto en pavimento $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ sin vidrio pulverizado	108
Tabla N° 30: Costo de concreto en pavimento $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ con vidrio pulverizado	109
Tabla N° 31: Costo de concreto en pavimento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ sin vidrio pulverizado	109
Tabla N° 32: Costo de concreto en pavimento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ con vidrio pulverizado	110
Tabla N° 33: Costo de concreto en pavimento $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ sin vidrio pulverizado	110
Tabla N° 34: Costo de concreto en pavimento $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ con vidrio pulverizado	111
Tabla N° 35: Inversión inicial – sector Chiclayo.....	113
Tabla N° 36: Maquinaria especializada – sector Chiclayo.....	113
Tabla N° 37: Estudio de mercado del costo del vidrio.....	114
Tabla N° 38: Costos fijos – sector Chiclayo.....	114
Tabla N° 39: Costo variable – sector Chiclayo.....	114
Tabla N° 40: Amortización – sector Chiclayo.....	115
Tabla N° 41: Flujo de caja – sector Chiclayo	115
Tabla N° 42: Precio del vidrio pulverizado – sector Chiclayo	116
Tabla N° 43: Rentabilidad del proyecto – sector Chiclayo	116
Tabla N° 44: Inversión inicial – sector norte.....	118
Tabla N° 45: Maquinaria especializada – sector norte.....	118
Tabla N° 46: Estudio de mercado del costo del vidrio.....	119

Tabla N° 47: Costos fijos – sector norte.....	119
Tabla N° 48: Costo variable – sector norte.....	119
Tabla N° 49: Amortización – sector norte.....	120
Tabla N° 50: Flujo de caja – sector norte.....	120
Tabla N° 51: Precio del vidrio pulverizado – sector norte.....	121
Tabla N° 52: Rentabilidad del proyecto – sector norte.....	121
Tabla N° 53: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f^c = 385 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de tamaño óptimo.....	122
Tabla N° 54: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f^c = 420 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de tamaño óptimo.....	123
Tabla N° 55: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f^c = 455 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de tamaño óptimo.....	123
Tabla N° 56: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f^c = 385 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de porcentaje óptimo.....	124
Tabla N° 57: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f^c = 420 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de porcentaje óptimo.....	124
Tabla N° 58: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f^c = 455 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de porcentaje óptimo.....	125

Índice de figuras

Figura N° 1. Análisis granulométrico de los agregados.....	12
Figura N° 2: Recombinación de agregados.....	14
Figura N° 3. Peso específico de masa de los agregados.....	15
Figura N° 4. Grado de absorción del agregado fino.....	17
Figura N° 5. Peso volumétrico suelto de los agregados.....	18
Figura N° 6. Penetrómetro de concreto.....	20
Figura N° 7. Asentamiento del concreto fresco.....	20
Figura N° 8. Elaboración de probetas cilíndricas.....	22
Figura N° 9. Medidor contenido de aire - Olla Washington.....	22
Figura N° 10. Exudación del concreto fresco.....	25
Figura N° 11. Máquina de ensayo a la compresión.....	28
Figura N° 12. Tolerancia de tiempo de ensayo a la compresión.....	29
Figura N° 13. Tipos de falla de ensayo a la compresión.....	30
Figura N° 14 Equipo de desgaste al concreto.....	30
Figura N° 15: Equipo para ensayo de reacción álcali-sílice.....	31
Figura N° 16: Resistencia a la compresión - Curado en Laboratorio $f^c = 385 \text{ kg/cm}^2$	55
Figura N° 17: Resistencia a la compresión - Curado en Obra $f^c = 385 \text{ kg/cm}^2$	56
Figura N° 18: Resistencia a la compresión - Curado en Laboratorio $f^c = 420 \text{ kg/cm}^2$	56
Figura N° 19: Resistencia a la compresión - Curado en Obra $f^c = 420 \text{ kg/cm}^2$	57
Figura N° 20: Resistencia a la compresión - Curado en Laboratorio $f^c = 455 \text{ kg/cm}^2$	57
Figura N° 21 Resistencia a la compresión - Curado en Obra $f^c = 455 \text{ kg/cm}^2$	58
Figura N° 22: Resistencia a la compresión - Curado en laboratorio $f^c = 385 \text{ kg/cm}^2 - 2.5\%, 5\%$ y 10% de vidrio.....	58

Figura N° 23: Resistencia a la compresión - Curado por aspersión $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	59
Figura N° 24: Resistencia a la compresión - Curado por membrana impermeable $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	59
Figura N° 25: Resistencia a la compresión - Curado por compuesto curador $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	60
Figura N° 26: Resistencia a la compresión - Curado en laboratorio $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	60
Figura N° 27: Resistencia a la compresión - Curado por aspersión $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	61
Figura N° 28: Resistencia a la compresión - Curado por membrana impermeable $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	61
Figura N° 29: Resistencia a la compresión - Curado por compuesto curador $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	62
Figura N° 30: Resistencia a la compresión - Curado en laboratorio $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	62
Figura N° 31: Resistencia a la compresión - Curado por aspersión $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	63
Figura N° 32: Resistencia a la compresión - Curado por membrana impermeable $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	63
Figura N° 33: Resistencia a la compresión - Curado por compuesto curador $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.....	64
Figura N° 34: Tiempo de fraguado $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ – Concreto patrón.....	69
Figura N° 35: Tiempo de fraguado $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ – 10% vidrio.....	69
Figura N° 36: Tiempo de fraguado $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón.....	69
Figura N° 37: Tiempo de fraguado $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – 10% vidrio.....	70
Figura N° 38: Tiempo de fraguado $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ – Concreto patrón.....	70
Figura N° 39: Tiempo de fraguado $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ – 10% vidrio.....	70
Figura N° 40: Mapa del departamento de Lambayeque.....	80
Figura N° 41: Mapa de distrito de Chiclayo.....	81
Figura N° 42: Ubicación de la planta pulverizadora de vidrio.....	81
Figura N° 43: Ubicación de planta pulverizadora.....	82
Figura N° 44: Diagrama de temperatura en Chiclayo.....	83
Figura N° 45: Mapeo de niveles de ruido en proceso de producción de concreto.....	84
Figura N° 46: Casco de seguridad.....	102
Figura N° 47: Botas de seguridad.....	102
Figura N° 48: Guantes de seguridad.....	103
Figura N° 49: Gafas de montura integral con policarbonato.....	104
Figura N° 50: Respirador recomendado según OSHA y NIOSH.....	105
Figura N° 51: Residuos de vidrio total y seleccionado en sector Chiclayo.....	112
Figura N° 52: Residuos de vidrio total y seleccionado en sector norte.....	117

RESUMEN

La presente investigación corresponde al estudio del concreto añadiendo vidrio pulverizado como adición a la mezcla, sabiendo que existe en el distrito de Chiclayo déficit en reciclar el vidrio es por ello que se busca ser aplicado al concreto, sabiendo que el vidrio posee alto contenido de sílice este puede aportar cierta resistencia al concreto, por lo que se busca conocer cuál es el porcentaje y tamaño óptimo de vidrio que puede ser añadido al concreto.

El estudio se basó en estudio de los agregados de las canteras más representativas de la zona y así también la evaluación de concreto en estado fresco y endurecido, y la durabilidad del concreto

PALABRAS CLAVE

Agregado, concreto, resistencia, vidrio.

ABSTRACT

This research is in accordance with the study of concrete that adds powdered glass as the addition to the mixture, knowing that there is a deficit in the district of Chiclayo and recycles the glass, which is why it is sought to be applied to concrete, knowing that the glass has The high content of silica East can provide some resistance to the concrete, which is why it is sought to know the percentage and the optimum size of glass that can be added to the concrete.

The study was based on the study of the aggregates of the most representative quarries of the area and also the evaluation of concrete in the fresh and hardened state and the durability of the concrete.

KEYWORDS

Aggregate, concrete, resistance, glass.

I. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años la emisión de gases de efecto invernadero ha ido aumentando considerablemente en los diferentes países, ya sea por la quema de basura o de elementos que son desechados y llevados a botaderos informales o inadecuados.

Hoy por hoy, la contaminación ambiental es uno de los grandes problemas por la cual atravesamos, y esto es por la actividad humana que se lleva de manera descontrolada y el déficit que existe en la gestión de los residuos.

En el distrito de Chiclayo, el porcentaje de residuos sólidos es de la siguiente manera, materia orgánica 57.02%, de madera 2.43%, papel 10.30%, cartón 3.80%, vidrio 1.80%, plástico PET 2.65%, plástico duro 5.60%, bolsas 1.80%, tecnopor y similares 2.70%, metales 1.11%, telas y textiles 0.94%, caucho, cuero y jebe de 1.51%, pilas 0.20%, restos de medicina y focos 0.03%, residuos sanitarios 0.20%, material inerte 3.41% (MINAM 2014).

Dado el alto nivel de contaminación por la falta de gestión de residuos sólidos aproximadamente la generación domiciliar de Chiclayo es de 138.10 ton/día, y 50,406.00 ton/año (Organización para el desarrollo sostenible 2012).

Es por ello que se plantea la siguiente interrogante, ¿Cuál es el resultado del análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo?

Y es en que los últimos años el sector construcción en el Perú ha ido aumentando considerablemente, esto nos lleva a pensar que el uso del concreto ha ido aumentando proporcionalmente al aumento de la construcción, siendo el punto de inicio de esta investigación la incorporación de materiales reciclables en este caso el vidrio.

En el **aspecto ambiental**; se busca reducir esta cantidad de vidrio que llega a los botaderos y darle un nuevo uso para así disminuir este tipo de residuo, sabiendo aunque el vidrio puede ser reusado para fabricar más vidrio.

En el **aspecto técnico**, dependerá de los resultados puede mejorar o verse reducido las propiedades de resistencia del concreto, y es que hipotéticamente mejoraría la resistencia del concreto.

En el **aspecto económico**, sería hipotéticamente más barato aplicar vidrio pulverizado que aplicar micro sílice para mejorar su resistencia, esto dependerá del análisis de costo que se realice.

En el **aspecto social**, impulsará al buen manejo de residuos sólidos domiciliarios, nos permitirá incentivar la práctica del reciclaje y el reúso del vidrio que muchas veces llegan al botadero y no vuelven a ser usados, además de mostrar un Chiclayo limpio y con menos desechos, dando una mejor imagen a nuestra ciudad.

En el **aspecto científico**, el vidrio pulverizado se semejaría al micro sílice por lo que el vidrio tiene alto contenido de sílice alcanzando un aproximado de 70% de este compuesto en botellas de vidrio, y este nos permitiría tener resistencia considerablemente altas con la finalidad de colocar el concreto en servicio a una edad mucho menor. Según el Ingeniero Enrique Rivva López, la micro sílice

tiene como tamaño de 0.1-0.2 um, pero dentro de la clasificación de la micro sílice hay un tipo de micro sílice peletizada la cual se forman pequeñas esferas de micro sílice de 0.5-1 mm de diámetro, la cual esta tipo de micro sílice puede ser mezclada con el cemento portland.

Ante ellos se maneja la siguiente hipótesis, el uso de vidrio pulverizado a la mezcla de concreto permitirá de cierta forma obtener concreto de alta resistencia por el alto contenido de sílice que tiene, semejándose el vidrio pulverizado al micro sílice.

Siendo el objetivo general de esta investigación evaluar el concreto simple utilizando vidrio pulverizado para la obtención de concreto de alta resistencia, para ellos se plantea los siguientes objetivos específicos realizar distintos diseños mezclas con distintas proporciones para ofrecer un estudio comparativo, determinar el porcentaje más óptimo para el uso del vidrio pulverizado, determinar el tamaño óptimo para el uso del vidrio pulverizado, comparar ensayos de compresión a los testigos en distintas fechas para ver el avance evolutivo del comportamiento de la resistencia, realizar un estudio comparativo de costos , realizar una evaluación de impacto ambiental.

II. MARCO TEÓRICO.

- Arteaga, Carlos Javier Catalán. «Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20 Y H30.» Tesis para optar título de ingeniero civil, Valdivia, 2013.

Se presenta el diseño de tres tipos de concreto con diferentes contenidos de concreto y diferentes porcentajes de vidrio triturado de tamaños que varían de 1.5mm hasta los 2.5mm y fueron colocadas en diferentes proporciones, el cuales los resultados arrojaron que el concreto no sufre variación en el peso del concreto ya que el vidrio posee una densidad parecida al de los áridos, y se notó un aumento en la resistencia a la compresión al incluir 10% de vidrio en la mezcla.

- Poveda, Ricardo, Victoria Granja, Daniel Hidalgo, y Carlos Ávila. «Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A.» Revista Politécnica 35.

Las partículas de vidrio a usar fueron de dos tipos, vidrio de grano fino el cual se tamizo por las mallas de los agregados finos y vidrio de grano grueso el cual se tamizo por las mallas de los agregados gruesos, y es que se les realizo ensayo a la compresión el cual se determinó que un 25% de vidrio de grano fino presenta una mayor resistencia a la compresión que aquellos con 15% de vidrio de granulometría gruesa. Los autores sustentan que la resistencia a la compresión es mayor con el uso de vidrio de granulometría fino respecto al de granulometría gruesa, debido a la rigidez dada por las propiedades mecánicas del vidrio, geometría y tamaño.

Los autores concluyen que el uso de vidrio como agregado para la fabricación de adoquines incrementa la resistencia al desgaste, por lo tanto se recomienda su uso. El vidrio usado debe ser empleado en reemplazo parcial de los agregados. Los autores no recomienda el uso de vidrio en proporciones mayores de 25% para el vidrio de grano grueso y 15% para el vidrio de granulometría fina, debido a que la resistencia la desgaste deja de incrementar y el uso de vidrio resultado costoso.

Los autores hacen referencia que el vidrio puede emplearse como agregado entre 10% - 20% del peso de la mezcla total, debido a que ese fue el intervalo donde los adoquines tuvieron mejor resistencia al desgaste.

En cuanto al beneficio ambiental, los autores refieren que disminuye la alteración del equilibrio ecológico ocasionado por la extracción de material prima requerida para el adoquín, es decir que prolongan la vida de las canteras o lugares de extracción del material, se reduce el riesgo potencial de cortes y laceraciones, acarreados manejo y almacenamiento de los residuos sólidos no biodegradables que contiene fracciones de vidrio, además el reciclar vidrio desechado reduce la contaminación del aire debido a la quema de combustibles durante el proceso de extracción minera.

2.1. Bases Teórico Científicas.

2.1.1. Concreto.

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado. (Rivva Lopez 2000).

La pasta es el resultado de la combinación del material cementante con el agua. Según el Ing. Enrique Rivva López, la pasta es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de este.

El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas o en contacto unas con otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecida.

La mezcla de concreto deberá cumplir con los siguientes requisitos básicos:

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

El ACI (Instituto Americano del Concreto) menciona que el concreto de alta resistencia, tiene las características de los materiales las siguientes:

- Cemento: Son recomendables los tipos I y II, que tengan silicato tricálcico mayores a los normales.
- Agregado grueso: Son las piedras de estructura geológica sana y que se encuentren bien gradada, con bajo nivel de absorción, de tamaño variado y densidad elevada
- Agregado fino: Con poco contenido de material fino.
- Agua: Requiere estar dentro de las normas establecidas
- Adiciones: Elemento que permiten mejorar las propiedades del concreto fresco y endurecido

VENTAJAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA.

El ingeniero Enrique Rivva López menciona que el empleo de concreto de alta resistencia en Perú ya está siendo aplicado, siendo algunas ventajas del empleo de concretos de alta resistencia son:

- Se puede obtener mayor resistencia de diseño.
- Se puede introducir mayores niveles de prefuerzo y se puede reducir el deterioro de las piezas durante su entrega y manipulación.

- Se puede propiciar la transmisión del presfuerzo a edades tempranas.
- Con la alta resistencia, la sección transversal de la estructura puede reducirse, lo que lleva a la disminución de carga muerta.
- La trabajabilidad que se alcanza en estos concretos con bajas relaciones agua-material cementante permite mejorar la impermeabilidad de los mismos.

2.1.2. Componentes del concreto

2.1.2.1. Cemento

El cemento portland esta hecho de minerales cristalinos en polvo muy fino, compuesto principalmente de silicatos de calcio y aluminio.

El cemento portland normal deberá cumplir con los requisitos indicados en la Norma ASTM C150 para los tipos I, II y V, los cuales se fabrican en el Perú. Alternativamente podrán emplearse los requisitos de las Normas NTP para cementos. (Rivva Lopez 2000).

El cemento portland tipo I se empleara en todos aquellos casos en que no se requieren en el concreto las propiedades especiales especificadas para los otros tipos. Debe cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C150 o NTP 334 039. (Rivva Lopez 2000)

El cemento portland tipo II se recomienda para construcciones de concreto expuestas a moderado ataque por sulfatos, o en aquellos casos en que se requiere un moderado calor de hidratación. Este cemento tendrá un contenido de aluminato tricálcico (C3A) menor del 8%; menores cambios de volumen; menor tendencia a la exudación; mayor resistencia al ataque por sulfatos; y menor generación de calor; así como adecuadas resistencias tanto en las edades iniciales como en las finales. Este cemento debe cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 150 o de la Norma NTP 334.038. (Rivva Lopez 2000).

El cemento portland tipo V se recomienda cuando se requiere en concreto alta resistencia a la acción de los sulfatos; alta resistencia en compresión; o baja generación de calor. Este cemento tendrá un contenido de aluminato tricálcico (3ª) menor del 5%. Deberá cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C 150 o NTP 334.03. (Rivva Lopez 2000).

Para la fabricación del cemento portland se procede de la siguiente manera, la materia prima, material calizo y material arcilloso, se tritura, mezcla y muele hasta reducirla a un polvo fino. Los procedimientos de mezcla y molido pueden efectuarse en seco o húmedo. La dosificación de los materiales debe ser la adecuada a fin de evitar perjuicio en la calidad.

El polvo fino pasa a un horno rotatorio donde es calentado lentamente hasta el punto de clinkerización. En la etapa inicial del proceso de calentamiento el agua y el anhídrido carbónico son expulsados. Al acercarse la mezcla a las regiones más calientes del horno se producen las reacciones químicas entre los constituyentes de la mezcla cruda. Durante estas reacciones se forman nuevos compuestos, algunos de los cuales alcanzan el punto de fusión.

Al definir el Clinker se indicó que el crudo del cual procede está constituido por mezclas de materiales primas de naturaleza caliza y arcillosa. Las calizas, esencialmente silicatos cálcicos, y las arcillas, principales aportadores de sílice junto con sus intermedias las margas, aportadoras de alúmina y hierro, constituyen de las que pudiera llamarse materias primas principales para la fabricación del cemento portland.

Cuantitativamente el componente más importante del cemento es la cal, siguiendo a gran distancia la sílice, a ésta la alúmina y finalmente el óxido de hierro.

Como ya se ha indicado el grupo de los componentes principales incluye:

Sílice (anhídrido silícico)	SiO ₂
Cal (óxido cálcico)	CaO
Alúmina (óxido alúmino)	Al ₂ O ₃
Oxido Férrico	Fe ₂ O ₃

Siendo la composición de óxidos del cemento:

CaO	60% al 67%
SiO ₂	17% al 25%
Al ₂ O ₃	3% al 8%
Fe ₂ O ₃	0.5% al 6%

Estos cuatro compuestos principales del Clinker suponen del 90% al 95% del total. El porcentaje restante corresponde a los llamados compuestos secundarios, los cuales pueden agruparse en:

- Oxido de Cal libre
- Oxido de magnesia
- Óxidos de sodio y potasio.

2.1.2.2. Los agregados

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendida entre los límites fijados en la norma NTP 400.11.

Los agregados pueden ser obtenidos o producidos a partir de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas. La presencia o ausencia de un tipo geológico determinado no es suficiente para definir a un agregado como adecuado o inadecuado. (Rivva Lopez 2000)

2.1.2.2.1. Agregado fino

Agregado fino: Se define como agregado fino a aquel que posee partículas muy finas, tienen que ser agregados menores de 4.75 mm (malla N° 4) pero mayores de 0.075 mm (malla N° 200) y cumplen con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o ASTM C33. (Rivva Lopez 2000)

Los agregados podrán consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas y resistencia, libres de polvo, partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales otras sustancias dañinas para el concreto. (Rivva Lopez 2000)

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la Normas NTP 400.037 o ASTM C33. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme y continua, con valores retenidos en las mallas N°4 a N° 100. Se recomienda los siguientes límites.

Tabla N° 1: Limites de porcentaje que pasa, agregado fino

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8''	100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	10 a 30
N° 100	2 a 10

Fuente: Norma NTP 400.037

Para que el concreto tenga trabajabilidad adecuada las partículas de agregado grueso deben estar espaciadas de manera tal que puedan moverse con facilidad durante los procesos de mezcla y colocación. Igualmente se conoce que el agregado fino actúa como un lubricante de agregado grueso, ayudando a colocar el material de tamaño mayor uniformemente distribuido en la masa de concreto. (Rivva Lopez 2000)

Se sabe también que cuanto menor es el módulo de fineza, dentro de los límites indicados, mayor es el valor lubricante del agregado fino, pudiéndose emplear menor cantidad de este y mayor cantidad de agregado grueso en la mezcla sin que este deje de ser trabajable. (Rivva Lopez 2000)

2.1.2.2.2. Agregado grueso

Son partículas de agregado mayor de 4.75mm, y el tamaño máximo que se utiliza dependerá de la calidad de agregado que se producen en la zona, y que cumple con los límites establecidos en las Normas ITINTEC 400.037 o ASTM C33. (Rivva Lopez 2000)

El agregado grueso puede consistir de piedra partida, grava natural o triturada, agregados metálicos naturales o artificiales, concreto triturado, o una combinación de ellos. Estará conformado por partículas cuyo perfil sea preferentemente angulas o semiangular, limpias duras, compactas, resistentes, de textura preferentes angulas y libres de materiales escamosos. (Rivva Lopez 2000)

Las partículas deberán ser químicamente estables y estarán libre de escamas, tierra polvo, limo, sales, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica y otras sustancias dañinas. (Rivva Lopez 2000)

Se debe tener en cuenta que el tamaño máximo es aquel que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso, y el tamaño máximo nominal corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

En relación con el perfil del agregado grueso, está demostrado que la piedra chancada, cuando se la compara con agregado de perfil redondeado, requiere mayor cantidad de agregado fino para compensar el perfil angular de las partículas, en orden a obtener un mezclado comparable en trabajabilidad a aquellas en las que se emplea grava.

Los cambios de angulosidad del agregado tiene un efecto más importante sobre la trabajabilidad que los q pueden presentarse en el espesor de aquel y, en general, un incremento en la angulosidad conduce a una reducción en la trabajabilidad.

2.1.2.2.3. Funciones del agregado

El Ing. Sagastegui Plasencia nos menciona las tres principales funciones del agregado en el concreto son.

- Proporcionar un relleno adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de esta por unidad de volumen y, es decir, reduce el costo de producción de unidad cubica de concreto.
- Proporcionar una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas, de desgaste, o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.
- Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecido.

2.1.2.2.4. Interrelación agregado-concreto

El Ing. Sagastegui Plasencia nos da conocer las propiedades del concreto resultante del empleo de un agregado determinado depende de:

- La composición mineral de las partículas de agregado, la cual influyen fundamentalmente sobre la resistencia y durabilidad del concreto.
- Las características superficiales de las partículas, las cuales influye especialmente sobre la trabajabilidad, fluidez y consistencia del concreto.
- El volumen de agregado por unidad de volumen de concreto, el cual influye especialmente en los cambios de volumen debidos a los procesos de humedecimiento y secado.
- La porosidad y absorción del agregado, las cuales influyen sobre la relación agua-cemento.

2.1.2.3. Agua

El agua es vital para el mezclado y el curado, para la primera debe de ser potable sin tener un sabor u olor notable, aproximadamente ocupa un 10% - 25% de cada m³ producido. Este debe estar libres de sulfatos que puedan ser agresivos al cemento, este elemento debe de estar libre de impurezas que puedan producir eflorescencia o corrosión del refuerzo (Rivva Lopez 2000).

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr:

- La formación del gel.
- Facilitar una colocación del concreto
- En estado endurecido la convertirán en un producto de las propiedades y características deseadas.

El agua que a der empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 330.088, de preferencia potable. (Rivva Lopez 2000).

Según el American Concrete Instituye, el agua de mezclado debe cumplir los siguientes requisitos:

- El agua empleada en el mezclado del concreto, deberá estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica y otras sustancias peligrosas para el concreto o refuerzo.
- No deberá emplearse en las concretas aguas no potables.
-

2.1.3. Reacciones químicas.

2.1.3.1. Reacción álcali-agregado.

Los estudios permitieron determinar, el mecanismo fundamental de la reacción álcali-agregado que parecía estar asociado con la formación de unidades de expansión por hinchazón osmótica del gel sílice, la misma que era producida por interacción química de rocas silíceas con los álcalis liberados por hidratación del cemento.

Dichas unidades de expansión ejercen presión cuando el concreto está húmedo, pero muy raras veces originan rajaduras cuando el concreto se seca, aparentemente debido a que éste tiene una adecuada resistencia en compresión pero muy baja en tensión.

Dicha expansión, producida por reacción química álcali-agregados, origina deterioros que se caracterizan por grandes expansiones internas; rotura, generalmente de forma indefinida y de gran tamaño; exudación gelatinosas y depósito amorfos blanquecinos en la superficie y dentro de la masa de concreto, especialmente en los vacíos y zonas adyacentes a partículas de agregado deterioradas así como en zonas periféricas de reactividad, alteración o infiltración en las partículas de agregado. (Rivva Lopez 2000)

2.1.3.2. Reacción álcali-sílice

El deterioro del concreto debido a la reacción expansiva entre los constituyentes silíceos de algunos agregados y los óxidos de sodio y potasio, se manifiesta con el deterioro del concreto debido a esta reacción son de expansión; agrietamiento; exudación del gel producto de la reacción álcali-sílice a través de las grietas, con formación de una jalea o costas duras sobre la superficie; anillos de reacción sobre las partículas de agregado en el interior del concreto y, ocasionalmente, empolladuras. Algunas de estas manifestaciones también pueden ocurrir por otra causa tales como el ataque por sulfatos.

El material potencialmente reactivo presente en las rocas incluye el ópalo, la calcedonia, el cuarzo micro cristalino o criptocristalino, el cuarzo cristalino intensamente fractura o esforzado, y los vidrios de latita o andesita, o los productos de desvitrificación de estos vidrios. Todos estos materiales son altamente silicosos. (Rivva Lopez 2000).

2.1.3.3. Reacción cemento-agregado

La reacción cemento-agregado es el nombre que se da a una reacción álcali-sílice especial en aquellos casos en que ésta se presenta aun cuando se emplee un cemento de bajo contenido de álcali. Este es un tipo de reacción en el que el movimiento de humedad y secado posterior pueden originar una concentración de álcalis en área localiza del concreto (Rivva Lopez 2000).

2.1.4. Vidrio

El vidrio es un material transparente, amorfo, duro y frágil; producto de la combustión y fusión de la arena. El resultado que se obtiene a partir de este proceso es una estructura molecular muy poco compacta y organizada por tanto deja muchos espacios a través de los cuales pasan los rayos de luz.

Se componen de sílice en más de 60%, carbonato o sulfato de sodio/potasio: sirve para que la sílice funda a menor temperatura y piedra caliza que su función es estabilizar la mezcla y darle durabilidad.

El vidrio se hace en un reactor de fusión, en donde se calienta una mezcla que casi siempre consiste en arena silícea y óxidos metálicos secos pulverizados o granulados. En el proceso de la fusión se forma un líquido viscoso y la masa se hace transparente y homogénea a temperaturas mayores de 1000 °C. Al extraerlo del reactor, el vidrio adquiere una rigidez que permite darle forma y manipularlo. Controlando una temperatura de enfriamiento se evita desvitrificación o cristalización. (Lopez y Martínez 1995)

2.1.4.1. Tipos de vidrio.

2.1.4.1.1. Vidrio sódico-cálcico.

Está formado por sílice, sodio y calcio principalmente. La sílice es parte de la materia prima básica, el sodio le da cierta facilidad de fusión y el calcio la provee de estabilidad química. Sin el calcio el vidrio sería soluble hasta en agua y prácticamente no serviría para nada. Este tipo de vidrio es el que se funde con mayor facilidad y el más barato. Por eso la mayor parte del vidrio incoloro y transparente tiene esta composición. (Lopez y Martínez 1995).

2.1.4.1.2. Vidrio de plomo.

Este tipo de vidrio sustituye el óxido de calcio por óxido de plomo. Es igual de transparente que el vidrio sódico-cálcico, pero mucho más denso, con lo cual tiene mayor poder de refracción y de dispersión. Se puede trabajar mejor que aquél porque funde a temperaturas más bajas. Su coeficiente de dilatación calorífica es muy elevado, lo cual quiere decir que se expande mucho cuando se aumenta la temperatura y por lo tanto no tiene gran resistencia al choque térmico. (Lopez y Martínez 1995).

2.1.4.1.3. Vidrio de borosilicato.

Después de la sílice, su principal componente es el óxido de boro. Es prácticamente inerte, más difícil de fundir y de trabajar. Tiene alta resistencia a cambios bruscos de temperatura, pero no tan alta como la del vidrio de sílice puro.

2.1.4.1.4. Vidrio de sílice.

Formado con 96% de sílice es el más duro y el más difícil de trabajar, pues es necesario emplear una costosa técnica al vacío para obtener un producto para usos especiales, que transmite energía radiante del ultravioleta y del infrarrojo con la menor pérdida de energía. (Lopez y Martínez 1995).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Diseño de investigación.

La presente tesis es de tipo experimental ya que requiere de una descripción del análisis del tema a investigar mediante recolección de datos, así como también aplicar la teoría del concreto de alta resistencia y puesta a prueba en un laboratorio, y poder observar las características que pueden ser modificadas del concreto al añadir un elemento de reciclaje como es el vidrio.

3.1.1. Hipótesis

La elaboración de concreto usando agregados de la ciudad de Chiclayo y añadiendo a la mezcla el tamaño de vidrio óptimo y el porcentaje óptimo nos permitirá tener un concreto de alta resistencia con mejores propiedades a de los concretos convencionales.

3.1.2. Diseño de contrastación

- De acuerdo al diseño de investigación es experimental. Requiere de una descripción del análisis del tema a investigar mediante recolección de datos.
- De acuerdo al fin que se persigue es aplicada. Se utilizan los conocimientos obtenidos en la carrera de Ingeniería Civil Ambiental.

3.1.3. Variables

El presente proyecto de investigación contempla como variables los siguientes puntos.

- Variable independiente: Vidrio Pulverizado
- Variable dependiente: Diseño de mezcla

3.1.4. Indicadores

Tabla N° 2: Indicadores

INDEPENDIENTE	DEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS	INDICE		
VIDRIO PULVERIZADO	DISEÑO DE MEZCLA	AGREGADO FINO	Granulometria	Tamices	porcentaje		
			Contenido de humedad	Balanza, Horno y recipiente	porcentaje		
			Peso específico	Matras, balanza y recipiente	kg/m ³		
			Grado de absorcion	balanza	porcentaje		
		AGREGADO GRUESO	Granulometria	Tamices	porcentaje		
			Contenido de humedad	Balanza, Horno y recipiente	porcentaje		
			Peso específico	Matras, balanza y recipiente	kg/m ³		
			Grado de absorcion	balanza	porcentaje		
		CEMENTO		Cemento	Recipiente estandar	bolsa/kilogramo	
		VIDRIO		Granulometria		Tamices	porcentaje
			ENSAYO DE CONCRETO		Ensayo de compresion	Maquina de compresión axial	kg/cm ²
					Ensayo de durabilidad	Equipos de simulacion	porcentaje
		EVALUACIÓN DEL MEDIO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Producción de residuos	Datos bibliográficos: Indices de generación de residuos solidos	porcentaje	

Fuente: propia

3.1.5. Población y muestra

La cantidad de probetas de diferenciará en dos fases, la cual la primera fase nos permitirá conocer cuál es el tamaño óptimo del vidrio a usar para el concreto de alta resistencia, el tiempo para esta fase se observará en el cronograma; mientras que la segunda fase nos permitirá saber, ya con el tamaño óptimo seleccionado determinar cuál es el porcentaje óptimo de vidrio a usar, el tiempo para esta fase se observará en el cronograma.

Tabla N° 3: Tamaños a experimentar

Malla (mm)	Tamaños a experimentar		
	N° 100	N° 200	N°200
	0.15	0.075	< 0,075
Numero de probetas	2	2	2
Días de ensayo	4	4	4
Curado	2	2	2
f'c*	3	3	3
SUB TOTAL	48	48	48
Concreto patron	48		
TOTAL DE PROBETAS	192		

*Los f'c a experimentar son: 385 kg/cm², 420 kg/cm² y 455

Fuente: Propia 2016

Tabla N° 4: Porcentaje a experimentar

Descripcion	F'c: 385 kg/cm2			F'c: 420 kg/cm2			F'c: 455 kg/cm2		
	2.5	5	10	2.5	5	10	2.5	5	10
Numero de probetas	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Dias de ensayo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Curado	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SUB TOTAL	24	24	24	24	24	24	24	24	24
TOTAL DE PROBETAS			216						

Fuente: Propia 2016

3.1.6. Métodos.

3.1.6.1. Ensayos de los materiales.

3.1.6.1.1. Análisis granulométrico de agregado fino y grueso NTP 400.012 2001.

La granulometría es la distribución de distintos tamaños de agregados que contiene una muestra determinada.

Este análisis granulométrico nos permite determinar la distribución y los diferentes tamaños de partículas que posee una muestra de agregado fino o grueso, dicha muestra es separada por una serie de tamices normados, es muy importante saber los diferentes tamaños de partículas de los agregados ya que de ellos dependerán algunas propiedades de los concreto.

Figura N° 1. Análisis granulométrico de los agregados



Fuente: propia

Instrumentos

- Tamices (dependerá del tipo de agregado a analizar)
- Brocha
- Tazón
- Balanza
- Agregados

Se deberá tener los siguientes conceptos básicos:

Tamaño máximo: Se refiere al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso

Tamaño máximo nominal: Se refiere al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido

Módulo de fineza: Índice de grosor del conjunto de partículas del agregado y se calcula sumando los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: 3'', 1/2'', 3/4'', 3/8'' N°4, N°16, N°30, N°50 y N°100.

Curva granulométrica: Grafico que nos permite apreciar las diferentes cantidades en porcentaje de peso retenido de una determinada muestra

Husos granulométricos: Límites normados granulométricos que se utilizan para verificar si la muestra tiene una correcta distribución de tamaño

Procedimiento:

Para el agregado fino:

1. Se deberá tener una muestra seca de por lo menos 1000 gramos.
2. En este caso por ser agregado fino se separará por los siguientes tamices: N°4, N°8, N°16, N°50, N°100, N°200 y fondo.
3. Se procederá a vaciar la muestra seca en el tamiz superior y se procederá a mover en forma circular todo el grupo de tamices por un tiempo determinado.
4. Se comienza a verificar tamiz por tamiz la muestra retenida para posteriormente pesarla en la balanza previamente tarada.
5. Se realizaran los cálculos para obtener el porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa.
6. Se graficará la curva granulométrica

Para el agregado grueso:

1. Se deberá tener una muestra seca de por lo menos 5000 gramos.
2. En este caso por ser agregado fino se separará por los siguientes tamices: 3'', 2'', 1 1/2'', 1, 1 3/4'', 1/2'', 3/8'', N°4 y fondo.
3. Se procederá a vaciar la muestra seca en el tamiz superior y se procederá a mover en forma circular todo el grupo de tamices por un tiempo determinado.
4. Se comienza a verificar tamiz por tamiz la muestra retenida para posteriormente pesarla en la balanza previamente tarada.
5. Se realizaran los cálculos para obtener el porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa.
6. Se graficará la curva granulométrica.

Métodos para recombinación de agregados:

Un agregado grueso tiene que cumplir diversas especificaciones técnicas de calidad, la más importante es la distribución de tamaño, para ellos existen dos métodos: método de tanteo y método gráfico:

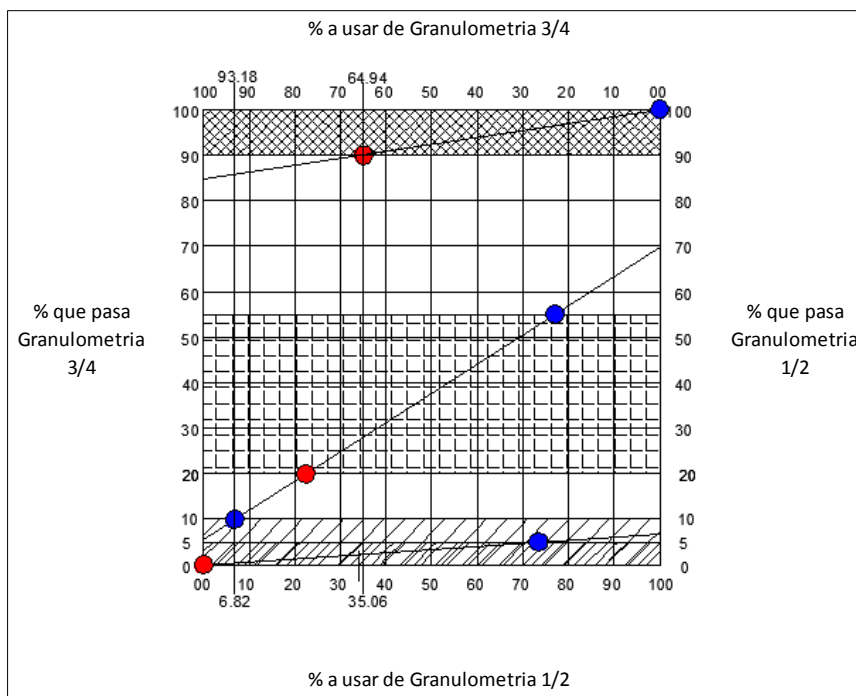
- Método de tanteo: Es el método que busca mediante una serie de combinación de diferentes proporciones y tipos de agregado grueso, utilizar dicho agregado de tal manera que se encuentra dentro de los Husos Granulométricos exigibles para un determinado tamaño de agregado.
- Método gráfico: Es el método más usado para determinar la proporción exacta para la combinación de agregados, se procede a realizar el tamizado independiente de los diferentes tamaños de agregados para luego mediante un gráfico de porcentajes, conseguir la proporción de recombinación óptima.

Tabla N° 5: Resultado de tamizado individual de agregados

Tamaño tamiz		Porcentaje que pase		Requisitos ASTM	
mm	Tamiz	G 3/4	G 1/2		
50.00	2"	100.00	100.00	-	-
38.00	1 1/2"	100.00	100.00	-	-
25.00	1"	84.60	100.00	100.00	100.00
19.00	3/4"	5.60	69.60	90.00	100.00
12.70	1/2"	0.10	18.36	-	-
9.52	3/8"	0.00	6.81	20.00	55.00
4.75	Nº 04	0.00	0.10	0.00	10.00
2.36	Nº 08	0.00	0.00	0.00	5.00
1.19	Nº 16	0.00	0.00	-	-

Fuente: Propia

Figura N° 2: Recombinación de agregados



Fuente: Propia

% G 1/2 20.94
 % G 3/4 79.06

3.1.6.1.2. Contenido de humedad del agregado fino y grueso ASTM C 566 ó NTP 339.185.

El contenido de humedad nos permite determinar el contenido de agua que tiene el agregado en estado natural.

Instrumentos:

- Balanza
- Horno
- Recipiente
- Agregado fino y agregado grueso.

Para el agregado fino:

1. Se deberá pesar una muestra como mínimo 1000 g.
2. Se pesa el recipiente y el agregado con el recipiente que lo contiene
3. La muestra se llevará al horno a 110°C con un tiempo de 24 horas.
4. Luego de las 24 horas se deberá pesar la muestra seca

Siendo el contenido de humedad calculado de la siguiente manera

$$H = \frac{W_n - W_s}{W_s}$$

Donde:

Wn: Peso del agregado en estado natural

Ws: Peso del agregado en estado seco

H: Contenido de humedad

Para el agregado grueso:

1. Se deberá pesar un muestra de 5000g
2. Se pesa el recipiente y el agregado con el recipiente que lo contiene
3. La muestra deberá ser coloca al horno a 110 °C con un tiempo de 24 horas.
4. Luego de las 24 horas se procederá a pesar la muestra seca

$$H = \frac{W_n - W_s}{W_s}$$

Donde:

Wn: Peso del agregado en estado natural

Ws: Peso del agregado en estado seco

3.1.6.1.3. **Peso específico de masa del agregado fino y grueso ASTM C 127 ó NTP 400.021, ASTM C 128 ó NTP 400.022**

Figura N° 3. Peso específico de masa de los agregados



Fuente: propia

El peso específico de los agregados se determina en condición húmeda y seca y es un principal indicador de calidad del agregado ya que valores bajos nos permiten determinar que al agregado es altamente poroso y por ende absorbente y débil, mientras que los valores altos nos permiten tener una agregado de un buen comportamiento.

Instrumentos:

- Matraz de 500 cm³
- Balanza
- Bandeja
- Recipiente de plástico
- Cono de absorción y pilón
- Horno
- Canastilla
- Franela

Para el agregado fino:

1. Pesamos por lo menos 2000g de agregado fino
2. Lo sumergimos en agua por 24 horas para tener un agregado saturado
3. Luego de las 24 horas dejamos extendido el material (recomendable bajo sombra y bajo corriente de aire)
4. Posteriormente verificamos el estado saturado superficialmente seca con el cono de absorción, llenando en tres capas con 25 golpes por capa, si en caso al retirar el pilón se queda las $\frac{3}{4}$ es el principal indicativo que se encuentra en estado saturado superficialmente seco.
5. Pesamos 500 g del material en dicho estado
6. Procedemos a pesar el matraz a de 500 cm³
7. Luego vaciamos la muestra de agregado al matraz y llenamos el matraz aproximadamente 400 cm³, y luego agitar ligeramente hasta que el aire atrapado sea expulsado en su totalidad; una vez expulsado el aire dejamos reposar 24 horas.
8. Pasada las 24 horas llenamos el matraz hasta los 500 cm³ y pesamos.
9. Luego extraemos todo el material junto con el agua en un recipiente, dejamos reposar el tiempo necesario para que las partículas sedimenten y poder extraer el agua
10. Finalmente la muestra la introducimos al horno a una temperatura de 110°C por 24 horas, una vez pasada las 24 horas pesamos la muestra seca
Para el peso específico calculamos lo siguiente

$$\gamma = \frac{W_s}{W_{sss} - W_{ag}}$$

Donde:

γ : Peso específico de masa del agregado

W_s : Peso de la muestra en estado seco

W_{sss} : Peso de la muestra en estado saturado superficialmente seco

W_{ag} : Peso del volumen de agua del frasco

Para el cálculo del peso del volumen de agua la muestra en estado saturado superficialmente seco

$$W_{ag} = W_t - (W_m + W_{sss})$$

Donde:

W_{ag} : Peso del agua del frasco

W_t : Peso de matraz, muestra y agua

W_{sss} : Peso de la muestra en esta superficialmente seca

W_m : Peso del matraz

Para el agregado grueso:

1. Se lava el agregado para eliminar partículas como el polvo y se sumerge bajo agua por 24 horas.
2. Se retira el agua y se deja bajo sombra para alcanzar el estado de saturado superficialmente seco.
3. Una vez pasada las 24 horas se toma el peso sumergido

$$\gamma = \frac{W_s}{W_{sss} - W_{ag}}$$

Donde:

γ : Peso específico de masa del agregado

W_s : Peso de la muestra en estado seco

W_{sss} : Peso de la muestra en estado saturado superficialmente seco

W_{ag} : Peso de la muestra sumergido en agua.

3.1.6.1.4. Grado de absorción del agregado fino y grueso ASTM C 127 ó NTP 400.021, ASTM C 128 ó NTP 022.

Nos permite saber el grado de porosidad y el grado de absorción de agua de los agregados para determinar el agua de amasado neto en el diseño de mezcla.

Figura N° 4. Grado de absorción del agregado fino



Fuente: propia

Instrumentos:

- Balanza
- Horno

Para el agregado fino:

Los datos pueden ser extraídos del ensayo de peso específico y se calcula de la siguiente manera:

$$A = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} \times 100$$

Donde:

A: grado de absorción

W_{sss} : Peso en estado saturado superficialmente seco

W_s Peso de la muestra seca el horno

Para el agregado grueso:

Los datos pueden ser extraídos del ensayo de peso específico y se calcula de la siguiente manera:

$$A = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} \times 100$$

Donde:

A: grado de absorción

W_{sss} : Peso en estado saturado superficialmente seco

W_s Peso de la muestra seca el horno.

3.1.6.1.5. **Peso volumétrico suelto del agregado fino y grueso ASTM C299 ó NTP 400.017.**

Figura N° 5. Peso volumétrico suelto de los agregados



Fuente: propia

Nos permite conocer el peso de una cantidad determinado en un recipiente de volumen conocido y es calculado sin apisonarlo o compactarlo.

Instrumento:

- Balanza
- Brocha
- Molde de compactación
- Agregado
- Cucharón
- Recipiente

Para el agregado fino:

1. Se pesa el molde de compactación vacío
2. Luego se comienza a colocar la muestra de agregado fino a una altura de 5 cm aproximadamente
3. Se llena hasta que el material llegue a la parte superior
4. Se enrasa la superficie con la varilla lisa
5. Se procede a limpiar con la brocha toda partícula que no esté dentro del molde y luego se pesa el molde con la muestra

Para el agregado grueso:

1. Se pesa el molde de compactación vacío.
2. Luego se comienza a colocar la muestra de agregado grueso a una altura de 5 cm aproximadamente
3. Se llena hasta que el material llegue a la parte superior
4. Se enrasa la superficie con la varilla lisa
5. Se procede a limpiar con la brocha toda partícula que no esté dentro del molde y luego se pesa el molde con la muestra.

3.1.6.1.6. Peso volumétrico varillado del agregado fino y grueso ASTM C29 ó NTP 400.017

Nos permite conocer el peso de una cantidad determinado en un recipiente de volumen conocido apisonando el material.

Instrumento:

- Balanza
- Brocha
- Molde de compactación
- Agregado
- Cucharón
- Recipiente
- Varilla lisa de 3/8"

Para el agregado fino:

1. Se pesa el molde de compactación vacío.
2. Luego se comienza a colocar la muestra de agregado fino a una altura de 5 cm aproximadamente, se llena en tres capas y cada capa de 25 golpes con la varilla lisa de 3/8
3. Se llena hasta que el material llegue a la parte superior
4. Se enrasa la superficie con la varilla lisa
5. Se procede a limpiar con la brocha toda partícula que no esté dentro del molde y luego se pesa el molde con la muestra

Para el agregado grueso

1. Se pesa el molde de compactación vacío.
2. Luego se comienza a colocar la muestra de agregado grueso a una altura de 5 cm aproximadamente, se llena en tres capas y cada capa de 25 golpes con la varilla lisa de 3/8
3. Se llena hasta que el material llegue a la parte superior
4. Se enrasa la superficie con la varilla lisa
5. Se procede a limpiar con la brocha toda partícula que no esté dentro del molde y luego se pesa el molde con la muestra.

3.1.6.2. Concreto en estado fresco.

3.1.6.2.2. Tiempo de fraguado del concreto ASTM C -403

Instrumento empleado:

Figura N° 6. Penetrómetro de concreto



Fuente: propia

- Contenedor para los especímenes: Diámetro superior: 150 mm, altura no menor de 90mm.
- Agujas de penetración: agujas con las siguientes áreas de contacto: 645, 323, 161, 65, 32 y 16mm² (1, 1/2, 1/4, 1/10, 1/20 y 1/40 pulg²).
- Aparato de aplicación de carga: dispositivo para medir la fuerza requerida para causar la penetración de las agujas. Este dispositivo debe ser capaz de medir la fuerza de penetración con una exactitud de $\pm 10\text{N}$ ($\pm 2\text{lb}$) y debe tener una capacidad de por lo menos 600N (130 lb).
- Pipeta: instrumento apropiado para extraer agua de exudación de la superficie del espécimen de ensayo

Procedimiento:

1. Se procede a realizar el concreto con las proporciones de diseño.
2. Luego se procede a tamizar la mezcla por el tamiz de 4.75 mm (N° 4).
3. Se procede a extraer el agua procedente de la exudación.
4. Una vez extraída el agua de exudación, se procede a realizar penetraciones con las agujas mencionadas
5. Se procede a realizar las anotaciones necesarias.

3.1.6.2.1. Asentamiento ASTM C145 ó NTP 339.035.

Instrumento empleado:

Figura N° 7. Asentamiento del concreto fresco



Fuente: propia

- Cono de Abrams: Diámetro superior: 100 mm, diámetro inferior 200mm, altura 300mm
- Varilla lisa de 5/8'' con una longitud de 60 cm
- Regla metálica
- Wincha
- Cucharón
- Bandeja metálica

Procedimiento:

6. Se procede a humedecer el cono, la varilla, cucharón y regla antes de iniciar el ensayo.
7. Luego se llena en tres capas de aproximadamente 1/3 de la altura total del cono.
8. Se compacta cada capa con la ayuda de la varilla ejerciendo 25 golpes por capa
9. Una vez llenado la última capa, se procede a enrasar la parte superior, nos podemos ayudar con un plancha o con regla metálica
10. Se levanta el molde en dirección vertical, esta operación debe realizarse entre 5 a 10 seg, evitando movimientos laterales.
11. Se procede a medir el asentamiento del concreto.

3.1.6.2.2. Peso Unitario ASTM C 138 ó NTP 339.046.

Instrumento:

- Balanza
- Varilla lisa de 5/8'' de 60 cm
- Molde
- Mazo de goma
- Placa de enrasada

Procedimiento:

1. Se procede a llenar en tres capas, cada capa con 25 golpes con la varilla y 15 golpes con el mazo de goma en las partes laterales; tener en cuenta que al apisonar con la varilla evitar golpear el fondo.
2. Una vez llenar todo el molde, enrasar el molde y pesar

Se calcula el peso de la siguiente manera

$$P.U = \frac{Pt - Pr}{Vr}$$

Donde:

Pt: Peso del concreto + peso del recipiente

Pr: Peso del recipiente

V: Volumen del recipiente

3.6.1.2.3. Elaboración y curado de probetas cilíndricas.

Figura N° 8. Elaboración de probetas cilíndricas



Fuente: propia

Para el ensayo a la compresión se determinara para las probetas, bajo la norma ASTM C 199 o NTP 339.183.

Equipo:

- Moldes cilíndricos de 150 mm x 300mm
- Varilla lisa de 5/8''
- Mazo de goma
- Plancha

Procedimiento:

1. Colocar los moldes en una superficie nivelada libre de vibraciones.
2. Humedecer la varilla y plancha para enrasar
3. Los moldes deben estar debidamente limpios y humedecidos con grasa u otro lubricante no evaporable.
4. Llenar los moldes en tres capas, en capas de 1/3 de la altura, por cada capa se compactara con 25 golpes con la varilla y 15 golpes en los costados del molde con la mazo de goma
5. Una vez llenado todo el molde, enrasar y desechar el material excedente.

3.6.1.2.4. Contenido de aire del concreto ASTM C 231.

Figura N° 9. Medidor contenido de aire - Olla Washington



Fuente: propia

Esta prueba determina la cantidad de aire que puede contener el hormigón recién mezclado excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados. Por esta razón este ensayo es aplicable para concretos con agregados relativamente densos y que requieran la determinación del factor de corrección del agregado.

Equipos:

Medidor de aire.- Existen aparatos satisfactorios de dos diseños básicos de operación que trabajan con el principio de la ley de Boyle. Se hará referencia de medidores de tipo A y B.

Medidor tipo A: La principal operación de este medidor de aire consiste en introducir agua hasta una determinada altura por encima de la muestra de concreto de volumen conocido y la aplicación de una determinada presión de aire sobre el agua. La determinación consiste en la reducción en el volumen del aire en la muestra de concreto por la observación del nivel de agua más bajo que la presión aplicada

Medidor tipo B: la operación principal de este medidor consiste en igualar el volumen de aire y la presión conocida en una cámara con el volumen desconocido de aire de la muestra de concreto. Un medidor de aire que consiste en un recipiente de forma cilíndrica y una sección superior que lo cubre. El recipiente debe ser de metal u otro material no reactivo al cemento, debe tener un diámetro de 0.75 a 1.25 veces la altura y una capacidad por lo menos de 0.20 ft³ (5.7 L). La forma en que trabaja este medidor consiste en igualar un volumen conocido de aire a una presión conocida en una cámara de aire hermética con el volumen de aire desconocido de la muestra de hormigón. La aguja en el medidor de presión se calibra en términos de porcentajes de aire de presión en la cual se igualan ambas presiones.

Varilla: Debe ser redonda, de acero de 5/8" (16 mm) de diámetro y no menor a 16" (400 mm) de longitud, teniendo el extremo redondeado o semihemisférico con diámetro de 5/8" (16 mm).

Placa para remover exceso de concreto: Rectangular y plana de metal o al menos 1/4" (6 mm) de espesor, de vidrio o acrílico de al menos 1/2" (12 mm) de espesor con una longitud y ancho de al menos 2" (50 mm).

Mazo con cabeza de goma: de peso aproximadamente 1.25 ± 0.50 lb (600 ± 200 g.) para usarse con recipientes de 0.5 ft³ (14 L) o menores. Para recipientes más grandes que 0,5 ft³ un mazo que pese aproximadamente 2.25 ± 0.50 lb (1000 ± 200 g).

Procedimiento:

1. Humedecer el interior del tazón y colocarlo en una superficie plana nivelada y firme
2. Llenar el recipiente con tres capas de igual volumen, sobrellenando ligeramente la última capa
3. Compactar cada capa con 25 penetraciones de la punta semihemisférica de la varilla, distribuyendo uniformemente las penetraciones en toda la sección.
4. Compactar la capa inferior en todo su espesor, sin impactar en el fondo del recipiente con la varilla.
5. Compactar la segunda y tercera capa penetrando 1 pulgada (25 mm) de la capa anterior.

6. Golpear firmemente los lados del tazón de 10 a 15 veces con el mazo, después de compactar cada capa. Para evitar que las burbujas de aire queden atrapadas en el interior de la muestra
7. Enrasar el concreto utilizando la regla enrasadora apoyada sobre el borde superior del molde; y luego limpie el exceso de muestra del borde del recipiente.
8. Limpiar y humedecer el interior de la cubierta antes de acoplarla con las mordazas a la base; las mordazas se sujetan dos a la vez y en cruz.
9. Abrir ambas llaves de purga.
10. Cerrar la válvula principal de aire entre la cámara y el tazón y abrir ambas llaves de purga a través de la cubierta.
11. Inyectar agua a través de una de las llaves de purga hasta que se salga por la otra.
12. Continuar inyectando agua por la llave de purga, mientras mueve y golpea el medidor para asegurar que todo el aire es expulsado.
13. Cerrar la válvula de escape de aire y bombear aire dentro de la cámara hasta que el manómetro este en la línea de presión inicial.
14. Esperar unos segundos para que el aire comprimido llegue a una temperatura normal y se estabilice la lectura de presión.
15. Ajustar el manómetro en la línea de presión inicial por bombeo o deje escapar aire si es necesario dando ligeros golpes con la mano.
16. Cerrar ambas llaves de purga
17. Abrir la válvula principal entre la cámara de aire y el tazón
18. Dar pequeños golpes en los lados del tazón con el mazo
19. Leer el porcentaje de aire, golpeando con la mano ligeramente el manómetro para estabilizar la lectura.
20. Cerrar la válvula de aire principal y abrir las llaves de purga para descargar la presión, antes de remover la cubierta.

Calculo

$$As = A1 - G$$

Donde:

As = contenido de aire de la muestra (%)

A1 = contenido de aire aparente de la muestra (%), lectura del manómetro.

G = factor de corrección del agregado (%).

Contenido de aire de la mezcla completa: Cuando la muestra ensayada representa la porción de mezcla obtenida por tamizado húmedo para remover las partículas más grandes que el tamiz 1 ½ (37 mm.) el contenido de aire de la mezcla completa se calcula de la siguiente manera:

$$At = \frac{100 As Vc}{100Vt - As Va}$$

Donde

As = Contenido de aire de mezcla completa.

Vc = volumen absoluto de los ingredientes de la mezcla que pasan el tamiz (37.5 mm.) en pies³ (m³).

V_t = volumen absoluto de los ingredientes de la mezcla, en pies³ (m³).

V_a = volumen absoluto de los agregados grueso de la mezcla que se detienen en el tamiz de 37.5 mm como determinación del peso original en pies³ (m³) del recipiente.

3.6.1.2.5. Métodos de ensayo, determinación de la exudación del concreto recién mezclado.

Figura N° 10. Exudación del concreto fresco



Fuente: propia

Estos métodos de ensayo cubren la determinación de la cantidad relativa de agua de mezcla que exudará de una muestra de concreto recién mezclado. Se incluyen dos métodos de ensayo que difieren primordialmente por el grado de vibración al que se somete la muestra de concreto.

Método A: Se usa para una muestra consolidada por varillado solamente y ensayada sin subsecuente perturbación simulando las condiciones en las que el concreto después de colocado no está sometido a una vibración intermitente.

Método B: Se usa para una muestra consolidada por vibración y ensayada con subsecuentes períodos intermitentes de vibración, simulando las condiciones en las que el concreto después de colado, es sujeto a una vibración intermitente.

ENSAYO A: MUESTRA CONSOLIDADA POR VARILLADO (APISONADO).

EQUIPOS

Recipiente: Un recipiente cilíndrico de aproximadamente 14L ($\frac{1}{2}$ pie³) de capacidad, con un diámetro interno de 255 ± 5 mm ($10 \pm \frac{1}{4}$ pulg) y una altura de 280 ± 5 mm ($11 \pm \frac{1}{4}$ pulg). El recipiente debe cumplir con los requisitos del método de ensayo NTG 41010 h2 (ASTM C29/C29M). El interior debe ser suave y libre de corrosión, recubrimientos o lubricantes.

Balanza o báscula: Debe ser de la suficiente capacidad para la determinación de la carga requerida con una exactitud de 0.5%. Las balanzas o básculas deben ser calibradas por lo menos anualmente o cuando haya una razón para cuestionar la exactitud de las mismas. Las balanzas o básculas que no estén en condiciones de operación o estén fuera

de la tolerancia de exactitud deben ser marcadas adecuadamente y mantenidas fuera de servicio hasta que estén corregidas.

Pipeta o instrumento similar: para extraer el agua libre de la superficie del espécimen de ensayo.

Probeta de vidrio graduada: de 100 ml de capacidad para recolectar y medir la cantidad de agua extraída.

Varilla apisonadora: Una varillada de acero redonda y recta de un diámetro de 16 mm ($\frac{5}{8}$ pulg) y de aproximadamente 610mm (24 pulg) de largo, que tenga su extremo de apisonar redondeado a una punta hemisférica de un diámetro de 16 mm ($\frac{5}{8}$ pulg).

Vaso de metal – (opcional) Un Beaker (vaso de metal) de 1000 ml para recolectar el agua sobrenadante y los sedimentos decantados.

Balanza (opcional) – Una balanza sensitiva a 1g para determinar la masa del agua sobrenadante y los sedimentos decantados.

ESPECÍMEN DEL ENSAYO.

El equipo descrito en este método de ensayo puede ser usado con muestras de concreto que contenga cualquier tamaño de agregado graduado hasta e incluyendo un tamaño nominal máximo de 50 mm (2 pulg).

El concreto que contenga agregado mayor de 50 mm (2 pulg) de tamaño nominal máximo, se debe tamizar en húmedo sobre un tamiz de 37.5mm (1½ pulg) y el ensayo realizado sobre una porción de la muestra que pasa por dicho tamiz.

Se llena el recipiente con el concreto de acuerdo a lo indicado por el método de ensayo (ASTM C138/C138M, excepto que el recipiente debe ser llenado hasta una altura de 254 ± 3 mm [$10 \pm \frac{1}{8}$ pulg]). Se nivela la superficie superior del concreto con un mínimo de paletado para obtener una superficie razonablemente lisa.

PROCEDIMIENTO.

Durante el ensayo, se mantiene la temperatura ambiente entre 18 y 24°C (65 y 75°F). Inmediatamente después de alisar la superficie del espécimen, se registra el tiempo y se determina la masa del recipiente y su contenido. Se coloca el espécimen en su recipiente sobre una plataforma nivelada o sobre un piso libre de cualquier vibración perceptible y se cubre el recipiente para prevenir la evaporación del agua exudada. Se mantiene la tapa del recipiente durante todo el ensayo salvo cuando se extrae el agua exudada. El agua que se ha acumulado en la superficie se extrae (con una pipeta o instrumento similar) a intervalos de 10 min durante los primeros 40 min y luego a intervalos de 30 min hasta que se termina la exudación anotando el tiempo de la última observación. Para facilitar la colección del agua exudada, se procede a inclinar el espécimen cuidadosamente, colocando una pieza de 50 mm (2 pulg) de espesor bajo uno de los lados del recipiente, unos 2 min antes de la extracción del agua, y luego después de que se ha extraído el agua, se regresa al recipiente a su posición original sin agitarlo. Después de cada extracción, se transfiere el agua a una probeta graduada de 100mL. Se registra la cantidad acumulada de agua después de cada transferencia. Cuando solo se necesita determinar la cantidad total de agua de exudación se puede omitir el procedimiento de extracción periódica descrito y remover la cantidad total de agua exudada en una sola operación. Si lo que se desea determinar es la masa de agua de exudación excluyendo el

material sólido presente en el agua, se debe decantar cuidadosamente el contenido de agua exudada de la probeta, a un Beaker (vaso de metal).

Se determina y registra la masa del Beaker (vaso de metal) y su contenido. Luego se seca el Beaker (vaso de metal) y su contenido hasta masa constante y se registra su masa final. La diferencia entre las dos masas, D, es igual a la masa del agua de exudación. La masa del lodo puede ser obtenida también si se desea, determinando inicialmente la masa de la tara del Beaker (vaso de metal).

Calculo:

$$V = \frac{V1}{A}$$

V1 = Volumen de agua de exudación, medida durante el intervalo seleccionado, ml

A= Área del concreto expuesto, cm².

La velocidad relativa de la exudación de agua de mezcla neta contenida dentro del espécimen de ensayo, como sigue:

$$C = \frac{w}{W} s$$

$$Exudacion \% = \frac{D}{C} 100$$

Donde

C = Masa de agua en el espécimen de ensayo, g

W = Masa total de la amasada, kg

w = Masa neta del agua de mezcla (cantidad total de agua menos el agua absorbida por los agregados), kg

S= Masa de la muestra de ensayo, g

D= Masa del agua de exudación, g, o volumen total de agua extraída del espécimen de ensayo en centímetros cúbicos, multiplicados por 1g/cm³

METODO DE ENSAYO B: MUESTRA CONSOLIDADA POR VIBRACIÓN.

EQUIPOS:

Plataforma vibradora: Debe de proveerse una plataforma vibradora donde se montará el recipiente con el concreto (espécimen de ensayo). La plataforma debe estar equipada con un dispositivo adecuado que pueda impartir al recipiente que contiene el concreto, diferentes períodos de vibración de una duración, frecuencia y amplitud reproducibles. La vibración adecuada será proporcionada si se atornilla a la plataforma un motor eléctrico de 93W (1/8 hp) en cuyo eje se fija una pequeña masa excéntrica de aproximadamente 110g (0.24 lb) por medio de un tornillo de fijación. La masa excéntrica se fabrica de acero laminado en frío, de acuerdo a los detalles y dimensiones indicadas. El agujero en la masa excéntrica es de 13.5 mm (3/4 pulg) o un tamaño apropiado para acomodar el eje del motor. La plataforma se soporta sobre apoyos de hule que a su vez descansan sobre una losa de concreto. La losa de concreto debe quedar separada del piso, por una capa de corcho.

Cronómetro: Debe proveerse un dispositivo medidor de tiempo, por medio del cual se pueda regular los períodos de vibración suministrados a la plataforma y al espécimen de ensayo.

Recipiente: El recipiente será de acero de 290 mm /11 ½ pulg) del diámetro en el tope y de 280 mm (11 pulg) de diámetro en el fondo y tendrá una altura interna de 285 mm (11 ⅛ pulg).

PROCEDIMIENTO:

Consolidación del espécimen de ensayo: Se consolida la muestra de concreto en el recipiente por medio de la vibración solo de la duración requerida para obtener el grado de compactación deseado. Se considera que se ha aplicado suficiente vibración, tan pronto como la superficie del concreto se haya vuelto relativamente lisa. Se detiene el proceso de consolidación inmediatamente después de la aparición de agua libre exudada del concreto la que es indicada por la aparición del brillo del agua en la superficie del concreto. Para algunas mezclas muy húmedas o plásticas, no será necesario aplicar un esfuerzo de consolidación, más allá del suministrado por la colocación de la muestra de concreto en el recipiente y por el manejo del recipiente durante las operaciones de la determinación de la masa y su colocación sobre la plataforma vibradora para su ensayo.

Vibración intermitente: Se coloca la tapa sobre el recipiente y se coloca el recipiente sobre la plataforma vibradora. Se sujeta bien el recipiente y se ajusta la tapa hacia abajo. Se toma y se registra el tiempo y se arranca el motor, y se continúa operando por vibración intermitente durante 1h.

Determinación del agua de exudación: Los períodos intermitentes de vibración no permiten la determinación del agua de exudación a un número dado de intervalos de tiempo. Se determina entonces el volumen total de agua de exudación.

3.1.6.3. Concreto endurecido.

3.1.6.3.1. Resistencia a la compresión ASTM C 39 ó NTP 339.034.

Figura N° 11. Máquina de ensayo a la compresión



Fuente: propia

Equipo empleado:

- Máquina de ensayo a la compresión

Procedimiento:

1. Realizar el ensayo una vez que el espécimen este seco luego de ser extraído de la cámara de curado.
2. Todos los especímenes de ensayo para una edad de ensayo dada deben romperse dentro de la tolerancia del tiempo.

Figura N° 12. Tolerancia de tiempo de ensayo a la compresión

EDAD	TOLERANCIA DE TIEMPO DE ENSAYO
24 horas	+/- 0.5 horas
3 días	2 horas
7 días	6 horas
28 días	20 horas

Fuente: Norma NTP 339.034

3. Los testigos de concreto no deberán ser ensayados si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere en el diámetro del otro en más de 2%
4. Ningún espécimen de ensayo debe estar fuera de la perpendicularidad a los ejes en más de 0.5". Los extremos de los especímenes de ensayo que no sean planos dentro de 0.050mm deben ser aserrados o esmerilados para cumplir tolerancia
5. El diámetro usado para calcular la sección transversal del espécimen debe ser determinado al 0.25 mm, promediando dos diámetros medidos en ángulos distintos.
6. Alinear la muestra al eje del bloque de empuje superior
7. Verificar que el indicador de la cara se encuentra en cero
8. Aplicar la carga continua y sin impacto
9. Aplicar la carga de compresión hasta que el indicador muestra la carga va aumentando progresivamente.
10. Continuar comprimiendo el espécimen hasta que usuario este seguro de que se ha alcanzado la capacidad última, anotar la forma de rotura.

Cálculos

$$R = \frac{P}{A}$$

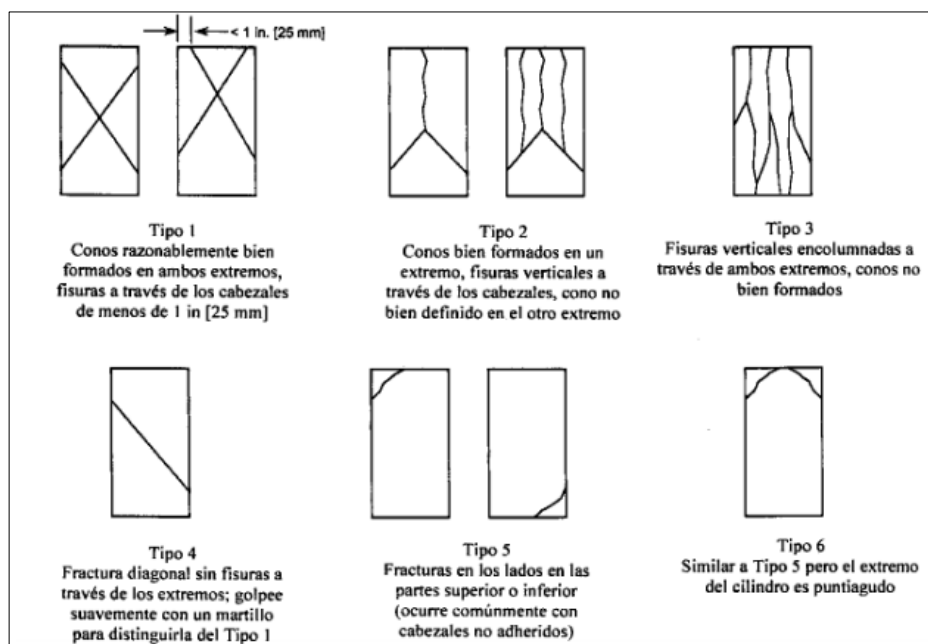
Donde:

R: esfuerzo a la compresión, kg/cm²

P: máxima carga aplicada, kg

A: Área del espécimen sometida a la carga, cm²

Figura N° 13. Tipos de falla de ensayo a la compresión



Fuente: Norma NTP 339.034

3.1.6.4. Durabilidad del concreto.

3.1.6.4.4. Durabilidad por desgaste ASTM C944.

Figura N° 14 Equipo de desgaste al concreto



Fuente: Propia

Equipo empleado:

- Equipo de desgaste, taladro de desgaste con arandelas dentadas
- Balanza con precisión al 0.1 g
- Cronometro

Procedimiento:

1. Se realiza moldes de concreto con diámetro aproximado a 6'', con espesor no menor de 50 mm
2. Se realiza el curado adecuado, y una vez que el concreto logre cumplir la edad de diseño (28 días), se procede a ensayar

3. Se realiza el ensayo con taladro vertical a 200 rpm, 3 ciclos de 2 minutos cada uno.

En cada ciclo se procede a pesar el molde, para identificar el desgaste

Calculo:

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

Pi: Peso inicial, antes del ensayo

Pf: Peso final, después de cada ciclo de ensayo

3.1.6.4.5. Durabilidad por reacción álcali-sílice ASTM 1567.

Figura N° 15: Equipo para ensayo de reacción álcali-sílice



Fuente: Propia

Equipo empleado:

- Equipo medidor de expansión
- Moldes de dimensiones (1''x1''x 6.5'')
- Tamices
- Recipiente de almacenaje de las barras
- Cronometro
- Reactivo (Hidróxido de sodio).

Procedimiento:

Se realiza la preparación del agregado, teniendo como requisitos realizar una graduación de los agregados, teniendo en cuenta el siguiente cuadro.

Tabla N° 6: Gradación de agregados para RAS

Tamaño de tamiz		
Pasa	Retenido en	Masa, %
4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	10
2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 36)	25
1.18 mm (No. 16)	600 um (No. 30)	25
600 um (No. 30)	300 um (No. 50)	25
300 um (No. 50)	150 um (No. 100)	15

Fuente: Propia

Se realiza la preparación del mortero, teniendo en cuenta la siguiente dosificación, el ensayo es usando 1 parte de cemento a 2.25 partes del agregado graduado por masa, bajo una relación agua-cemento a 0.47 en masa

Se coloca cada molde en el gabinete o el cuarto de curado, inmediatamente después de que haya sido llenado, los especímenes deben permanecer en los moldes por 24 +- 2h. Luego se sacan los especímenes de los moldes, y mientras se les protege de la pérdida de humedad se les identifica y se hace una lectura inicial con el comparador de longitud. Esta lectura inicial y todas las demás lecturas subsecuentes se hacen con una aproximación al 0.002 mm. Se colocan los especímenes hechos de cada muestra de agregado en un recipiente de almacenaje con suficiente agua potable para que queden sumergidos. Se sellan y se colocan los recipientes de almacenaje en un horno de convección o en un baño de agua mantenidos a una temperatura de 80 +- 2.0 °C por un periodo de 24h.

Se sacan los recipientes del baño a temperatura constante de uno en uno a la vez. Se sacan los otros recipientes de almacenaje solo hasta que las barras del primer recipiente de almacenaje hayan sido medidas y retornadas al baño a temperatura constante. El tiempo transcurrido entre retirar y retornar los especímenes al baño a temperatura constante no debe exceder de 10.0 min. Las barras deben sacarse una a la vez del agua y debe secarse su superficie con una toalla poniendo especial atención a los dos tornillos de los extremos. Se toma la lectura cero de cada barra, inmediatamente después de que haya sido secada y se hace la lectura tan pronto las barras estén colocadas en el aparato medidor. Se completa el proceso de secado y lectura dentro de los 15 ± 5 s después de haber sido sacado del agua, el espécimen. Después de hacer las lecturas se deja el espécimen en una toalla, hasta que todas las lecturas comparativas hayan sido hechas sobre las restantes barras.

Luego se colocan todos los especímenes hechos de la muestra de cada agregado, en un recipiente separado de almacenaje con suficiente solución 1N NaOH, a 80 ± 2°C (176 ± 3.6°F) para que los especímenes queden totalmente sumergidos. Se sella el recipiente de almacenaje y se regresa al horno de convección o al baño de agua

Se deben realizar lecturas subsecuentes comparativas de los especímenes periódicamente, con por lo menos tres lecturas intermedias por el período de 14 días después de realizar la lectura cero, y aproximadamente a la misma hora cada día.

Calculo:

Se calcula la diferencia entre la lectura cero del espécimen en el comparador de longitud y la lectura de cada período

$$\% \text{ de expansión} = \frac{(L_i - L_f)}{L_i} \times 100$$

Pi: Longitud inicial, medida inicial del ensayo

Pf: Longitud final, después de haber extraído la barra en la solución

Interpretación de resultados:

Las expansiones menores que 0.10% a los 16 días después del moldeo de los especímenes, son indicativas de un comportamiento inocuo en la mayoría de casos.

Las expansiones mayores que 0.20% a los 16 días después del moldeo de los especímenes son indicativas de una expansión potencialmente dañina.

Las expansiones entre 0.10% y 0.20% a los 16 días después del moldeo de los especímenes incluyen ambos agregados tanto inocuos como dañinos en su desempeño de campo. En tal situación, puede ser de utilidad tomar lecturas de comparación hasta los 28 días.

3.1.7. Técnicas de recolección de datos

- Observación directa: Observando las variables en su contexto natural.
- Experimentos: Al manipularse las variables de estudio a diversos ensayos para la determinación del comportamiento de sus propiedades.
- Análisis de contenido: Interpretando la información obtenido en las diferentes fuentes bibliográficas.

3.1.8. Técnicas de procesamiento de datos

El procesamiento de datos se obtendrá con formatos realizados, los cuales son los siguientes:

- Formato para ensayo de granulometría de agregados (NTP 400.012;2013)
- Formato para ensayo de contenido de humedad de agregados
- Formato para ensayo de absorción de los agregados (NTP 400.021;2002)
- Formato para ensayo de peso unitario de los agregados (NTP 400.017;2011)
- Formato para ensayo de peso específico de agregado grueso (NTP 400.021;2002)
- Formato para ensayo de peso específico de agregado fino (NTP 400.022;2013)
- Formato para resistencia mecánica de las probetas de concreto (NTP 339.032; 2008)
- Formato para resistencia al desgaste de agregados por la máquina de los ángeles.
- Formato para ensayo de tiempo de fraguado del concreto
- Formato para ensayo de durabilidad al desgaste del concreto
- Formato para ensayo de durabilidad por reacción álcali-sílice.

3.2. Metodología

Se realizará la toma de datos siguiendo las indicaciones de las Normas Técnicas Peruanas para los diferentes ensayos a los agregados y al concreto fresco y endurecido, así como también se llevará a cabo mediante fases, las cuales son:

FASE I:

- Obtención de la información bibliográfica
- Revisión de la normativa nacional vigente

FASE II:

- Obtención de los agregados y vidrio pulverizado
- Ensayos a los agregados y vidrio pulverizado.

FASE III:

- Procesamiento de información de los ensayos
- Diseño de mezcla para obtención de tamaño óptimo

FASE IV:

- Producción de concreto
- Ensayos de concreto fresco y endurecido para determinar tamaño óptimo
- Análisis de resultados obtenidos

FASE V:

- Diseño de mezcla para obtención de porcentaje óptimo
- Producción de concreto
- Ensayos de concreto fresco y endurecido para determinar porcentaje óptimo
- Análisis de resultados obtenidos

FASE VI:

- Obtención y análisis de resultados
- Análisis de costos
- Evaluación de impacto ambiental
- Conclusiones y recomendaciones

IV. RESULTADOS

A continuación se presenta el resultado de los ensayos a los agregados tanto finos como gruesos, así como también los ensayos pertinentes al vidrio en polvo; así como los resultados de los ensayos al concreto fresco y endurecido del concreto patrón y el concreto con adición.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

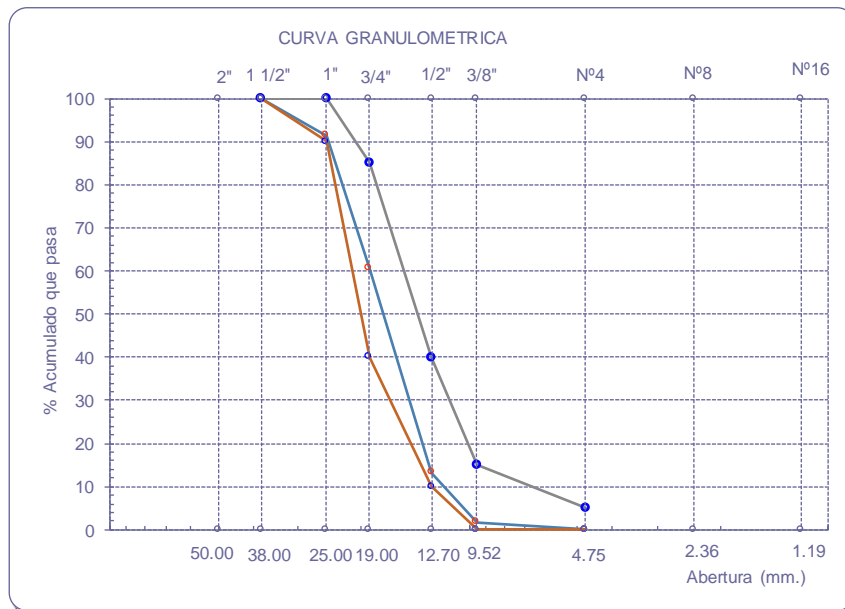
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : La Victoria - Patapo

P. Inicial S 8,009

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones ASTM 67	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00		0.0	0.0	100.0	-	-
1 1/2"	38.00		0.0	0.0	100.0	-	-
1"	25.00	689.7	8.6	8.6	91.4	100.0	100.0
3/4"	19.00	2,464.7	30.8	39.4	60.6	90.0	100.0
1/2"	12.70	3,796.2	47.4	86.8	13.2	-	-
3/8"	9.52	916.1	11.4	98.2	1.8	20.0	55.0
Nº 04	4.75	141.8	1.8	100.0	0.0	0.0	10.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	-	-
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			1 1/2"	25.00			



Formato Interno

Expediente N^o 01-Agosto/USAT
 Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
 Atención Laboratorio de materiales USAT
 Obra Concreto con vidrio pulverizado
 Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

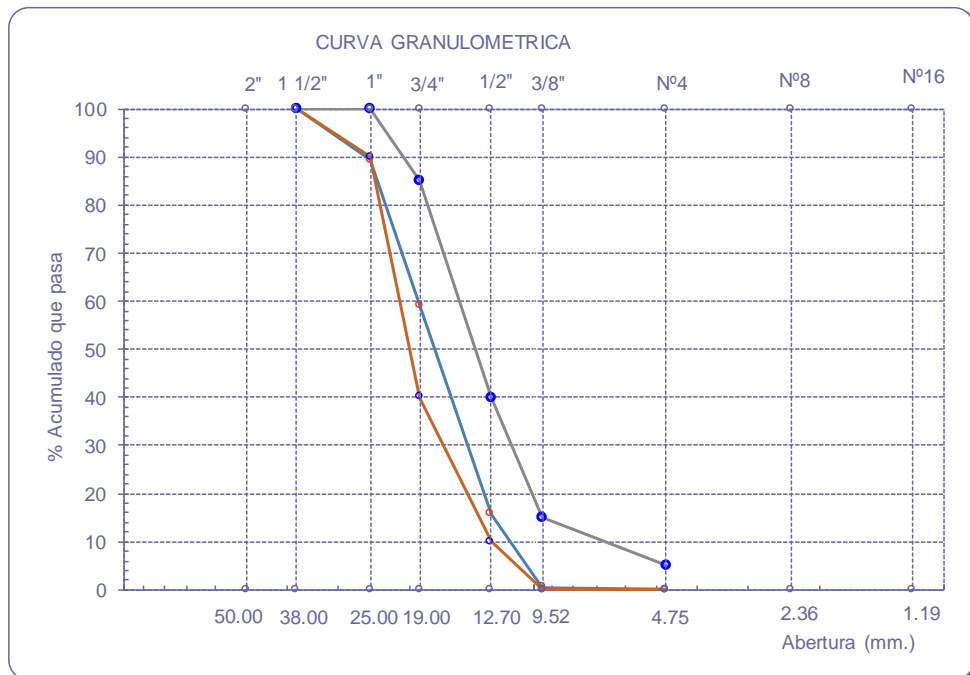
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Tres tomas

P. Inicial S 8,976

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones ASTM 67	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-
1"	25.00	950.0	10.6	10.6	89.4	100.0	100.0
3/4"	19.00	2,720.0	30.3	40.9	59.1	90.0	100.0
1/2"	12.70	3,890.0	43.3	84.2	15.8	-	-
3/8"	9.52	1,370.0	15.3	99.5	0.5	20.0	55.0
Nº 04	4.75	45.0	0.5	100.0	0.0	0.0	10.0
Nº 08	2.36	1.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	-	-
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			1 1/2"	25.00			



Formato Interno

Expediente N° 01-Agosto/USAT
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

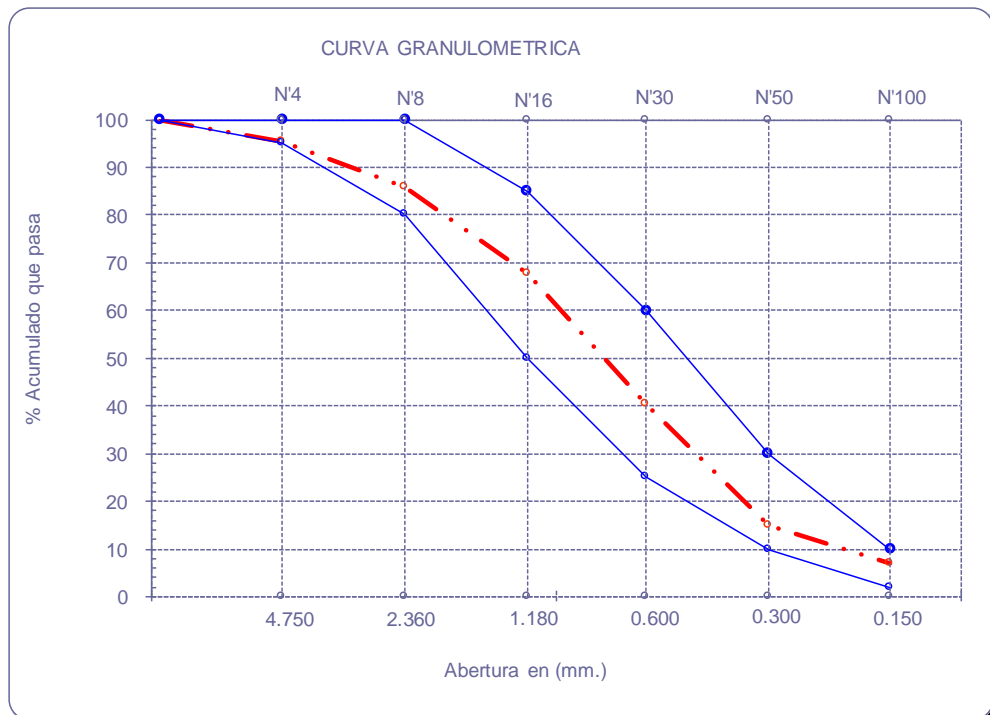
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia: Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : **Patapo**

P. Inicial S. **1,000.0**

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)					100	100
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	1.59	0.2	0.2	99.8	100	100
N° 04	4.750	45.33	4.5	4.7	95.3	95	100
N° 08	2.360	93.62	9.4	14.1	85.9	80	100
N° 16	1.180	182	18.2	32.3	67.7	50	85
N° 30	0.600	273.1	27.3	59.6	40.4	25	60
N° 50	0.300	256.25	25.6	85.2	14.8	10	30
N° 100	0.150	77.86	7.8	93.0	7.0	2	10
N° 200	0.075	53.37	5.3	98.3	1.7	2	10
Fondo		16.9	1.7	94.7	5.3		
Módulo de Fineza		928.16		2.887			
Abertura de malla de referencia				4.750			



Formato Interno

Expediente N^o 01-Agosto/USAT
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 29 de Agosto del 2016
Fecha de emisión 05 de Septiembre del 2016

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Tres tomas

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18,336	17,856
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10,254	10,038
3.- Peso del material		8,082	7,818
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.01	0.01
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1,422	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1,417	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19,030	18,950
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10,254	10,252
3.- Peso del material		8,776	8,698
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.01	0.01
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1,563	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1,557	

Formato Interno

Expediente N^o 01-Agosto/USAT
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 29 de Agosto del 2016
Fecha de emisión 05 de Septiembre del 2016

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	497.3	497.1
C.- Peso de recipiente	(gr.)	41.70	86.1
D.- Contenido de humedad	(%)	0.54	0.58
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.56	

Formato Interno

Expediente N^o 01-Agosto/USAT
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 29 de Agosto del 2016
Fecha de emisión 05 de Septiembre del 2016

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	6,000.00	6,000.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	6,610.00	6,590.00
C.- Peso de recipiente	(gr.)	632.00	612.00
D.- Contenido de humedad	(%)	0.37	0.37
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.37	

Formato Interno

Expediente N° 01-Agosto/USAT
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 29 de Agosto del 2016
Fecha de emisión 05 de Septiembre del 2016

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Tres tomas

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	4,020.86	3,722.05
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	4,050.00	3,748.00
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	3,464.00	3,266.00
4.- Peso de la canastilla	(g)	892.00	892.00
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2,572.00	2,374.00

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	m3)	2.71
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	m3)	2.73
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	m3)	2.77
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.30

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Formato Interno

Expediente N^o 01-Agosto/USAT
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 29 de Agosto del 2016
Fecha de emisión 05 de Septiembre del 2016

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera PATAPO

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	500.0	500.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	982.6	985.5
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	676.0	678.0
4.- Peso del Agua	(g)	306.6	307.5
5.- Peso del Frasco	(g)	176	178
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	673.41	675.73
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	497.41	497.73
8.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

	recipiente	
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	m3)	2.579
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	m3)	2.591
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	m3)	2.612
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.49

USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Formato Interno

Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 02 de abril del 2017
Fecha de emisión 04 de abril del 2017

Ensayo : Abrasión Los Angeles al desgaste de los agregados
Referencia : Norma ASTM C-131 ó AASHTO T 96

Cantera : Tres tomas

I.- Datos

A.- Peso de muestra seca	(gr.)	4,952.30	5,034.70
B.- Peso de muestra seca a 300 rpm	(gr.)	4,530.80	4,651.90
C.- Peso muestra seca final	(gr.)	4,273.80	4,323.60
D.- Porcentaje de desgaste	(%)	13.70	14.12
E.- Porcentaje de desgaste (promedio)	(%)	13.91	

Cantera : Patapo

I.- Datos

A.- Peso de muestra seca	(gr.)	4,973.00	5,002.50
B.- Peso de muestra seca a 300 rpm	(gr.)	4,236.70	4,129.70
C.- Peso muestra seca final	(gr.)	3,197.90	3,755.30
D.- Porcentaje de desgaste	(%)	35.69	24.93
E.- Porcentaje de desgaste (promedio)	(%)	30.31	

Formato Interno

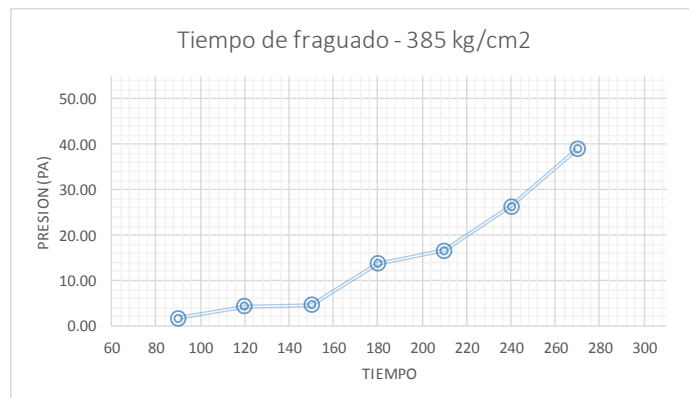
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 10 de abril del 2017
Fecha de emisión 11 de abril del 2017

Ensayo : Tiempo de fraguado del concreto por penetración
Referencia : Norma ASTM C403

f_c 385 kg/cm²
 Temperatura exterior 25 °C
 Hora de ensayo 10:20 a.m

Tiempo	Penetración	Penetración	Aguja (pulg ²)	Aguja (mm ²)	Min (minutos)	Presion (Pa)
12:20 p.m	122 Lb	542.68	0.50 pulg ²	323.00 mm ²	90	1.68
12:50 p.m	156 Lb	693.92	0.25 pulg ²	161.00 mm ²	120	4.31
1:20 p.m	168 Lb	747.30	0.25 pulg ²	161.00 mm ²	150	4.64
1:50 p.m	200 Lb	889.64	0.10 pulg ²	65.00 pulg ²	180	13.69
2:20 p.m	120 Lb	533.79	0.05 pulg ²	32.00 pulg ²	210	16.68
2:50 p.m	190 Lb	845.16	0.05 pulg ²	32.00 pulg ²	240	26.41
3:20 p.m	140 Lb	622.75	0.03 pulg ²	16.00 pulg ²	270	38.92

Presion Inicial	3.40 Pa	Tiempo Inicial	115 min
Presion Final	27.40 Pa	Tiempo final	239 min
		Tiempo fragua	125 min



Formato Interno

Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 10 de abril del 2017
Fecha de emisión 11 de abril del 2017

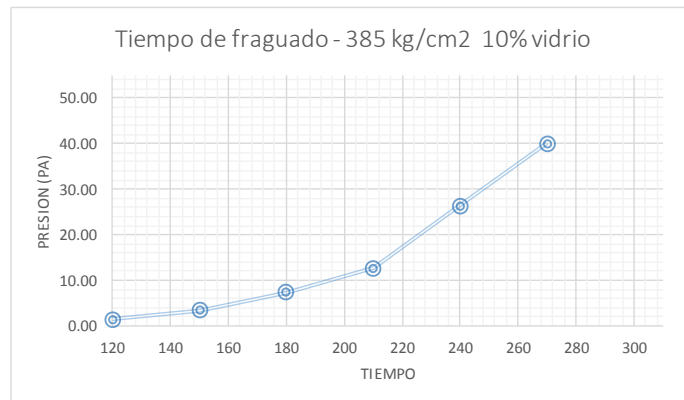
Ensayo : Tiempo de fraguado del concreto por penetración

Referencia : Norma ASTM C403

f_c 385 kg/cm² 10% Vidrio
 Temperatura exterior 25 °C
 Hora de ensayo 10:30 a.m

Tiempo	Penetración	Penetración	Aguja (pulg ²)	Aguja (mm ²)	Min (minutos)	Presion (Pa)
12:30 p.m	108 Lb	480.41	0.50 pulg ²	323.00 mm ²	120	1.49
1:00 p.m	124 Lb	551.58	0.25 pulg ²	161.00 mm ²	150	3.43
1:30 p.m	108 Lb	480.41	0.10 pulg ²	65.00 pulg ²	180	7.39
2:00 p.m	186 Lb	827.37	0.10 pulg ²	65.00 pulg ²	210	12.73
2:30 p.m	190 Lb	845.16	0.05 pulg ²	32.00 pulg ²	240	26.41
3:00 p.m	144 Lb	640.54	0.03 pulg ²	16.00 pulg ²	270	40.03

Presion Inicial	3.40 Pa	Tiempo Inicial	150 min
Presion Final	27.40 Pa	Tiempo final	250 min
		Tiempo fragua	100 min



Formato Interno

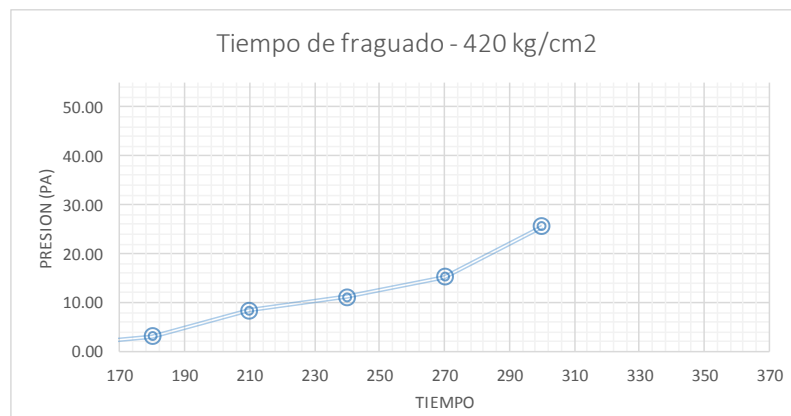
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 10 de abril del 2017
Fecha de emisión 11 de abril del 2017

Ensayo : Tiempo de fraguado del concreto por penetración
Referencia : Norma ASTM C403

f'c 420 kg/cm²
 Temperatura exterior 25 °C
 Hora de ensayo 11.15 a.m

Tiempo	Penetración	Penetración	Aguja (pulg2)	Aguja (mm2)	Min (minutos)	Presion (Pa)
1:15 p.m	10 Lb	44.48	0.25 pulg2	161.00 mm2	180	0.28
1:45 p.m	40 Lb	177.93	0.25 pulg2	161.00 mm2	210	1.11
2:15 p.m	160 Lb	711.72	0.25 pulg2	161.00 mm2	240	4.42
2:45 p.m	116 Lb	515.99	0.10 pulg2	65.00 pulg2	270	7.94
3:15 p.m	200 Lb	889.64	0.10 pulg2	65.00 pulg2	300	13.69
3:45 p.m	90 Lb	400.34	0.03 pulg2	16.00 pulg2	330	25.02
4:15 p.m	178 Lb	791.78	0.03 pulg2	16.00 pulg2	360	49.49

Presion Inicial	3.40 Pa	Tiempo Inicial	189 min
Presion Final	27.40 Pa	Tiempo final	301 min
		Tiempo fragua	112 min



Formato Interno

Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 10 de abril del 2017
Fecha de emisión 11 de abril del 2017

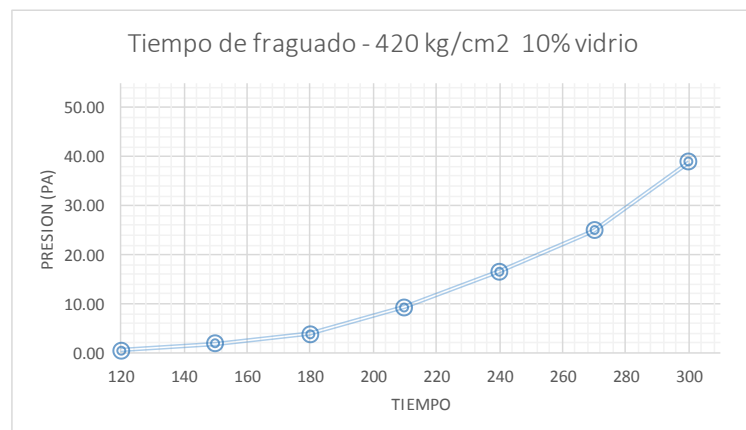
Ensayo : Tiempo de fraguado del concreto por penetración

Referencia : Norma ASTM C403

f'c 420 kg/cm² 10% Vidrio
 Temperatura exterior 25 °C
 Hora de ensayo 10:00 a.m

Tiempo	Penetración	Penetración	Aguja (pulg ²)	Aguja (mm ²)	Min (minutos)	Presion (Pa)
12:00 p.m	40 Lb	177.93	0.50 pulg ²	323.00 mm ²	120	0.55
12:30 p.m	69 Lb	306.93	0.25 pulg ²	161.00 mm ²	150	1.91
1:00 p.m	140 Lb	622.75	0.25 pulg ²	161.00 mm ²	180	3.87
1:30 p.m	136 Lb	604.96	0.10 pulg ²	65.00 pulg ²	210	9.31
2:00 p.m	120 Lb	533.79	0.05 pulg ²	32.00 pulg ²	240	16.68
2:30 p.m	180 Lb	800.68	0.50 pulg ²	32.00 pulg ²	270	25.02
3:00 p.m	140 Lb	622.75	0.03 pulg ²	16.00 pulg ²	300	38.92

Presion Inicial	3.40 Pa	Tiempo Inicial	188 min
Presion Final	27.40 Pa	Tiempo final	294 min
		Tiempo fragua	107 min



Formato Interno

Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 10 de abril del 2017
Fecha de emisión 11 de abril del 2017

Ensayo : Tiempo de fraguado del concreto por penetración

Referencia : Norma ASTM C403

f_c 455 kg/cm²
 Temperatura exterior 25 °C
 Hora de ensayo 10:30 a.m

Tiempo	Penetración	Penetración	Aguja (pulg2)	Aguja (mm2)	Min (minutos)	Presion (Pa)
12:30 p.m	108 Lb	480.41	0.50 pulg2	323.00 mm2	120	1.49
1:00 p.m	124 Lb	551.58	0.25 pulg2	161.00 mm2	150	3.43
1:30 p.m	108 Lb	480.41	0.10 pulg2	65.00 pulg2	180	7.39
2:00 p.m	186 Lb	827.37	0.10 pulg2	65.00 pulg2	210	12.73
2:30 p.m	190 Lb	845.16	0.05 pulg2	32.00 pulg2	240	26.41
3:00 p.m	144 Lb	640.54	0.03 pulg2	16.00 pulg2	270	40.03

Presion Inicial	3.40 Pa	Tiempo Inicial	150 min
Presion Final	27.40 Pa	Tiempo final	250 min
		Tiempo fragua	100 min



Formato Interno

Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 10 de abril del 2017
Fecha de emisión 11 de abril del 2017

Ensayo : Tiempo de fraguado del concreto por penetración

Referencia : Norma ASTM C403

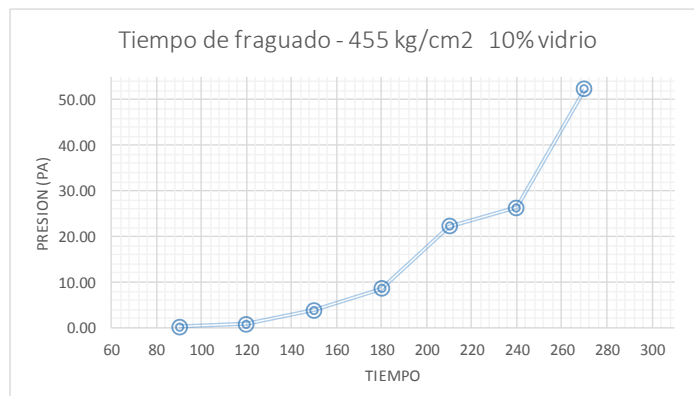
f_c 455 kg/cm² 10% Vidrio

Temperatura exterior 25 °C

Hora de ensayo 11:35 a.m

Tiempo	Penetración	Penetración	Aguja (pulg2)	Aguja (mm2)	Min (minutos)	Presion (Pa)
1:05 p.m	12 Lb	53.38	0.50 pulg2	323.00 mm2	90	0.17
1:35 p.m	30 Lb	133.45	0.25 pulg2	161.00 mm2	120	0.83
2:05 p.m	140 Lb	622.75	0.25 pulg2	161.00 mm2	150	3.87
2:35 p.m	126 Lb	560.48	0.10 pulg2	65.00 pulg2	180	8.62
3:05 p.m	160 Lb	711.72	0.05 pulg2	32.00 pulg2	210	22.24
3:35 p.m	190 Lb	845.16	0.05 pulg2	32.00 pulg2	240	26.41
4:05 p.m	188 Lb	836.27	0.03 pulg2	16.00 pulg2	270	52.27

Presion Inicial	3.40 Pa	Tiempo Inicial	158 min
Presion Final	27.40 Pa	Tiempo final	235 min
		Tiempo fragua	77 min



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Formato Interno

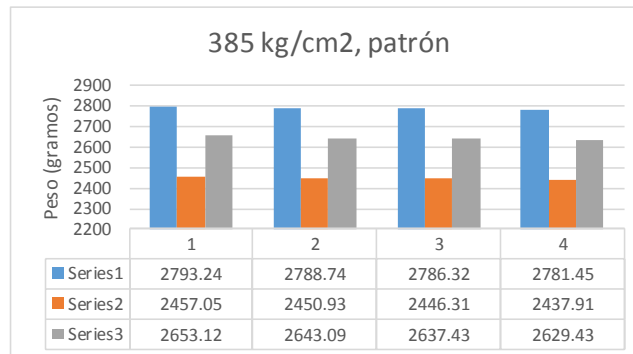
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 10 de mayo del 2017
Fecha de emisión 11 de mayo del 2017

Ensayo : Durabilidad - resistencia al desgaste del concreto

Referencia : Norma ASTM C944

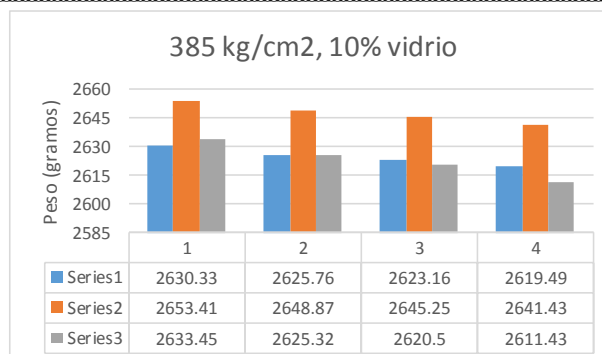
f'c diseño : 385 kg/cm²

	PESO INICIAL	1 CICLO (g)	2 CICLO (g)	3 CICLO (g)	% DESGASTE
M01	2,793.24	2,788.74	2,786.32	2,781.45	0.70
M02	2,457.05	2,450.93	2,446.31	2,437.91	
M03	2,653.12	2,643.09	2,637.43	2,629.43	



f'c diseño : 385 kg/cm² 10% vidrio

	PESO INICIAL	1 CICLO (g)	2 CICLO (g)	3 CICLO (g)	% DESGASTE
M01	2,630.33	2,625.76	2,623.16	2,619.49	0.57
M02	2,653.41	2,648.87	2,645.25	2,641.43	
M03	2,633.45	2,625.32	2,620.50	2,611.43	



ABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Formato Interno

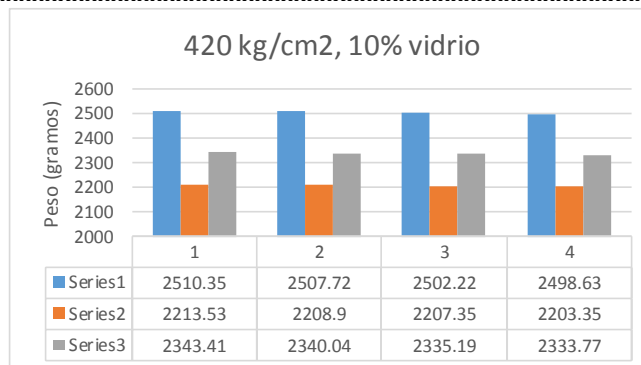
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 10 de mayo del 2017
Fecha de emisión 11 de mayo del 2017

Ensayo : Durabilidad - resistencia al desgaste del concreto

Referencia : Norma ASTM C944

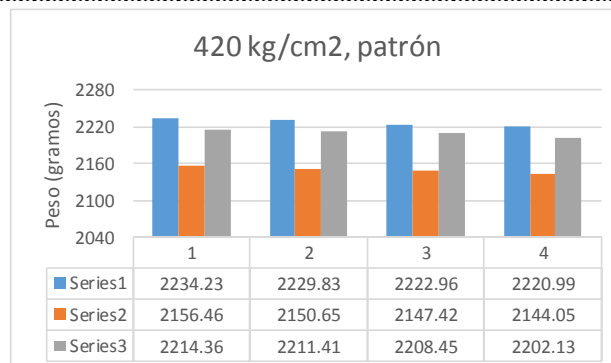
f_c diseño : 420 kg/cm² 10% vidrio

	PESO INICIAL	1 CICLO (g)	2 CICLO (g)	3 CICLO (g)	% DESGASTE
M01	2,510.35	2,507.72	2,502.22	2,498.63	0.45
M02	2,213.53	2,208.90	2,207.35	2,203.35	
M03	2,343.41	2,340.04	2,335.19	2,333.77	



f_c diseño : 420 kg/cm²

	PESO INICIAL	1 CICLO (g)	2 CICLO (g)	3 CICLO (g)	% DESGASTE
M01	2,234.23	2,229.83	2,222.96	2,220.99	0.57
M02	2,156.46	2,150.65	2,147.42	2,144.05	
M03	2,214.36	2,211.41	2,208.45	2,202.13	



Formato Interno

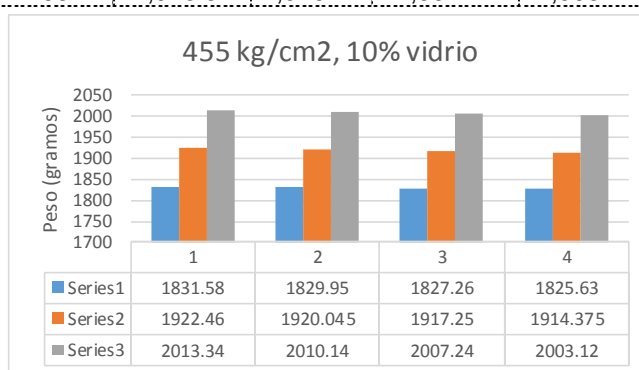
Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 10 de mayo del 2017
Fecha de emisión 11 de mayo del 2017

Ensayo : Durabilidad - resistencia al desgaste del concreto

Referencia : Norma ASTM C944

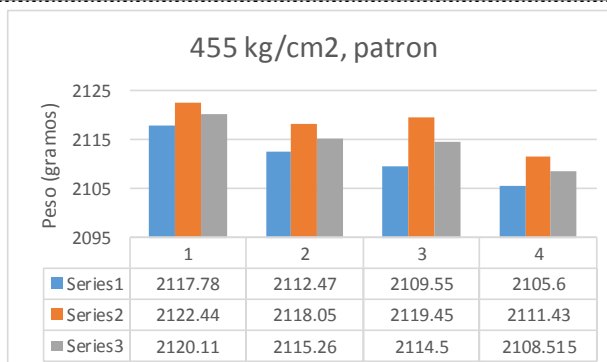
f'c diseño : 455 kg/cm² 10% vidrio

	PESO INICIAL	1 CICLO (g)	2 CICLO (g)	3 CICLO (g)	% DESGASTE
M01	1,831.58	1,829.95	1,827.26	1,825.63	0.42
M02	1,922.46	1,920.05	1,917.25	1,914.38	
M03	2,013.34	2,010.14	2,007.24	2,003.12	



f'c diseño : 455/cm²

	PESO INICIAL	1 CICLO (g)	2 CICLO (g)	3 CICLO (g)	% DESGASTE
M01	2,117.78	2,112.47	2,109.55	2,105.60	0.53
M02	2,122.44	2,118.05	2,119.45	2,111.43	
M03	2,120.11	2,115.26	2,114.50	2,108.52	



Formato Interno

Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto con vidrio pulverizado
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 03 de mayo del 2017
Fecha de emisión 19 de mayo del 2017
Ensayo : Durabilidad - determinación de la reactividad potencial álcali-sílice
Referencia : Norma ASTM C1260-07

ENSAYO 01	N°	Fecha	Lectura (pulg)	Lectura (cm)	Expansión
	1	04/05/2017	0.634	1.61036	0
	2	05/05/2017	0.629	1.59766	-0.0127
	3	12/05/2017	0.625	1.5875	-0.02286
	4	19/05/2017	0.62	1.5748	-0.03556

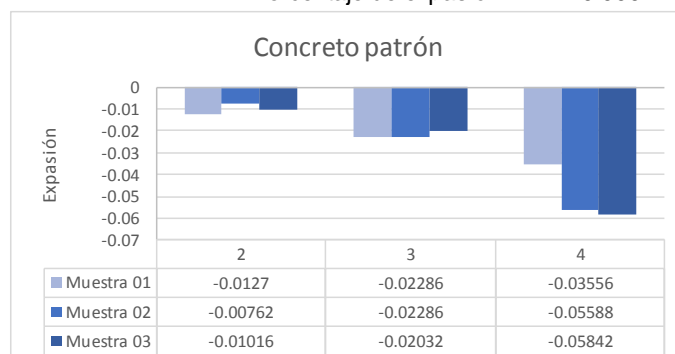
Porcentaje de expansión 0.000

ENSAYO 02	N°	Fecha	Lectura (pulg)	Lectura (cm)	Expansión
	1	04/05/2017	0.742	1.88468	0
	2	05/05/2017	0.739	1.87706	-0.00762
	3	12/05/2017	0.733	1.86182	-0.02286
	4	19/05/2017	0.72	1.8288	-0.05588

Porcentaje de expansión 0.000

ENSAYO 03	N°	Fecha	Lectura (pulg)	Lectura (cm)	Expansión
	1	04/05/2017	0.733	1.86182	0
	2	05/05/2017	0.729	1.85166	-0.01016
	3	12/05/2017	0.725	1.8415	-0.02032
	4	19/05/2017	0.71	1.8034	-0.05842

Porcentaje de expansión 0.000



Observación:

No existe expansión por reacción álcali-sílice

Formato Interno

Solicitante Carlos Ernesto Córdova Sánchez
Atención Laboratorio de materiales USAT
Obra Concreto patron sin adición
Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo 03 de mayo del 2017
Fecha de emisión 19 de mayo del 2017
Ensayo : Durabilidad - determinación de la reactividad potencial álcali-sílice
Referencia : Norma ASTM C1260-07

ENSAYO 01	Nº	Fecha	Lectura (pulg)	Lectura (cm)	Expansión
	1	04/05/2017	0.55	1.397	0
	2	05/05/2017	0.557	1.41478	0.01778
	3	12/05/2017	0.571	1.45034	0.05334
	4	19/05/2017	0.581	1.47574	0.07874

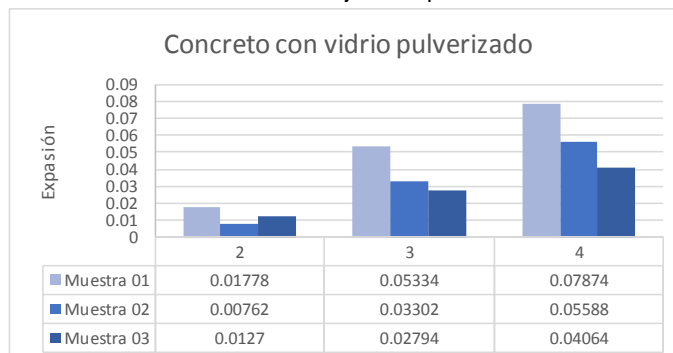
Porcentaje de expansión 0.437

ENSAYO 02	Nº	Fecha	Lectura (pulg)	Lectura (cm)	Expansión
	1	04/05/2017	0.398	1.01092	0
	2	05/05/2017	0.401	1.01854	0.00762
	3	12/05/2017	0.411	1.04394	0.03302
	4	19/05/2017	0.42	1.0668	0.05588

Porcentaje de expansión 0.310

ENSAYO 03	Nº	Fecha	Lectura (pulg)	Lectura (cm)	Expansión
	1	04/05/2017	0.635	1.6129	0
	2	05/05/2017	0.64	1.6256	0.0127
	3	12/05/2017	0.646	1.64084	0.02794
	4	19/05/2017	0.651	1.65354	0.04064

Porcentaje de expansión 0.226



Observación:

Expansion potencialmente perjudicial

4.1. Resultados preliminares

Los resultados se obtuvieron al estudiar la interacción vidrio-concreto, y por ello se optó por emplear el 5% del peso del cemento pero sin reemplazar parte del cemento, sino reducir agregados de tal manera que la resistencia no se vea afectada, se experimentó con 3 tipos de tamaño de vidrio de 0.15mm, 0.075mm y menores al 0.075mm.

La pulverización del vidrio se realizó de dos maneras, en primer lugar se optó por triturar el vidrio haciendo uso de la máquina de los ángeles para poder tener trozos pequeños, luego siguió triturando hasta llevar al nivel de polvo de vidrio de manera manual.

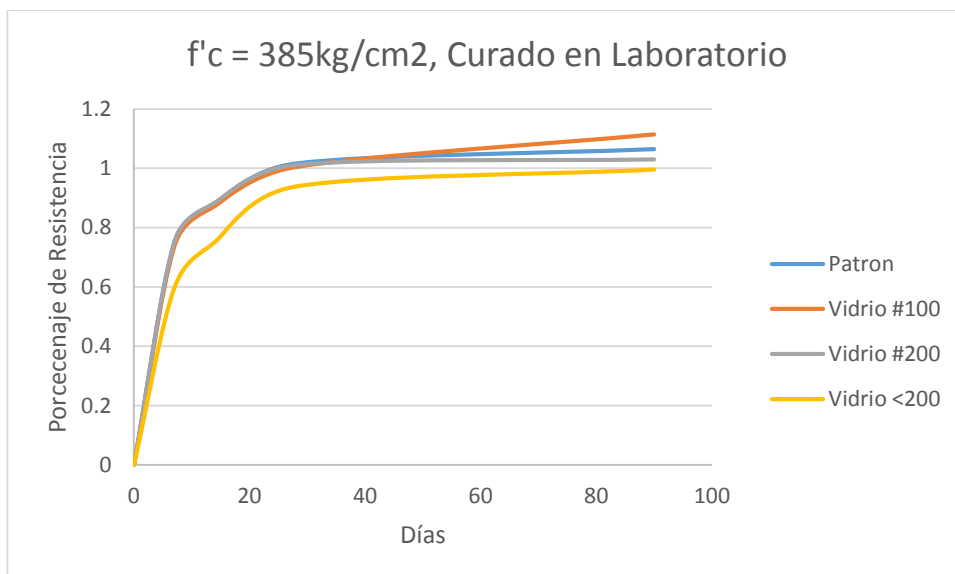
El asentamiento de diseño con el que se trabajó fue recomendado por la norma E.060 del reglamento nacional de edificaciones el cual recomienda un slump de 3'' a 4'' para pistas y veredas por lo que se optó tomar el de 3'' por ser concreto simple.

La resistencia de diseño fue elegida de referencia bibliográfica peruana, por lo que menciona que es concreto de alta resistencia a partir de 420kg/cm², también se realizó diseño de mezcla para 385 kg/cm² y para 455 kg/cm² para determinar cómo se comporta el vidrio con diferentes diseños de mezcla por lo que se optó hacer el diseño con esa resistencia usando el cemento tipo I, ya que es de uso general.

Una vez elegido la diseño de mezcla sin ningún tipo de adición de vidrio, se reajustó para obtener el asentamiento deseado, posteriormente se añadió el vidrio a dicho diseño de mezcla sin reducir la cantidad de cemento con diferentes tipos de tamaño 0.15mm, 0.075mm y menores al 0.075mm.

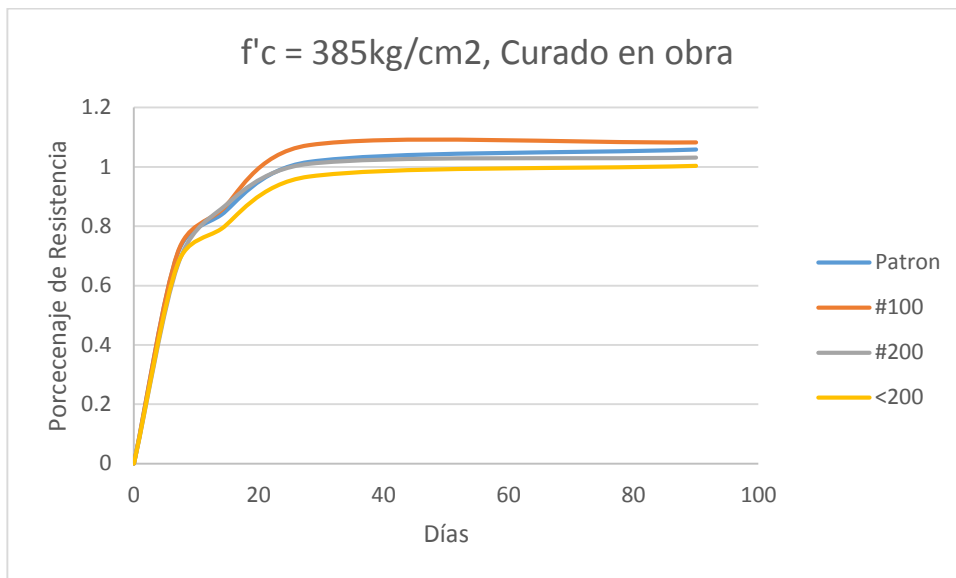
A continuación se muestra el resultado de la resistencia los 7,14, 28 y 90 días de ensayado el concreto patrón, y el concreto con la adición de vidrio en diferentes tamaños, teniendo en cuenta que el denominado concreto patrón es aquel que no posee ningún tipo de adición; C-100, es el concreto con adición de vidrio a un tamaño de 0.15mm; C-200, es el concreto con adición de vidrio a un tamaño de 0.075mm; C<200, es el concreto con adición de vidrio a un tamaño menor de 0.15mm:

Figura N° 16: Resistencia a la compresión - Curado en Laboratorio $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$



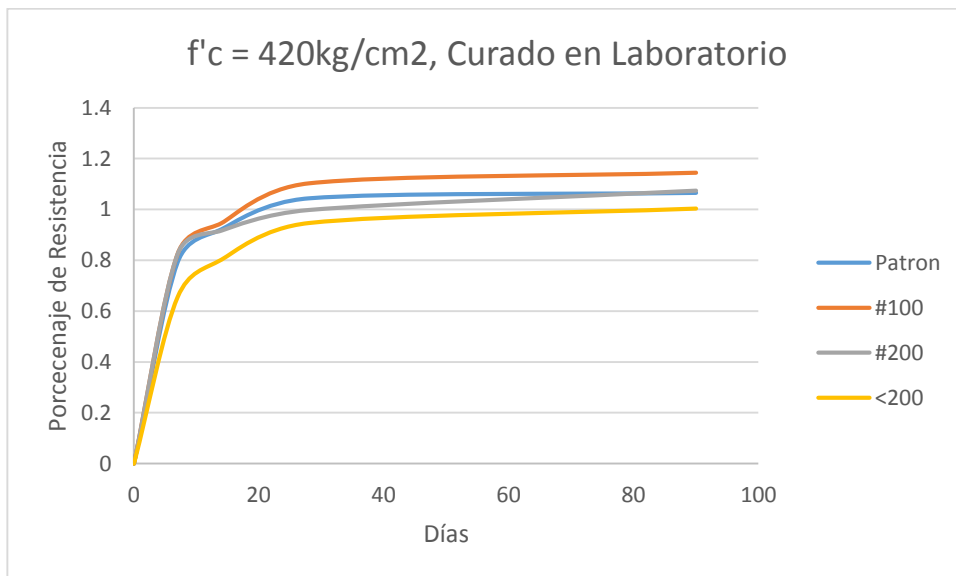
Fuente: propia

Figura N° 17: Resistencia a la compresión - Curado en Obra $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$



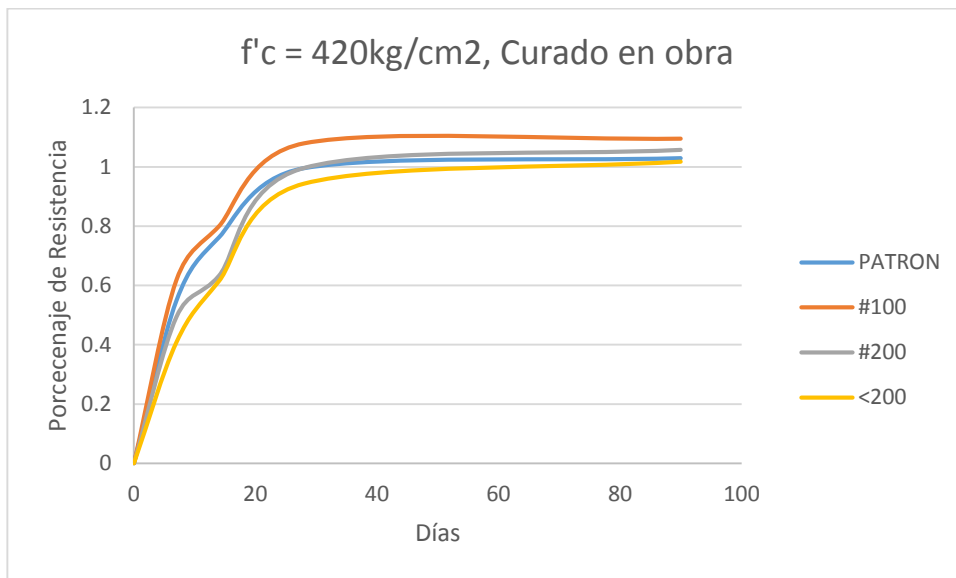
Fuente: propia

Figura N° 18: Resistencia a la compresión - Curado en Laboratorio $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$



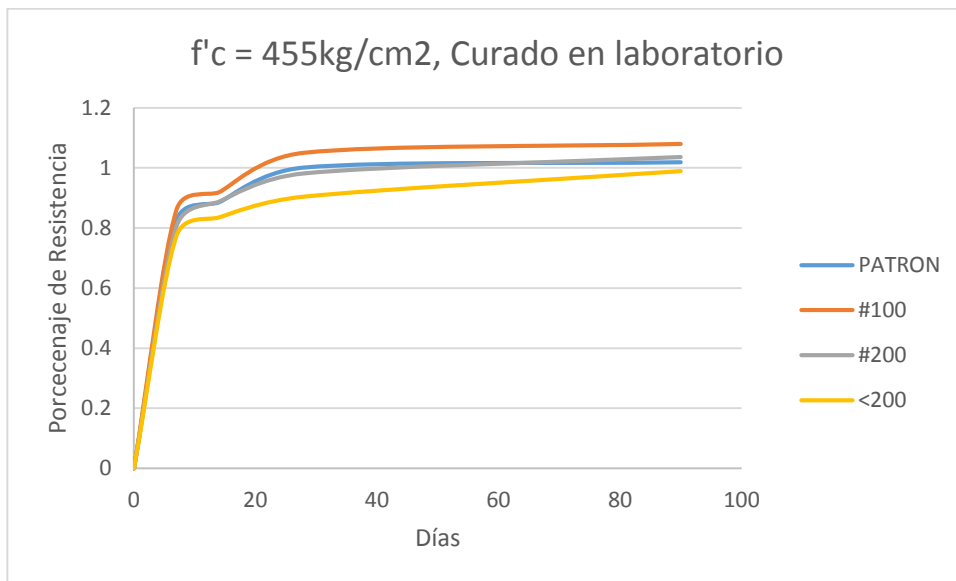
Fuente: propia

Figura N° 19: Resistencia a la compresión - Curado en Obra $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$



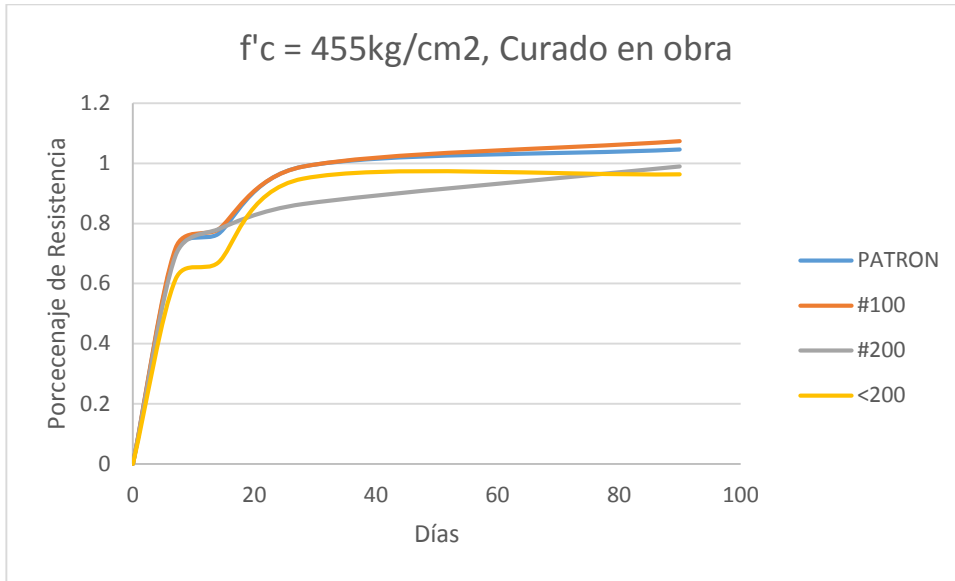
Fuente: propia

Figura N° 20: Resistencia a la compresión - Curado en Laboratorio $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: propia

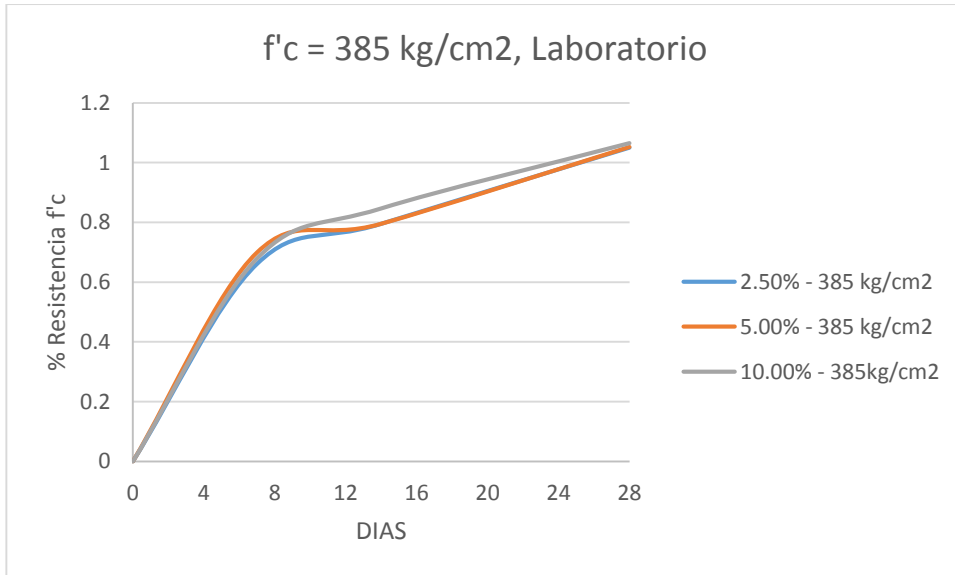
Figura N° 21 Resistencia a la compresión - Curado en Obra $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: propia

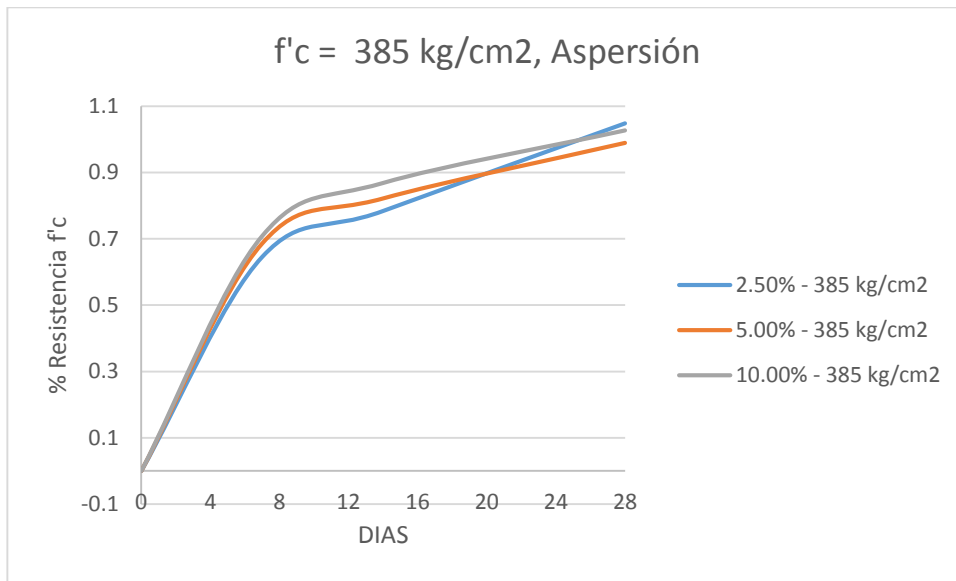
Una vez hallado el tamaño óptimo de vidrio a usar en los diferentes $f'c$ de diseño, se procede a buscar el porcentaje óptimo de este; se realizó la prueba para 2.5%, 5% y 10% de peso de cemento, siendo los siguientes resultados:

Figura N° 22: Resistencia a la compresión - Curado en laboratorio $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.



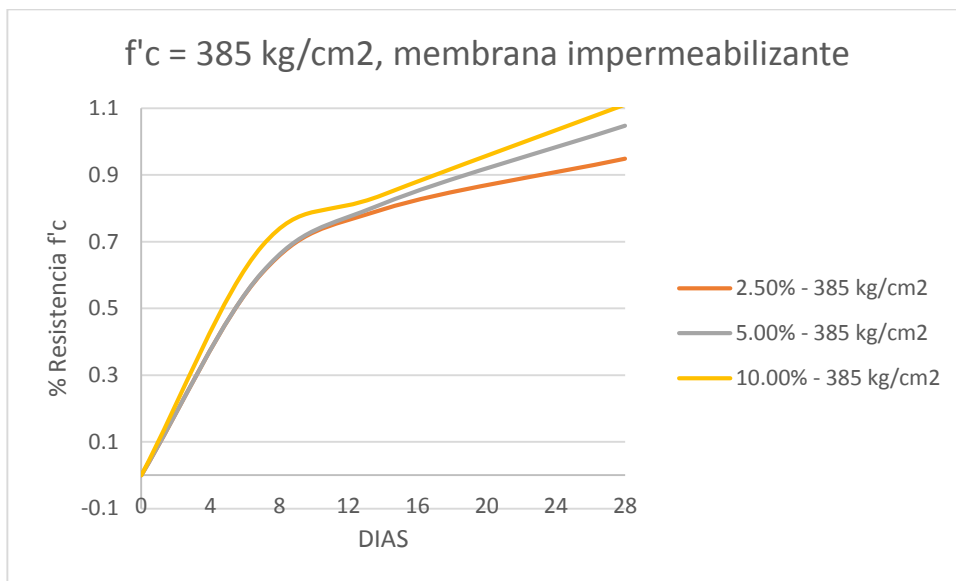
Fuente: propia

Figura N° 23: Resistencia a la compresión - Curado por aspersión $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.



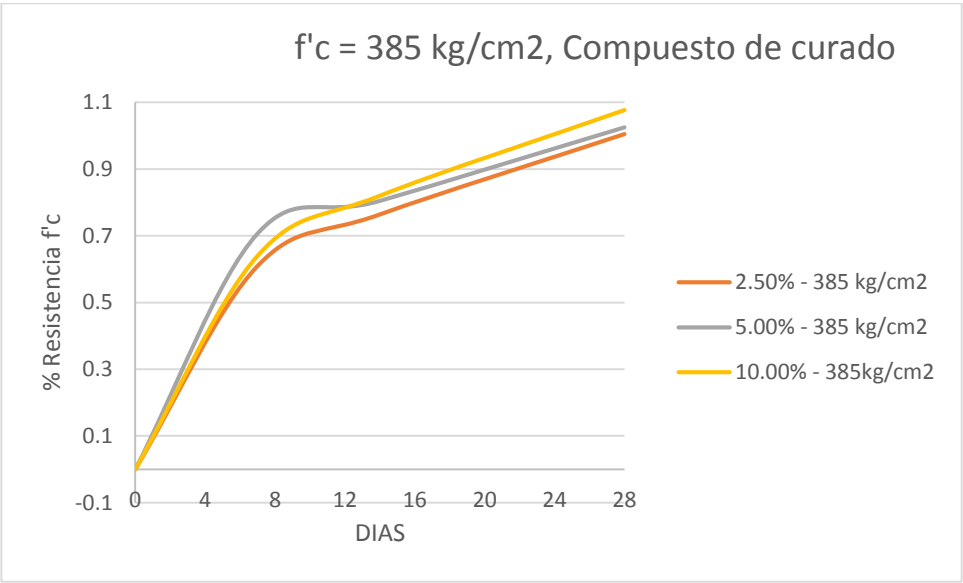
Fuente: propia

Figura N° 24: Resistencia a la compresión - Curado por membrana impermeable $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.



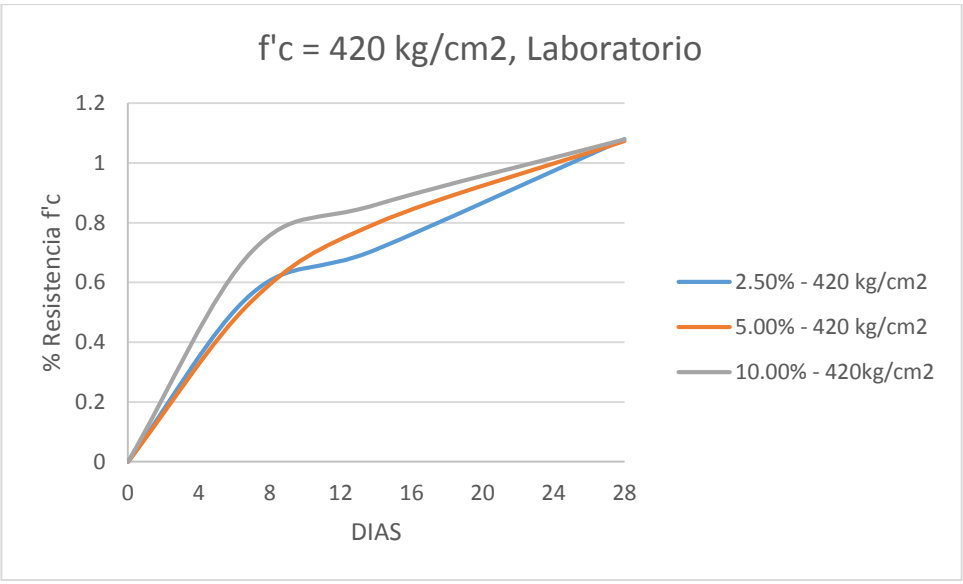
Fuente: propia

**Figura N° 25: Resistencia a la compresión - Curado por compuesto curador
f'c = 385 kg/cm2 – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.**



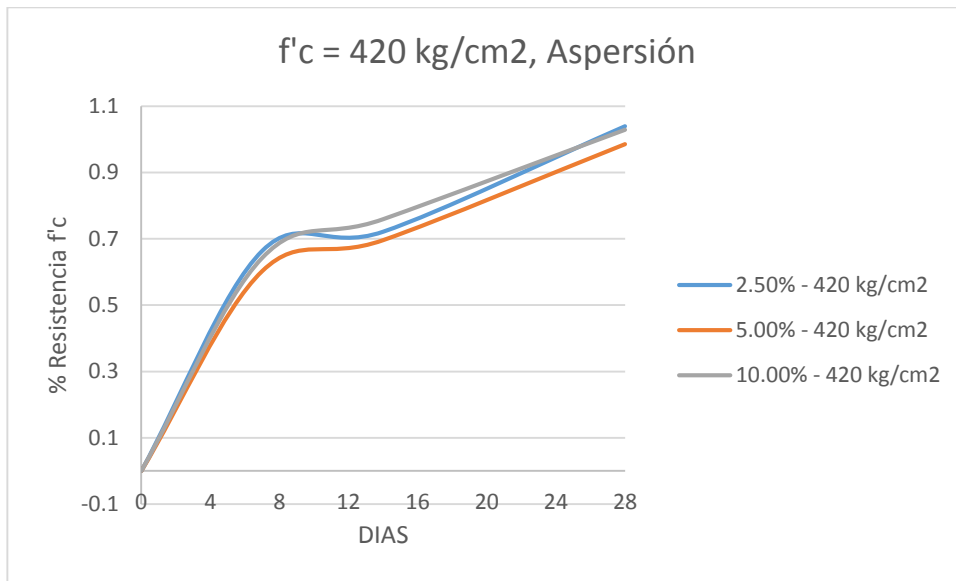
Fuente: propia

**Figura N° 26: Resistencia a la compresión - Curado en laboratorio f'c = 420 kg/cm2 –
2.5%, 5% y 10% de vidrio.**



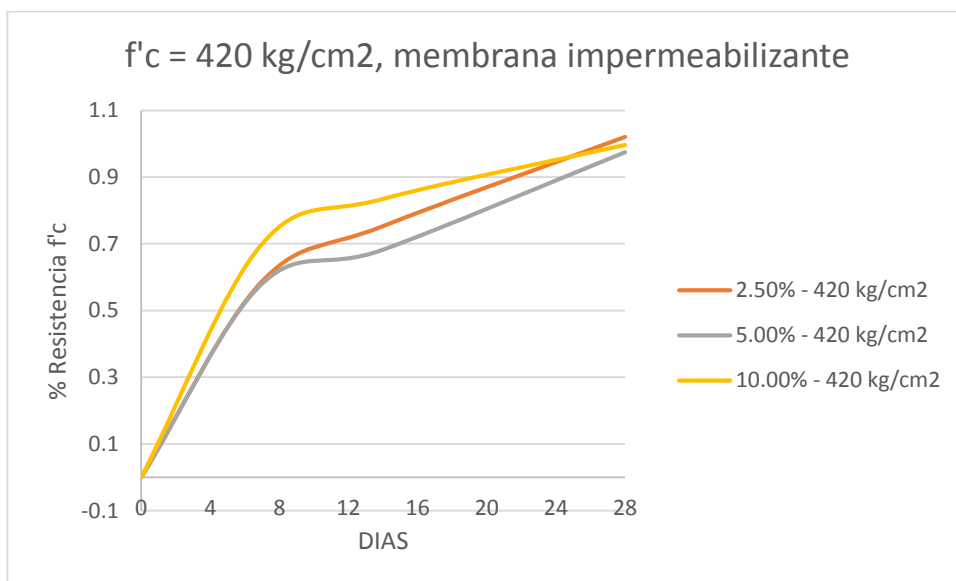
Fuente: propia

Figura N° 27: Resistencia a la compresión - Curado por aspersion f'c = 420 kg/cm2 – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.



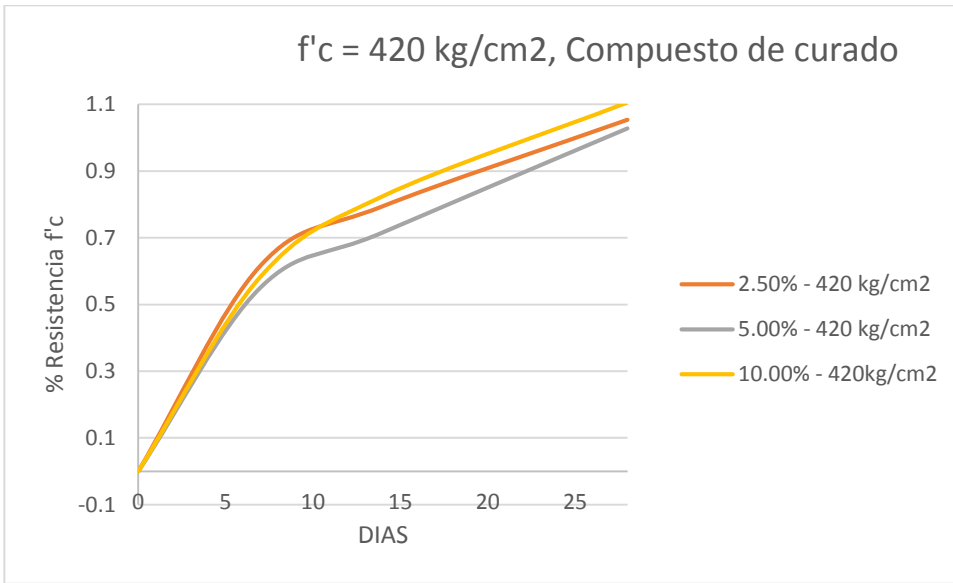
Fuente: propia

Figura N° 28: Resistencia a la compresión - Curado por membrana impermeable f'c = 420 kg/cm2 – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.



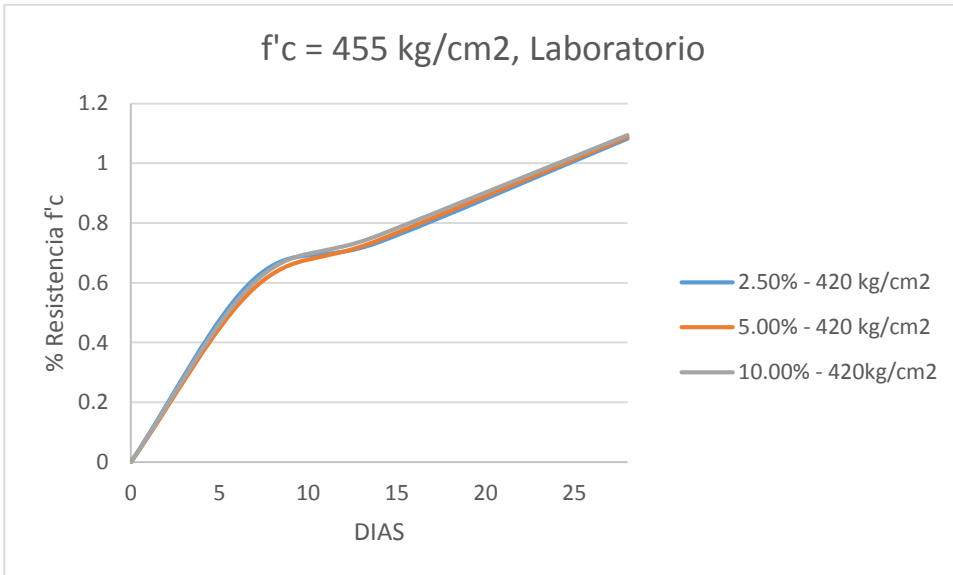
Fuente: propia

**Figura N° 29: Resistencia a la compresión - Curado por compuesto curador
 $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.**



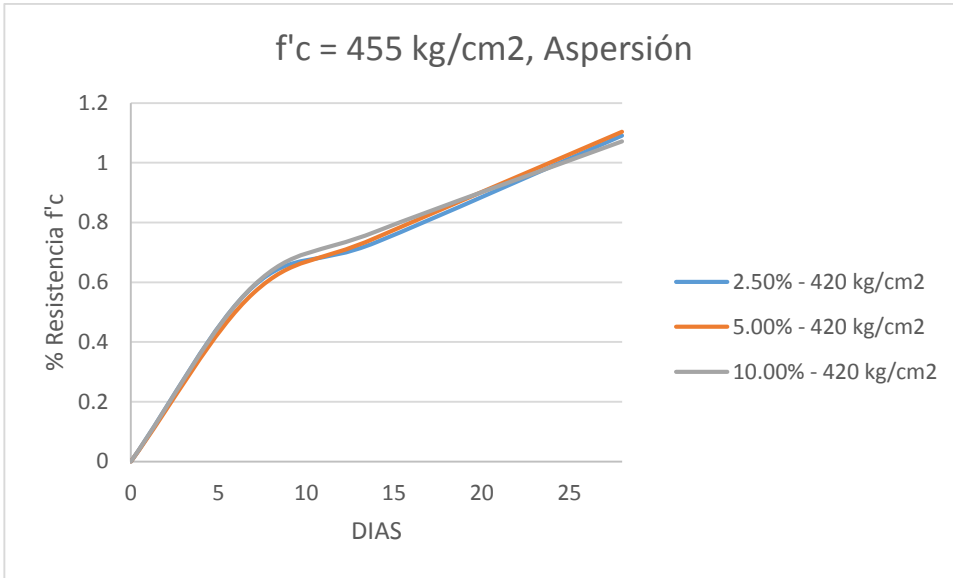
Fuente: propia

**Figura N° 30: Resistencia a la compresión - Curado en laboratorio $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ –
 2.5%, 5% y 10% de vidrio.**



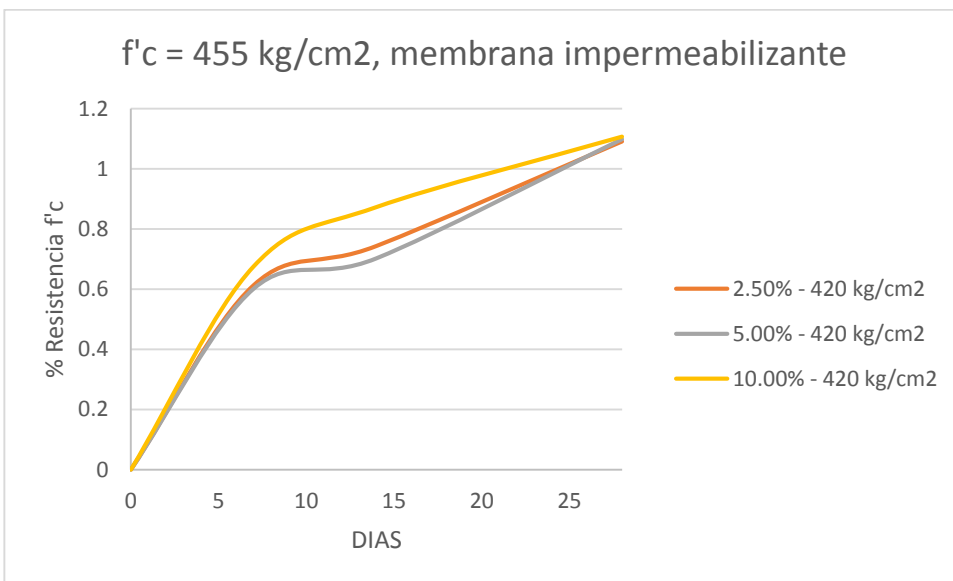
Fuente: propia

Figura N° 31: Resistencia a la compresión - Curado por aspersión
f'c = 455 kg/cm2 – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.



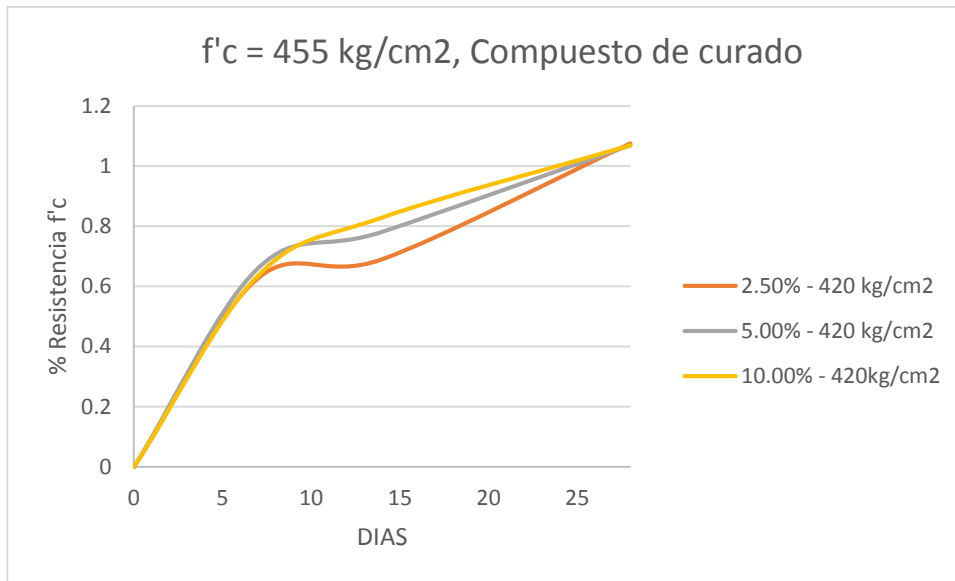
Fuente: propia

Figura N° 32: Resistencia a la compresión - Curado por membrana impermeable
f'c = 455 kg/cm2 – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.



Fuente: propia

**Figura N° 33: Resistencia a la compresión - Curado por compuesto curador
f'c = 455 kg/cm2 – 2.5%, 5% y 10% de vidrio.**



Fuente: propia

4.1.1. Porcentaje de vidrio

Se ensayará concreto con 5% de adición de vidrio de tamaño 0.15mm, 0.075mm y menor de 0.075mm para determinar qué tamaño posee la mayor resistencia.

Durante la elaboración de las probetas de concreto se tomó los datos para determinar el peso unitario del concreto fresco, obteniéndose los siguientes datos.

Tabla N° 7: Peso Unitario del Concreto f'c = 420 kg/cm2

Descripción	Peso molde + C°	Peso molde	Peso C°	Volumen	Peso unitario	Peso unitario
Concreto patrón	12.89	0.28	12.61	0.01	2,378.60	2,390.23
	13.07	0.27	12.80	0.01	2,414.44	
	13.24	0.27	12.97	0.01	2,446.51	
	13.03	0.28	12.75	0.01	2,405.01	
	13.09	0.27	12.82	0.01	2,418.21	
	12.03	0.27	11.76	0.01	2,218.27	
	13.05	0.27	12.78	0.01	2,410.67	
	12.98	0.27	12.71	0.01	2,397.46	
	12.99	0.28	12.71	0.01	2,397.46	
	13.03	0.27	12.76	0.01	2,406.89	
	13.00	0.28	12.72	0.01	2,399.35	
12.95	0.28	12.67	0.01	2,389.92		
C-100	13.11	0.28	12.83	0.01	2,420.10	2,406.89
	12.89	0.28	12.61	0.01	2,378.60	
	13.10	0.28	12.82	0.01	2,418.21	
	12.89	0.28	12.61	0.01	2,378.60	
	13.14	0.27	12.87	0.01	2,427.64	
	13.22	0.28	12.94	0.01	2,440.85	
	13.06	0.28	12.78	0.01	2,410.67	
	13.01	0.28	12.73	0.01	2,401.24	
	12.95	0.28	12.67	0.01	2,389.92	
	13.01	0.28	12.73	0.01	2,401.24	
	12.98	0.28	12.70	0.01	2,395.58	
13.11	0.28	12.83	0.01	2,420.10		
C-200	13.04	0.27	12.77	0.01	2,408.78	2,403.28
	13.08	0.27	12.81	0.01	2,416.33	
	13.07	0.28	12.79	0.01	2,412.55	
	13.08	0.28	12.80	0.01	2,414.44	
	12.99	0.27	12.72	0.01	2,399.35	
	12.93	0.27	12.66	0.01	2,388.03	
	13.10	0.27	12.83	0.01	2,420.10	
	12.99	0.27	12.72	0.01	2,399.35	
	12.95	0.28	12.67	0.01	2,389.92	
	12.98	0.27	12.71	0.01	2,397.46	
	12.85	0.27	12.58	0.01	2,372.94	
13.11	0.28	12.83	0.01	2,420.10		
C<200	13.07	0.27	12.80	0.01	2,414.44	2,379.54
	12.12	0.28	11.84	0.01	2,233.36	
	12.96	0.28	12.68	0.01	2,391.80	
	12.12	0.28	11.84	0.01	2,233.36	
	13.10	0.28	12.82	0.01	2,418.21	
	13.00	0.27	12.73	0.01	2,401.24	
	12.98	0.27	12.71	0.01	2,397.46	
	13.15	0.27	12.88	0.01	2,429.53	
	13.26	0.27	12.99	0.01	2,450.28	
	12.95	0.27	12.68	0.01	2,391.80	
	12.99	0.28	12.71	0.01	2,397.46	
12.98	0.28	12.70	0.01	2,395.58		

Fuente: propia

Tabla N° 8: Peso Unitario del Concreto f'c = 385 kg/cm2

Descripción	Peso molde + C°	Peso molde	Peso C°	Volumen	Peso unitario	Peso unitario
Concreto patrón	13.12	0.28	12.84	0.01	2,421.98	2,360.21
	12.96	0.27	12.69	0.01	2,393.69	
	13.04	0.27	12.77	0.01	2,408.78	
	12.10	0.28	11.82	0.01	2,229.58	
	13.01	0.27	12.74	0.01	2,403.12	
	12.99	0.27	12.72	0.01	2,399.35	
	12.55	0.27	12.28	0.01	2,316.35	
	12.66	0.27	12.39	0.01	2,337.10	
	13.10	0.27	12.83	0.01	2,420.10	
	12.84	0.28	12.56	0.01	2,369.17	
	12.55	0.27	12.28	0.01	2,316.35	
12.50	0.27	12.23	0.01	2,306.92		
C-100	12.36	0.28	12.08	0.01	2,278.63	2,355.65
	12.98	0.28	12.70	0.01	2,395.58	
	12.86	0.28	12.58	0.01	2,372.94	
	13.11	0.28	12.83	0.01	2,420.10	
	13.01	0.27	12.74	0.01	2,403.12	
	13.39	0.28	13.11	0.01	2,472.91	
	12.98	0.28	12.70	0.01	2,395.58	
	12.91	0.28	12.63	0.01	2,382.37	
	12.14	0.28	11.86	0.01	2,237.13	
	12.45	0.28	12.17	0.01	2,295.60	
	12.50	0.28	12.22	0.01	2,305.04	
12.51	0.27	12.24	0.01	2,308.81		
C-200	12.65	0.27	12.38	0.01	2,335.22	2,368.38
	12.95	0.27	12.68	0.01	2,391.80	
	13.11	0.28	12.83	0.01	2,420.10	
	13.21	0.28	12.93	0.01	2,438.96	
	13.01	0.28	12.73	0.01	2,401.24	
	12.99	0.27	12.72	0.01	2,399.35	
	12.86	0.27	12.59	0.01	2,374.83	
	12.90	0.27	12.63	0.01	2,382.37	
	13.12	0.28	12.84	0.01	2,421.98	
	12.55	0.28	12.27	0.01	2,314.47	
	12.60	0.27	12.33	0.01	2,325.78	
12.01	0.27	11.74	0.01	2,214.49		
C<200	12.65	0.27	12.38	0.01	2,335.22	2,337.89
	12.45	0.28	12.17	0.01	2,295.60	
	12.41	0.28	12.13	0.01	2,288.06	
	12.35	0.28	12.07	0.01	2,276.74	
	13.01	0.28	12.73	0.01	2,401.24	
	13.03	0.27	12.76	0.01	2,406.89	
	12.88	0.27	12.61	0.01	2,378.60	
	12.66	0.27	12.39	0.01	2,337.10	
	12.95	0.28	12.67	0.01	2,389.92	
	12.50	0.28	12.22	0.01	2,305.04	
	13.10	0.27	12.83	0.01	2,420.10	
12.05	0.28	11.77	0.01	2,220.15		

Fuente: propia

Tabla N° 9: Peso Unitario del Concreto f'c = 455 kg/cm2

Descripción	Peso molde + C°	Peso molde	Peso C°	Volumen	Peso unitario	Peso unitario
Concreto patrón	12.38	0.27	12.11	0.01	2,284.29	2,304.88
	12.45	0.28	12.17	0.01	2,295.60	
	12.55	0.28	12.27	0.01	2,314.47	
	12.37	0.28	12.09	0.01	2,280.51	
	12.33	0.27	12.06	0.01	2,274.85	
	12.35	0.27	12.08	0.01	2,278.63	
	12.67	0.27	12.40	0.01	2,338.99	
	12.55	0.27	12.28	0.01	2,316.35	
	12.33	0.28	12.05	0.01	2,272.97	
	12.56	0.28	12.28	0.01	2,316.35	
	12.41	0.28	12.13	0.01	2,288.06	
12.98	0.27	12.71	0.01	2,397.46		
C-100	12.55	0.28	12.27	0.01	2,314.47	2,298.90
	12.85	0.28	12.57	0.01	2,371.05	
	12.66	0.27	12.39	0.01	2,337.10	
	12.44	0.27	12.17	0.01	2,295.60	
	12.35	0.27	12.08	0.01	2,278.63	
	12.11	0.27	11.84	0.01	2,233.36	
	12.25	0.27	11.98	0.01	2,259.76	
	12.45	0.27	12.18	0.01	2,297.49	
	12.55	0.28	12.27	0.01	2,314.47	
	12.53	0.28	12.25	0.01	2,310.69	
	12.70	0.28	12.42	0.01	2,342.76	
12.10	0.27	11.83	0.01	2,231.47		
C-200	12.23	0.27	11.96	0.01	2,255.99	2,310.22
	12.67	0.28	12.39	0.01	2,337.10	
	12.65	0.27	12.38	0.01	2,335.22	
	12.41	0.28	12.13	0.01	2,288.06	
	12.67	0.28	12.39	0.01	2,337.10	
	12.85	0.28	12.57	0.01	2,371.05	
	12.95	0.27	12.68	0.01	2,391.80	
	12.62	0.27	12.35	0.01	2,329.56	
	12.64	0.27	12.37	0.01	2,333.33	
	12.50	0.28	12.22	0.01	2,305.04	
12.10	0.27	11.83	0.01	2,231.47		
11.98	0.28	11.70	0.01	2,206.95		
C<200	12.33	0.28	12.05	0.01	2,272.97	2,282.87
	12.22	0.28	11.94	0.01	2,252.22	
	12.36	0.27	12.09	0.01	2,280.51	
	12.49	0.27	12.22	0.01	2,305.04	
	12.44	0.27	12.17	0.01	2,295.60	
	12.68	0.28	12.40	0.01	2,338.99	
	12.26	0.28	11.98	0.01	2,259.76	
	12.16	0.27	11.89	0.01	2,242.79	
	12.30	0.28	12.02	0.01	2,267.31	
	12.10	0.27	11.83	0.01	2,231.47	
	12.09	0.27	11.82	0.01	2,229.58	
13.10	0.28	12.82	0.01	2,418.21		

Fuente: propia

Se aprecia que los resultados del peso unitario del concreto patrón con los pesos unitarios con la adición no varían por el hecho que el vidrio posee pesos unitarios similares a la del agregado y el vidrio que se está empleando posee partículas muy finas.

4.1.2. Exudación del concreto fresco:

La exudación del concreto no es muy apreciable en el concreto patrón y el concreto adicionado por el hecho de que la relación agua cemento es de 0.30, y es relativamente bajo por lo que el sangrado del concreto es mínimo y no se aprecia una exudación excesiva, la exudación entre el concreto patrón y el concreto adicionado son parecidos.

Tabla N° 10: Exudación del concreto fresco

Descripción	Exudación acumulado (ml)						Vol. Agua en molde (ml)	Exudación %
	10'	20'	30'	40'	70'	Agua total		
CP	0.00	0.00	0.00	2.00	10.00	10.00	3,779.63	0.26
C-100	0.00	0.00	0.00	2.00	10.00	10.00	3,779.63	0.26
C-200	0.00	0.00	0.00	5.05	10.50	10.50	3,779.63	0.28
C<200	0.00	0.00	0.00	5.00	10.80	10.80	3,779.63	0.29

Fuente: propia

4.1.3. Contenido de aire

Se realizó el ensayo de contenido de aire para determinar si el concreto tenía el contenido de aire de diseño para el cual fue diseñado tanto para el concreto patrón, como para el contenido de aire del concreto con adición.

Tabla N° 11: Contenido de aire del concreto

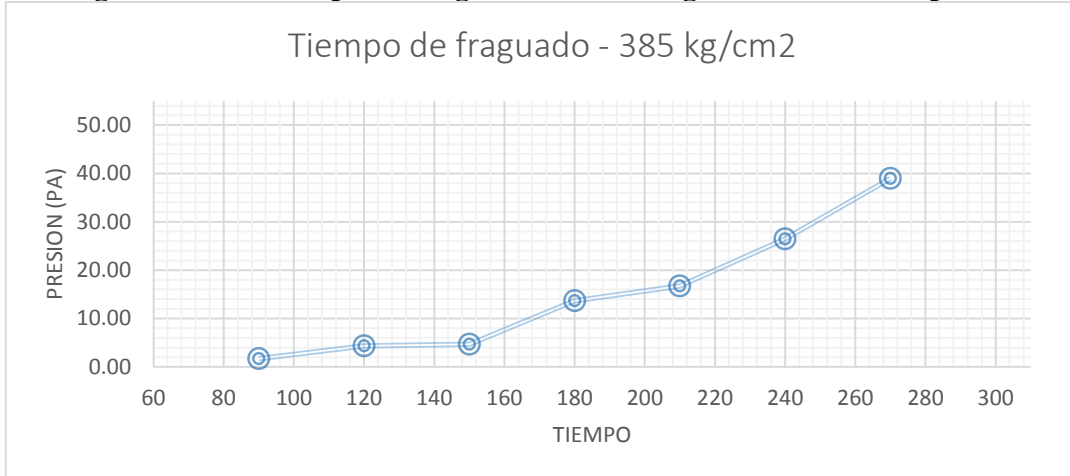
Descripción	Contenido de aire teórico	Contenido de aire in situ
CP	1.50%	1.80%
C-100	1.50%	1.90%
C-200	1.50%	1.80%
C<200	1.50%	1.80%

Fuente: propia

4.1.4. Tiempo de fraguado por penetración.

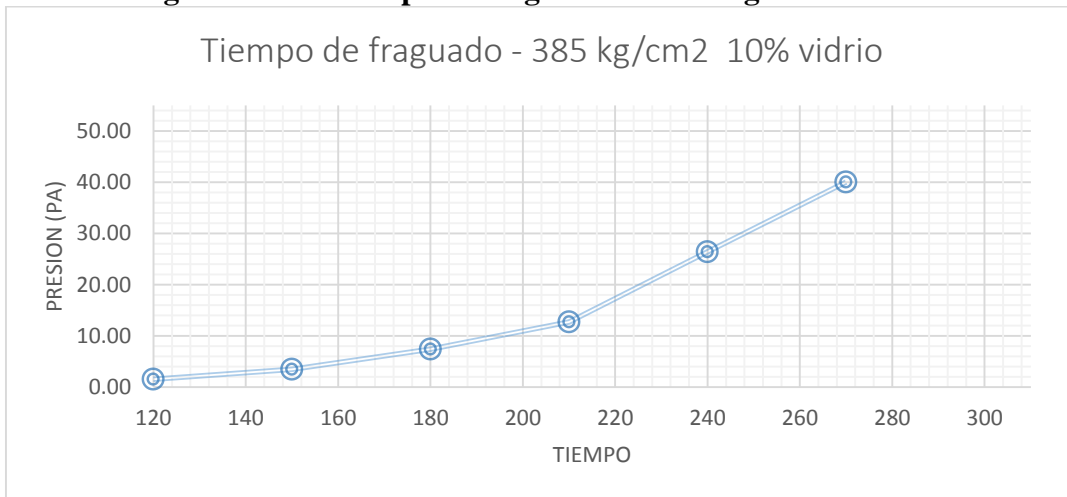
Se realizó el ensayo de tiempo de fraguado del concreto con el tamaño óptimo de vidrio (0.15mm) y con el porcentaje óptimo (10%).

Figura N° 34: Tiempo de fraguado $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ – Concreto patrón



Fuente: Propia

Figura N° 35: Tiempo de fraguado $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ – 10% vidrio



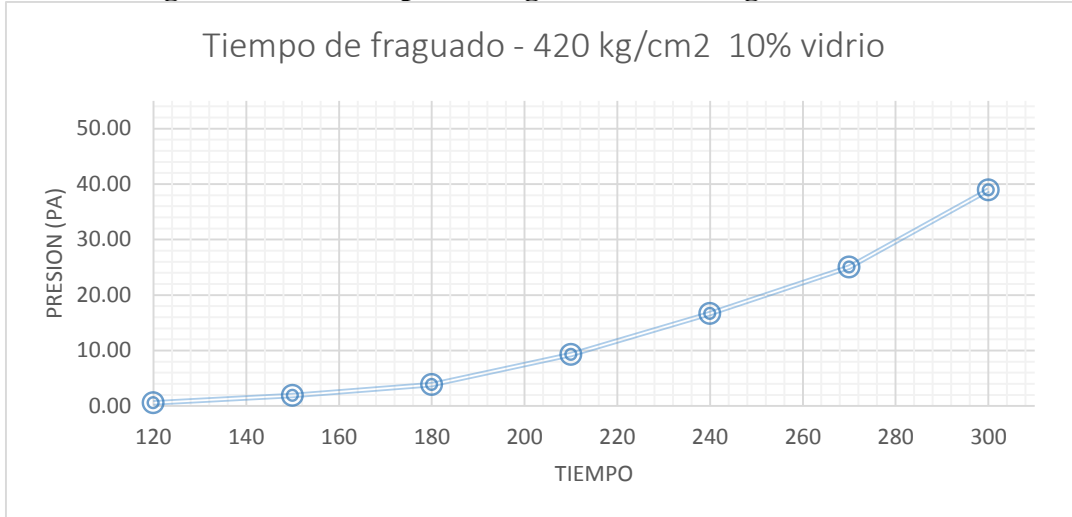
Fuente: Propia

Figura N° 36: Tiempo de fraguado $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón



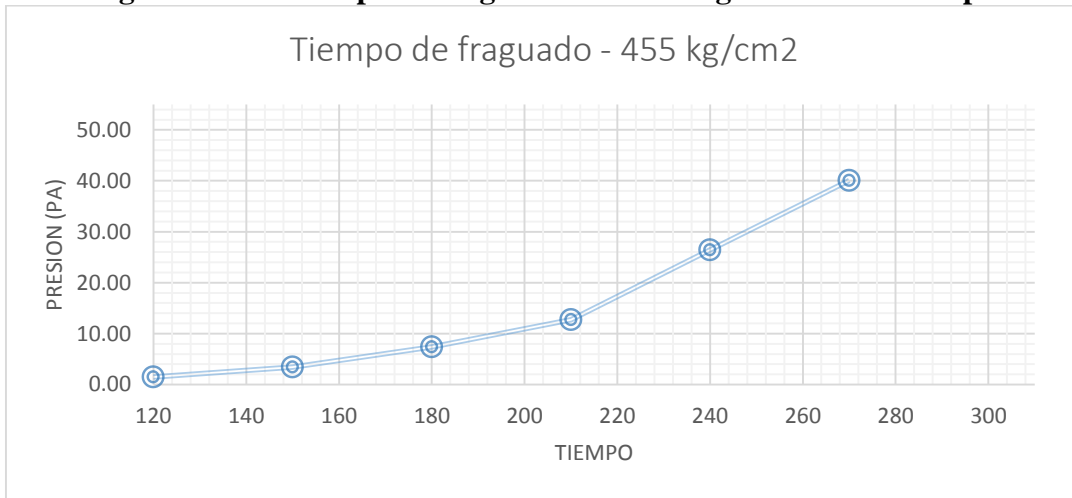
Fuente: Propia

Figura N° 37: Tiempo de fraguado $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$ – 10% vidrio



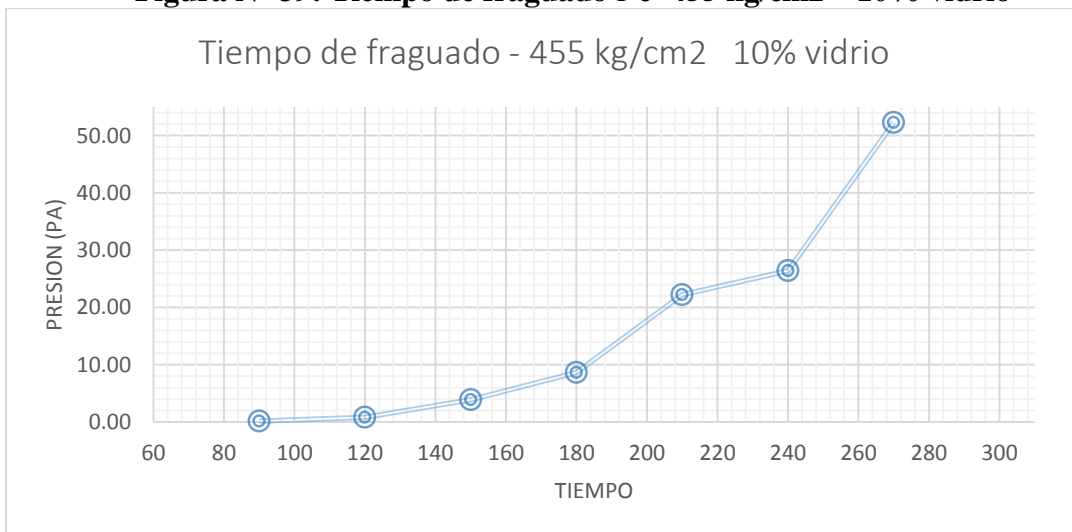
Fuente: Propia

Figura N° 38: Tiempo de fraguado $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ – Concreto patrón



Fuente: Propia

Figura N° 39: Tiempo de fraguado $f'c=455 \text{ kg/cm}^2$ – 10% vidrio



Fuente: Propia

Tabla N° 12: Resultados de tiempo de fraguado

f'c diseño		Fragua inicial (minutos)	Fragua final (minutos)	Tiempo de fraguado (minutos)
385 kg/cm2	Patrón	115	239	125
385 kg/cm2	10% Vidrio	150	250	100
420 kg/cm2	Patrón	189	301	112
420 kg/cm2	10% Vidrio	188	294	107
455 kg/cm2	Patrón	150	250	100
455 kg/cm2	10% Vidrio	158	235	77

Fuente: Propia

V. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. RESUMEN EJECUTIVO

La provincia de Chiclayo, ubicada a 13 km de la costa del Pacífico y 770 km de la capital del país, ha delineado el presente Evaluación de Impacto Ambiental, el mismo que favorece al cumplimiento de la normativa nacional ambiental vigente a fin de garantizar, prevenir y mitigar los impactos ambientales y sociales negativos que puedan generar la producción del vidrio pulverizado, logrando de esta manera una correcta gestión de los desechos en este caso del vidrio que a pesar que puede ser usados para generar más vidrio, son llevados a un botadero inadecuado.

La EIA de este proyecto favorece a garantizar la sostenibilidad ambiental por la reutilización de vidrio en la fabricación de mezcla de concreto, a través del uso del vidrio se busca producir concreto con la misma calidad que el convencional y también con una adecuada gestión ambiental.

5.2. ASPECTO GENERALES

5.2.1. OBJETIVOS

5.2.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar e identificar los impactos ambientales que puedan producirse la elaboración de vidrio en polvo y de concreto simple de alta resistencia utilizando vidrio pulverizado con agregados de la ciudad de Chiclayo, estableciendo las medidas de mitigación para prevenir el deterioro ambiental que podría causar la operación de las mismas, así como identificar las medidas de protección individual durante la duración del proyecto.

5.2.2. ALCANCES

El presente proyecto de investigación permitirá dar un nuevo uso al residuo sólido (vidrio) que es llevado a los botaderos informales en la ciudad de Chiclayo, pudiendo este ser reutilizado como materia prima para la producción de más botellas del material anteriormente mencionado. Este material llega a los botaderos generando contaminación ya que la ciudad de Chiclayo no cuenta con una adecuada infraestructura y disposición final de los residuos sólidos que son generados por la misma ciudad.

5.2.3. ANTECEDENTES

La gran cantidad de vidrio que es producido y llega a la ciudad de Chiclayo, al ser desechado genera mayor contaminación en la ciudad, y es que se espera que para el 2017 la ciudad de Chiclayo genere 50,406 ton/año de residuos sólidos, el cual 1,527 ton es de vidrio.

Es por ello que dicho material al tener cierto elementos en su composición (sílice) que mejora ciertas propiedades en el concreto simple se ha impulsado en la fabricación de concreto de alta resistencia, siendo esta aplicación el punto de partida para frenar la contaminación medio ambiental local y así poder buscar nuevos elementos que son desechados y poder hacer de ellos nuevos usos para el bienestar de la población y contribuir con el cambio climático.

5.3. MARCO LEGAL

5.3.1. NORMATIVAS

CONSTITUCIÓN POLITICA DEL PERÚ. 1993: CONGRESO CONSTITUYENTE DEMOCRÁTICO.

La Constitución Política del Perú es la Carta Magna sobre la cual reposan los pilares del Derecho, la justicia y las normas del país. Esta controla, regula y defiende los derechos y libertades de los peruanos; organiza los poderes e instituciones políticas. Fue redactada por el Congreso Constituyente Democrático. Así mismo la Constitución política del Perú establece leyes y normas ambientales con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible, cuyos códigos y leyes son los siguientes:

- El Código Penal, promulgado en 1991 (Decreto Legislativo No. 635), establece los delitos contra la salud pública (Título XII, Capítulo III) y los Delitos Contra la Ecología (Título XIII).
- En 1997 se crea la Ley Orgánica para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales (Ley N° 26821).
- En 1997-2004 Decreto Supremo N° 056-97-PCM y 061-97-PCM – Casos en que aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental y Programas de Adecuación de Manejo Ambiental requerirán la opinión técnica del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).
- En 2000 se crea la Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314)
- En 2001, se crea la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley N° 27446.
- En 2004, la Ley N° 28245, que creó el Sistema Nacional de Gestión Ambiental, y su Reglamento (Decreto Supremo N° 008-2005-PCM).

5.3.2. MINISTERIOS

MINISTERIO DEL AMBIENTE

El Ministerio del Ambiente es creado por el Decreto Legislativo No. 1013 que fue promulgado el 14 de mayo del 2008. El ministerio del ambiente busca asegurar el uso sostenible, la conservación de los recursos naturales y la calidad ambiental en beneficio de las personas y el entorno, de manera normativa, efectiva, descentralizada y articulada con organizaciones públicas y privadas y sociedad civil, en el marco del crecimiento verde y la gobernanza ambiental.

Considerando que el accionar del MINAM se enmarca en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) hacia el 2030 de las Naciones Unidas y la implementación de las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE); se ha planteado como ejes estratégicos los enfoques de Perú Limpio y Perú Natural, los cuales buscan promover el desarrollo y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, para la conservación del ambiente y crear conciencia en la población. Tales enfoques se traducen en los 07 lineamientos prioritarios de la gestión:

- Aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica y, en particular, de los bosques
- Adaptación y mitigación al cambio climático
- Manejo eficiente de los residuos sólidos
- Gestión integral marino-costera
- Prevención, control de la contaminación y eco-eficiencia
- Adecuación de la institucionalidad ambiental

- Medios de implementación de la política ambiental

MINISTERIO DEL SALUD

El Ministerio de Salud del Perú o MINSA es el sector del Poder Ejecutivo encargado del área de salud. Creado el 5 de octubre del 1935 por el Decreto Legislativo 8124.

El Ministerio de Salud tiene la misión de proteger la dignidad personal, promoviendo la salud, previniendo las enfermedades y garantizando la atención integral de salud de todos los habitantes del país; proponiendo y conduciendo los lineamientos de políticas sanitarias en concertación con todos los sectores públicos y los actores sociales.

5.3.3. AUTORIDADES REGIONALES Y LOCALES

La Autoridad Ambiental Local es responsable de aprobar e implementar la Política Ambiental Local, en el marco de lo establecido por su Ley Orgánica, debiendo implementar el Sistema Local de Gestión Ambiental en coordinación con la Comisión Ambiental Regional respectiva.

El Gobierno Regional es responsable de aprobar y ejecutar la Política Ambiental Regional, debiendo implementar el Sistema Regional de Gestión Ambiental en coordinación con la Comisión Ambiental Regional respectiva.

5.3.4. REGLAMENTACIÓN AMBIENTAL LEY GENERAL DEL AMBIENTE (LEY 28611)

La presente Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

La ley 28611 se rige bajo principios que buscan la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, así como la conservación del patrimonio cultural vinculado a aquellos

- Principio de sostenibilidad

La gestión del ambiente y de sus componentes, así como el ejercicio y la protección de los derechos que establece la presente Ley, se sustentan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

- Principio de prevención

La gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan.

- Principio precautorio

Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza absoluta no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces y eficientes para impedir la degradación del ambiente.

- Principio de internalización de costos

Toda persona natural o jurídica, pública o privada, debe asumir el costo de los riesgos o daños que genere sobre el ambiente.

- Principio de responsabilidad ambiental

El causante de la degradación del ambiente y de sus componentes, sea una persona natural o jurídica, pública o privada, está obligado a adoptar inexcusablemente las medidas para su restauración, rehabilitación o reparación según corresponda.

- Principio de equidad

El diseño y la aplicación de las políticas públicas ambientales deben contribuir a erradicar la pobreza y reducir las inequidades sociales y económicas existentes; y al desarrollo económico sostenible de las poblaciones menos favorecidas.

- Principio de gobernanza ambiental

El diseño y aplicación de las políticas públicas ambientales se rigen por el principio de gobernanza ambiental, que conduce a la armonización de las políticas, instituciones, normas, procedimientos, herramientas e información de manera tal que sea posible la participación efectiva e integrada de los actores públicos y privados.

LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (LEY 27446)

Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
Decreto Legislativo N° 1078, Modificatoria de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

La presente Ley tiene por finalidad:

a) La creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.

b) El establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas, y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión.

c) El establecimiento de los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental.

La ley 27446 y sus modificatorias clasifica en categorías la certificación ambiental:

a) Categoría I - Declaración de Impacto Ambiental.- Incluye aquellos proyectos cuya ejecución no origina impactos ambientales negativos de carácter significativo. b) Categoría II - Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado.-

Incluye los proyectos cuya ejecución puede originar impactos ambientales moderados y cuyos efectos negativos pueden ser eliminados o minimizados mediante la adopción de medidas fácilmente aplicables.

c) Categoría III - Estudio de Impacto Ambiental Detallado.- Incluye aquellos proyectos cuyas características, envergadura y/o localización, pueden producir impactos ambientales negativos significativos, cuantitativa o cualitativamente, requiriendo un análisis profundo para revisar sus impactos y proponer la estrategia de manejo ambiental correspondiente

LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SU MODIFICACIÓN (LEY 27314 – DECRETO LEGISLATIVO 1065)

La presente Ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

Se aplica a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos, en los sectores económicos, sociales y de la población. Asimismo, comprende las actividades de internamiento y tránsito por el territorio nacional de residuos sólidos.

LEY GENERAL DE SALUD (LEY 26842)

La protección de la salud es de interés público. Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla. Toda persona tiene derecho a la protección de su salud en los términos y condiciones que establece la ley. El derecho a la protección de la salud es irrenunciable.

LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (LEY 28245)

La presente Ley tiene por objeto asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas y tiene por finalidad orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

LEY DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OBRAS Y ACTIVIDADES (LEY 26786)

La ley 26786 modifica el artículo 51 del Decreto Legislativo N° 757 en el Artículo 51 donde menciona que la Autoridad Sectorial Competente comunicará al Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, sobre las actividades a desarrollarse en el sector privado, que por su riesgo ambiental, pudieran exceder los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del ambiente, las que obligatoriamente deberán presentar estudios de impacto ambiental previos a su ejecución y, sobre los límites máximos permisibles del impacto ambiental acumulado.

5.3.5. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL Y LÍMITES MÁXIMOS

ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE PARA MATERIAL PARTICULADO (D.S N°003-2017-MINAM)

El presente decreto supremo busca proteger la salud donde la presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental del aire con respecto al material particulado y del tamaño del mismo.

Los estándares primarios de calidad del aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes del aire:

- a) Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5)
- b) Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM10)

Los estándares nacionales de calidad ambiental del aire son los establecidos por el siguiente cuadro

Tabla N° 13: Estándares de calidad ambiental para material particulado

CONTAMINANTE	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS
		VALOR (ug/m ³)	FORMATO	
Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5)	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 Horas	365	NE más de 7 veces/año	
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 Horas	100	NE más de 7 veces/año	

Fuente: DS N° 003-2017-MINAM

ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE (DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM)

El presente decreto supremo busca proteger la salud donde la presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental del aire.

Los estándares primarios de calidad del aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes del aire:

- a) Dióxido de Azufre (SO₂)
- b) Monóxido de Carbono (CO)
- c) Dióxido de Nitrógeno (NO₂)
- d) Ozono (O₃)
- e) Plomo (Pb)
- f) Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)

Los estándares nacionales de calidad ambiental del aire son los establecidos por el siguiente cuadro.

Tabla N° 14: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire
(Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico, NE significa no exceder)

CONTAMINANTE	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS
		VALOR (ug/Nm ³)	FORMATO	
Dióxido de azufre	Anual	80.00	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 Horas	365.00	NE más de 10 veces/año	
	24 Horas	150.00	NE 3 veces/año	
Monóxido de carbono	8 Horas	10,000.00	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	1 Hora	30000	NE más 1 vez/año	
Dióxido de nitrógeno	Anual	100.00	Promedio aritmético anual	Quimioluminiscencia (Método automático)
	1 Hora	200.00	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 Horas	120.00	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Anual	0.80	Media aritmética anual	Método para PM10 (Espectrometría de absorción atómica)
	Mensual	1.50	NE más de 4 veces/año	

Fuente: DS N° 074-2001-PCM

ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO (DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM)

La presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana. Dichos ECA's consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios.

Por ello se muestra a continuación los niveles de presión sonora según zona de desarrollo del sonido y horario en el que se produce

Tabla N° 15: Estándares nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Zonas de Aplicación	Valores Expresados en LAeqT ⁽¹⁾	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zonas de Protección Ambiental	50.00	40.00
Zona Residencial	60.00	50.00
Zona Comercial	70.00	60.00
Zona Industrial	80.00	70.00

Fuente: DS N° 085-2003-PCM

5.3.6. NORMATIVA NACIONAL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

Mediante el DS N° 011-2006-VIVIENDA se aprobaron sesenta y seis (66) Normas Técnicas del REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, cuya normativa nos da a conocer los procedimientos, cálculos, definiciones e información relevante que pueda contribuir con la actividad de la construcción en el territorio peruano.

5.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.4.1. ETAPAS DEL PROYECTO

El proyecto de investigación denominado ANÁLISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICIÓN PARA CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO. Se ha desarrollado en diferentes etapas, las cuales son:

- 5.4.1.1. ETAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE RECOLECCIÓN
Esta etapa consistió en la ubicación de lugares donde produzcan la mayor cantidad de botellas de vidrio, es decir de ubicación de puntos donde este tipo de material sea desechado. Siendo el resultado, las discotecas o lugares afines a esta actividad resultaron ser el lugar donde mas residuos de vidrio son desechados.
- 5.4.1.2. RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DE ENVASES DE VIDRIO
Una vez indentificado los lugares donde produzcan la mayor cantidad de botellas de vidrio que son desechadas, se procedio a separar las botellas cuyas características debian ser incoloras y transparentes, siendo lsa botellas no seleccionadas almacenadas y llevadas a un deposito de desechos colocando un aviso de material de tipo vidrio.
- 5.4.1.3. LIMPIEZA DE LOS ENVASES DE VIDRIO
Una vez obtenido las botellas incoloras y transparentes, se procede con la limpieza, es decir se comenzo a retirar las etiquetas de los envases, tapas y otros elementos que no sean vidrio para evitar algun tipo de contaminación, para luego llevar un lavado de cada una de las mismas.

5.4.1.4. TRITURACIÓN PRELIMINAR

La trituración preliminar consiste en llevar las botellas de vidrio después del proceso de limpieza a un menor tamaño, este proceso se realiza con herramientas artesanales, teniendo en cuenta que el personal que realice esta actividad lleve colocado equipos de protección personal y equipos de que permitan proteger ciertas zonas en específico como zona auditiva, respiratoria y visual.

5.4.1.5. PROCESO DE PULVERIZACIÓN

Una vez producido el vidrio triturado, se procede a realizar el pulverizado con herramientas artesanales, al igual que la trituración preliminar se debe tener en cuenta que el personal que realice esta actividad lleve colocado equipos de protección personal y equipos de que permitan proteger ciertas zonas en específico como zona auditiva, respiratoria y visual. Además se recomienda realizarlo en un lugar cerrado para evitar que material particulado contamine otros ambientes.

5.4.1.6. PROCESO DE SEPARACIÓN DE TAMAÑOS

Una vez obtenido el vidrio en polvo, se procede a tamizar el vidrio de manera que se puedan separar en diferentes tamaños. En este caso se realizó la separación en pequeñas tandas a través de la malla #50, #100 y #200.

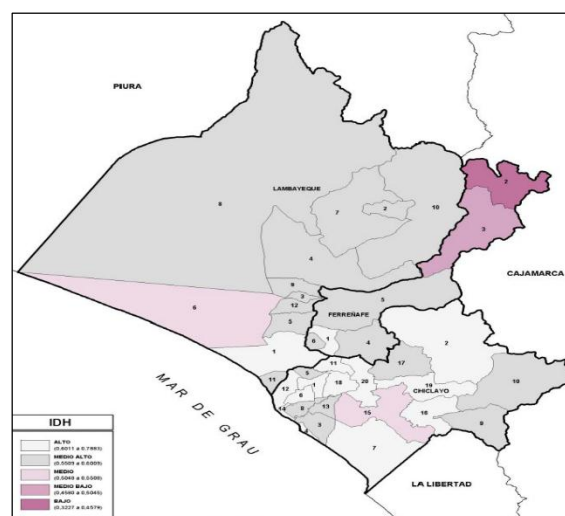
5.4.1.7. PRODUCCIÓN DE CONCRETO

Esta etapa consiste en aplicar el vidrio pulverizado a la mezcla de concreto. Teniendo en cuenta los objetivos de esta investigación

5.5. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El proyecto de investigación que contempla el uso de vidrio en polvo como parte del concreto simple, se encuentra ubicado y se desarrollará en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo del distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Figura N° 40: Mapa del departamento de Lambayeque



Fuente: Google imágenes

Figura N° 41: Mapa de distrito de Chiclayo



Fuente: Google imágenes

Figura N° 42: Ubicación de la planta pulverizadora de vidrio



Fuente: Google earth

5.5.1. AREA DE INFLUENCIA

En el desarrollo del proyecto se identificó el área de influencia directa e indirecta. El área de influencia directa es el distrito de Chiclayo, ubicado en el departamento de Lambayeque, el cual limita por el norte con el distrito de Pícsi, por el sur con Zaña, Reque y La Victoria, por este con Zaña y por el oeste con Pimentel y San José.

El área de influencia indirecta será la zona del departamento de Cajamarca que comprende las provincias y distritos que poseen intercambio comercial-económico directo con el distrito de Chiclayo ya que los departamentos de Piura y La Libertad poseen sus plantas recicladoras de vidrio, siendo Chiclayo un puente entre la costa y sierra del norte del Perú.

5.6. LINEA BASE AMBIENTAL

5.6.1. GENERALIDADES

El proyecto se basa en el análisis del concreto añadiendo a la mezcla vidrio pulverizado, a raíz que el vidrio es arrojado como desecho teniendo como disposición final a botaderos inadecuados.

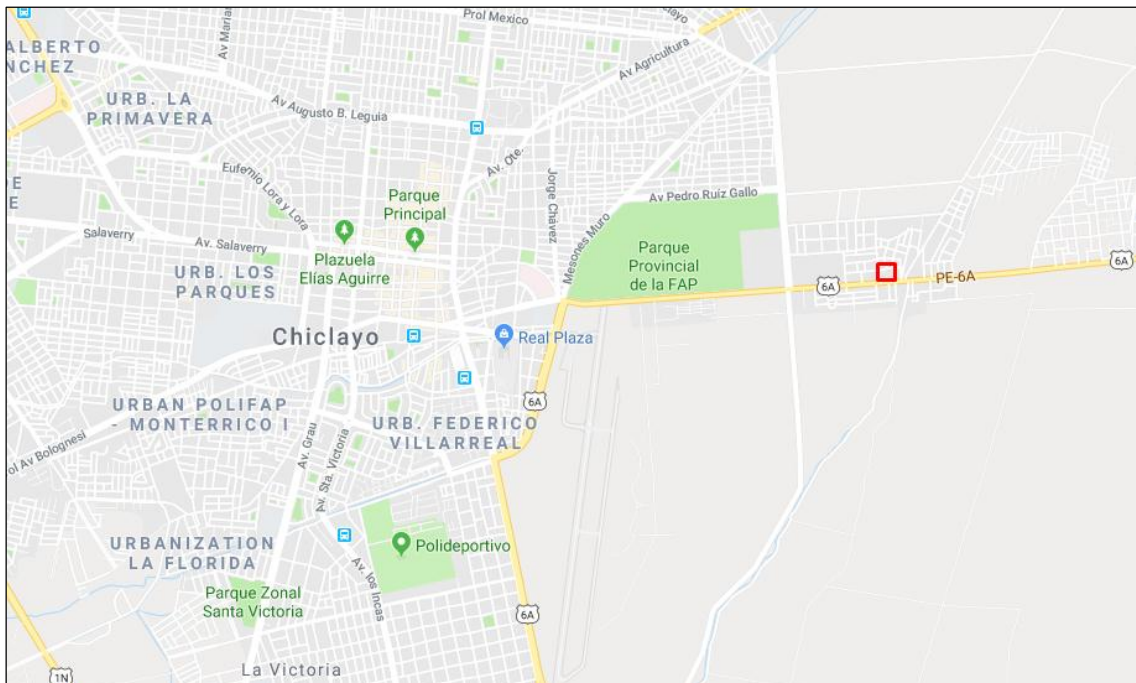
Los embases fueron recolectados en diferentes zonas de la ciudad de Chiclayo, para luego ser pulverizados al tamaño deseado, dicha pulverización se realizó con herramientas artesanales.

Y se analizó el concreto con esta adición hasta encontrar el tamaño y porcentaje óptimo.

5.6.2. UBICACIÓN

La planta pulverizadora de vidrio se encuentra en la carretera Chiclayo – Pomalca km 2, tiene una extensión de 2,500.00 m².

Figura N° 43: Ubicación de planta pulverizadora



Fuente: Google maps

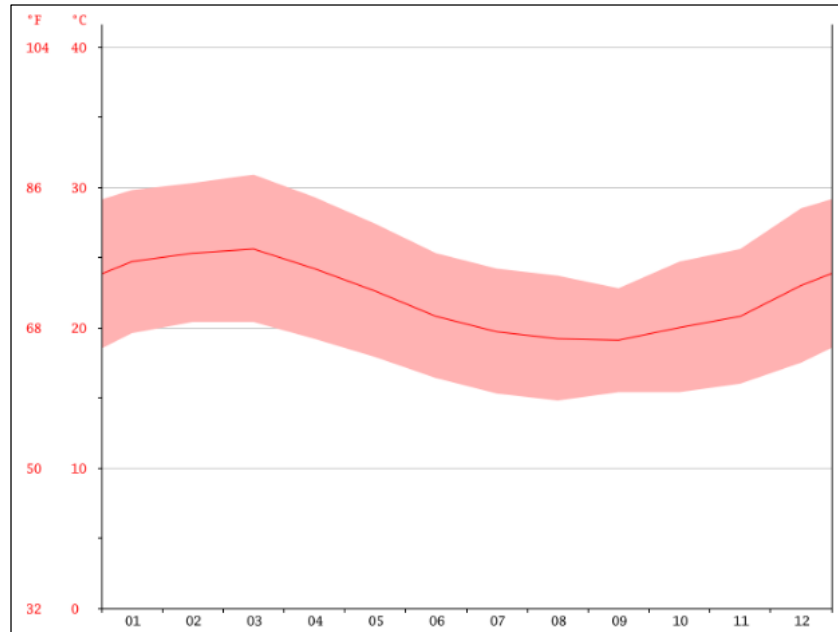
5.6.1. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FISICO.

5.6.1.1. TEMPERATURA.

Chiclayo está ubicado en una zona tropical pero con estado sub-tropical, de temperatura agradable, seca y sin lluvia. Periódicamente cierto tiempo por lo general cada 7 años presentan temperaturas elevadas que puedes pasar los 30° debido al Fenómeno del Niño, con lluvia de regular intensidad y un aumento de caudal en las corrientes de aguas superficial; teniendo en los ultimos años precipitaciones extraordinarias que fueron denominadas "El niño costero"

A lo largo del año se mantiene una temperatura promedio de 24-25 °C, con excepción que los meses de Diciembre a Marzo presenta un aumento de temperatura por lo general de 5-6 °C. (Chiclayo Climate Guide).

Figura N° 44: Diagrama de temperatura en Chiclayo



Fuente: Climate gate Chiclayo

5.6.1.2. VIENTOS.

En la ciudad de Chiclayo la velocidad promedio anual del viento es de 5.1 m/s, que permanece constante en la cuenca atmosférica, debido a la topografía llana, no obstante la existencia de ciertos afloramientos rocosos que no superan los 50 m (al noroeste y oeste de la zona conurbada) y otros afloramientos colinosos al sur y sureste de Chiclayo, que no perturban notablemente el flujo de vientos en la fase diurna de mayor dinámica eólica (SENAMHI, 2005).

Tabla N° 16: Características del viento en la ciudad de Chiclayo

Viento	Verano		Invierno		Anual	
	Dirección	Velocidad (m/s)	Dirección	Velocidad (m/s)	Dirección	Velocidad (m/s)
Medio	S	4.7	S	4.9	S	5.1
Máximo	S	12.3	S	11.9	S	12.3
Mínimo	S	1.6	S	2	S	2.1

Fuente: GEO Chiclayo, 2008.

5.6.1.3. SISMICIDAD.

La ciudad de Chiclayo y sus áreas de expansión se encuentran dentro de la fase de deformación Mezoterciaria, como última fase de la deformación andina. La actividad sísmica en la región es de carácter intermedia, con sismos de magnitud VII en la escala Mercalli Modificada., con una profundidad de 70 Km. Aunque dicha actividad sísmica a sufrido silencio sísmico por largos hasta la actualidad.

Tabla N° 17: Sismos de mayor intensidad en el Norte del Perú

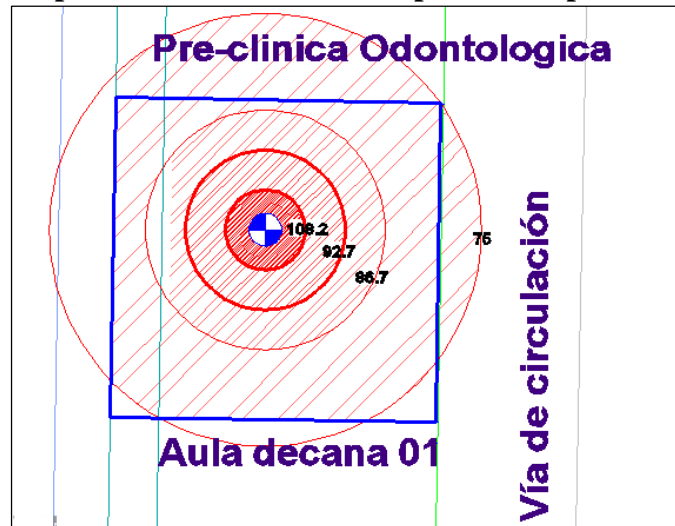
<p>SISMO DEL 23 DE MARZO DE 1606 Hora: 15:00 horas Epicentro Cerca a Zaña</p>	<p>SISMO DEL 20 DE AGOSTO DE 1857 Hora: 07:00 horas Epicentro Piura</p>
<p>SISMO DEL 14 DE FEBRERO DE 1614 Hora: 11:30 horas Epicentro Cerca a Trujillo Magnitud: 7.0</p>	<p>SISMO DEL 28 DE SETIEMBRE DE 1906 Hora: 12:25 horas Magnitud: 7.0 Epicentro Entre Trujillo y Cajamarca</p>
<p>SISMO DEL 6 DE ENERO DE 1725 Hora: 23:25 horas Magnitud: 7.0 Epicentro Callejon de Huaylas</p>	<p>SISMO DEL 20 DE JUNIO DE 1907 Hora: 06:23 horas Magnitud: 6.75 Epicentro Ceerca de Chiclayo</p>
<p>SISMO DEL 2 DE SETIEMBRE DE 1759 Hora: 23:15 horas Magnitud: 6.5 Epicentro Entre Lambayeque y Huamachuco</p>	<p>SISMO DEL 9 DE DICIEMBRE DE 1970 Hora: 23:55 horas Magnitud: 7.2 Epicentro Cerca a Caserio Huaca-Lambayeque</p>

Fuente: GEOChiclayo, 2008

5.6.1.4. CALIDAD DE RUIDO.

La calidad de ruido en la zona de trabajo se encuentra en la clasificación media-alta por el hecho de que los Dba promedios se encuentran por encima de los permisibles (85 dBA).

Figura N° 45: Mapeo de niveles de ruido en proceso de producción de concreto



Fuente: Propia 2017

Tabla N° 18: Valores de dBa IN SITU

Fuente de emisión	: Trompo de concreto	
Distancia del cuerpo emisor	Decibles (dBa)	Zona
1 m	108.2	Interior
2 m	92.7	
3 m	86.7	
4 m	75	Exterior

Fuente: Propia 2017

5.6.1.2. CALIDAD DEL AIRE.

Chiclayo estaría ubicada entre las 30 ciudades más contaminadas del Perú, debido a que las actividades industriales y comerciales, generan una gran cantidad de emisiones de dióxido de carbono, plomo y dióxido de azufre. Así lo revela un estudio realizado por la Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente. Los altos niveles de contaminación registrados en Chiclayo son originados por su caótico crecimiento urbano, además, se realizan obras civiles sin previo estudio de impacto ambiental.

Además el los residuos sólidos no llegan a recolectarse de en totalidad generando olores nauseabundos por la descomposición de materia orgánica e inorgánica.

5.6.2. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO.

5.6.2.1. FLORA.

La flora en el paisaje de Chiclayo posee una comunidad boscosa que domina el paisaje siendo el algarrobal el más representativo, así como también especies como el guayacán, el zapote, el palo santo, papelillo, faique, sauce, caña de guayaquil.

Entre la comunidad de plantas aptas para alimentos son representativas de la zona: el culantro, el aji en diferentes variedades, zapallo, toamte, lechuga, etc.

La flora es variada en el departamento de Lambayeque ya que los aspectos climáticos son muy variados a lo largo del año y no presentan cambios drásticos entre las diferentes estaciones. Según la Dirección Forestal y de Fauna, el departamento de Lambayeque ha reconocido cuatro tipos de bosques en el departamento (Deurojeanni, 1981), bosque seco denso, bosque seco semidenso, las sabanas y los chaparrales.

- Bosques densos y altos: Se han desarrollado en lugares relativamente húmedos o de napa freática poco profunda. Se localiza en las vertientes de la cordillera Occidental. Por lo general esta compuesta de árboles de algarrobos robustos y altos, de espinos o faiques y de otras especies como: palo santo, hualtaco, capote, pasallo, palo blanco, palo verde y aramo, borrachera, cardo, etc.
- Bosque denso: Se ubica en las laderas fuertes con poca accesibilidad y que el hombre casi no lo ha intervenido, predominando las especies de "Hualtaco", "Palo Santo", "Pasallo", etc.
- Bosque semi-denso: Se ubica a media ladera y es una consecuencia del anterior, bosque que ha sido degradado por la intervención del hombre para satisfacer sus necesidades, entre las especies que predominan son: "Algarrobo", "Zapote", "Faique", arbustos como el "can cun", "Overo", "Bichayo", "Oreja de León", "Guayacán", "Palo Santo", etc.
- Bosque ralos: Los encontramos en algunos terrenos desérticos y arenosos de casi todos los distritos de la chala lambayecana. Entre las especies están: algarrobos, espinos, sapotes, faique, bichayo, overo, gigantón, y plantas herbáceas como flor blanca, cadillo forrajero, cordoncillo, rabo de zorro, yuca de monte, etc.
- Bosque seco tipo sabana.- Llamado también sabaniforme se encuentra por debajo de los 400 m.s.n.m. y en él predomina el algarrobo, sapote, faique, overo, cordoncillo, cadillo, bichayo.
- Bosque seco tipo chaparral.- Se ubica en las partes bajas y planas de la costa en Nueva Arica del Valle de Zaña; y está formado por arbustos y árboles

pequeños y deformados. Algarrobos, palo verde, overo, bichayo, y sapotes achaparrados por las partes desérticas de Mórrope.

5.6.2.2. FAUNA.

La fauna representativa en la Chiclayo se ve representada por reptiles, roedores y aves comunes, aunque actualmente las aves silvestre han sido victimas de la mano del hombre ya que por la actividad del sembrío con el uso de productos para exterminar plagas, algunas aves han sido envenadas o han migrado a otros lugares. Asi mismo según SINANPE existe area de conservación regional que se han traducido como area natural protegidas en Lambayeque.

Tabla N° 19: Áreas naturales protegidas en Lambayeque

Area natural protegida	Base Legal	Ubicación política	Extensión
Área de conservación Regional Bosque Huacrupe-La Calera	D.S.N°012-2001-MINAM	Lambayeque	7,272.27 ha
Santuario Histórico Bosque de Pómac	D.S.N°034-2001-AG	Lambayeque	5,887.38 ha
Área de conservación Privada Chaparrí	RM N°1234-2001-AG	Lambayeque	13,412.00 ha
Área de conservación Regional Moyán Palacios	D.S.N°013-2011-MINAM	Lambayeque	8,457.75 ha
Refugio de vida silvestre Laquipampa	D.S.N°045-2006-AG	Lambayeque	8,328.64 ha

Fuente: SERNANP, MINAM 2011

5.6.3. DESCRIPCION DEL AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO

Chiclayo, en sus primeros años como capital departamental, tuvo un crecimiento lento y armonioso alrededor de su plaza central.

La extensión actual de la mancha urbana Chiclayo es de aproximadamente 107.93 km, área ocupada por edificaciones de diferentes usos: residencial, especial (aeropuerto y zona militar), de equipamiento (salud, educación, recreación), industrial, comercial, vías y áreas libres. Con el transcurrir de los años el aeropuerto ha quedado ubicado en plena área urbana (al este de la ciudad).

AMBIENTE SOCIAL

- Vivienda: Las viviendas que se encuentran en el cercado de Chiclayo muchas de ellas son de material adobe y aun conservan la infraestructura antigua mientras que en zonas fuera del cercado muestran infraestructura modernas, y seguidas del desarrollo económico muchas de ellas son mas de 2 pisos.
- Salud: Chiclayo posee diferentes puestas de salud, siendo en el departamento de Lambayeque, 16 hospitales, 63 centros de salud y 124 puestos de salud.
- Transporte: En la Ciudad de Chiclayo se ha consolidado un esquema de movilidad sustentado esencialmente en los modos de transporte individuales.

Tabla N° 20: Transporte en Chiclayo

Modo	Pasajeros/día	Participación
Buses y camionetas rurales	155,868.00	15.10%
Colectivos	102,805.00	10.00%
Taxis	483,012.00	46.80%
Mototaxis	291,117.00	28.20%
Total	1'032,802.00	100.00%

Fuente: Diagnostico Urbano, MPCH 2010

AMBIENTE ECONÓMICO

- Comercio: La ubicación estratégica de Chiclayo como zona de confluencia de agentes económicos de costa, sierra y selva explica su intensa actividad comercial, convertida en una de las ciudades más comerciales del Perú. Teniendo como actividad comercial: mercados tradicionales, tiendas comerciales, galerías comerciales, boticas, hipermercados, supermercados, tiendas por departamentos y malls
- Actividad turística: Chiclayo es el centro de servicios turísticos del departamento de Lambayeque, el cual cuenta con diversos recursos de gran valor histórico, cultural o ambiental, razón por la que el turismo se constituye como un sector de gran potencial para la generación de recursos y dinamización de la economía regional. Se estima que el ritmo promedio de crecimiento en el número de habitaciones es del 3.77% y que los costos de construcción por habitación varían entre US\$ 10,000.00 y US\$ 80,000.00 según categorías. Entre el 2008 y 2010 el sector turismo en promedio ha invertido en ampliación de la capacidad hotelera la suma de US\$ 7'689,000.00

5.7. EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Se realizó la línea base para identificar los medios que podrían verse afectados ante el desarrollo del proyecto, que pueden verse afectados positiva y negativamente según sea el medio a estudiar, y es que es necesario esta parte de la evaluación para así poder identificar los impactos y así proceder a la elaboración del Plan de manejo ambiental, con la finalidad de plantear las medidas necesarios para prevenir o mitigar los impactos negativos que generen la elaboración del concreto con vidrio, o poder potenciar los impactos positivos para la conservación y protección del medio ambiente.

Para la caracterización y posterior evaluación de los impactos ambientales, se ha considerado utilizar el sistema matricial, para la cual se ha hecho uso de la Matriz de Leopold.

Para poder identificar los impactos se ha hecho previamente la Matriz de Leopold, donde se han colocado las actividades realizadas en el proyecto y los efectos que cada una de ellas tiene sobre diferentes aspectos ambientales, como el ruido, el aire, agua, entre otros.

- CONSTRUCCIÓN DE PLANTA PULVERIZADORA DE VIDRIO.

El lugar donde se construirá la planta pulverizadora de vidrio es la carretera Chiclayo-Pomalca Km2

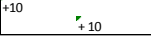
- **OPERACIÓN DE LA PLANTA PULVERIZADORA DE VIDRIO.**

La planta pulverizadora sera construida dentro de una nave industrial cerrada.

- **ELABORACIÓN DE CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO.**

La elaboracion de concreto simple comprende los ensayos de agregados, vidrio pulverizado asi como el diseño de mezcla, ensayo de concreto fresco, endurecido y la durabilidad del concreto.

Tabla N° 21: Matriz de Leopold de la construcción de la planta pulverizadora.

SIMBOLOGÍA			CONSTRUCCIÓN DE PLANTA PULVERIZADORA							IMPACTO TOTAL				
+10 		MAGNITUD IMPORTANCIA	NAVE INDUSTRIAL	Limpeza de terreno	Excavación para cimentación	Habilitación de colocación de acero	Vadado de concreto en cimentación	Colocación de estructuras metálicas	Colocación de bloques de concreto en perimetro	Colocación de cubierta metálica	MAGNITUD +/-	IMPORTANCIA +/-	PONDERADO	
TIPO DE IMPACTO IMPACTO : BENEFICIOSO (+) PERJUICICIAL (-) IMPORTANCIA : Correspondiente a la Intensidad (I) o grado de incidencia del impacto MAGNIUD : Correspondiente a la Extensión (E) del impacto dentro del área de influencia														
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICOS	TIERRA	1. Materiales de construcción	/	/	/	/	/	/	/	-	-	0	
			2. Suelos	2 1	2 3	/	/	/	/	/	-	-	8	
			3. Geomorfología	1 1	/	/	/	/	/	/	-	-	1	
		AIRE	4. Calidad (polvo)	-2 3	-1 2	/	-1 1	/	/	/	-	-	-9	
			5. Calidad (gases, humo)	-1 2	/	-1 1	/	/	/	/	-	-	-3	
			6. Ruido	-4 3	-1 1	-2 2	-3 2	-1 1	-1 1	-	-	-25		
	CONDICIONES BIOLÓGICAS	PROC ESOS	7. Compactación	/	-1 1	/	/	/	/	/	-	-	-1	
			FAUNA	8. Arboles	-1 2	-1 1	/	/	/	/	-	-	-3	
		9. Animales terrestres		-1 2	-1 1	/	/	/	/	-	-	-3		
		10. Insectos		-1 1	-1 1	/	/	/	/	-	-	-2		
	FACTORES CULTURALES	USOS DEL SUELO	11. Naturaleza y espacios abiertos	2 2	/	/	/	/	/	/	-	-	4	
			12. Minería y Canteras	/	/	/	-2 2	/	/	/	-	-	-4	
		ESPECTA	13. Vistas escénicas y panorámicas	4 5	-1 1	/	1 2	3 2	3 3	3 3	3 5	-	-	51
			NIVEL CULTURAL	14. Inversion	3 2	2 2	3 3	2 3	3 3	3 3	3 4	-	-	55
		15. Empleo		2 2	2 1	3 2	2 2	3 3	3 3	3 3	-	-	43	
		SERVICIO	16. Construcciones	2 1	2 1	2 1	2 2	3 2	3 2	3 3	3 5	-	-	40
			17. Eliminación residuos	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	0
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	152		
			14	6	13	4	29	35	51			152		

Fuente: propia

Tabla N° 23: Matriz de Leopold de la elaboración de concreto utilizando vidrio pulverizado

SIMBOLOGIA			ELABORACION DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO														IMPACTO TOTAL				
			AGREGADOS		VIDRIO		ALMACENAMIENTO		ENSAYOS		ENSAYOS DE CONCRETO		ELABORACION DE CONCRETO		ELABORACION DE CONCRETO		MAGNITUD +/-	IMPORTEANCIA +/-	PONDERADO		
+10																					
TIPO DE IMPACTO IMPACTO : BENEFICIOSO (+) PERJUDICIAL (-) IMPORTEANCIA : Correspondiente a la Intensidad (I) o grado de incidencia del impacto MAGNITUD : Correspondiente a la Extensión (E) del																					
Impacto dentro del área de influencia																					
FACTORES AMBIENTALES	CONDICIONES BIOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS	TIERRA	1. Suelos (Contaminación)	-2	-2	-1	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-	-23		
				2. Geomorfología	-2	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-2	-	-2
			AGUA	4. Superficiales y subterráneas	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-	0
				6. Calidad	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-	0
			AIRE	3. Calidad (polvo)	-3	-4	/	-3	-2	-4	-3	-4	-3	-3	-3	-2	-2	-3	-3	-	-68
				4. Calidad (gases, humo)	-2	-2	-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-2	-2	-	-37
		5. Ruido	-3	-2	1	/	/	/	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-3	-1	-	-79		
		PROC ESOS	11. Erosión	-4	3	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	2	1	-	-12		
		FLORA	6. Bosques y pastos	-1	-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-2	
			9. Diversidad de especies	-2	-1	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-5	
	FACTORES CULTURALES	USOS DEL SUELO	12. Naturaleza y espacios abiertos	-2	/	/	-4	/	/	/	/	-2	-2	-2	-2	4	3	-	-14		
			26. Minería y Canteras	-2	-1	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	3	-	-3		
		ESTETI CA	15. Vistas escénicas y panorámicas	-3	-1	1	-1	-4	3	/	/	-3	-3	-3	-2	-3	-1	-	-50		
		NIVEL CULTURAL	16. Inversión	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	5	5	5	3	2	-	125	
			17. Salud y seguridad	-2	-1	1	-3	-2	-4	-2	-4	-2	-2	-4	-2	-2	-4	-2	-	-58	
			18. Empleo	5	5	4	3	2	3	2	3	4	4	6	3	5	3	4	-	153	
		SERVICIO	19. Construcciones	4	3	3	2	2	1	2	3	3	3	5	3	7	7	6	-	122	
			20. Eliminación residuos	/	/	3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	8	8	8	-	67	
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					-24	0	19	-32	-4	-14	-19	-16	-2	23	80	103				114	
																		114			

Fuente: Propia.

5.8. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

5.8.1. CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA PULVERIZADORA.

5.8.1.1. SUELO.

Factor ambiental	SUELO
-------------------------	-------

Impacto Negativo	<ul style="list-style-type: none">- La limpieza del terreno donde se construirá afectará positivamente ya que actualmente es un botadero informal e inadecuado.- Mejorará el relieve terrestre ya que la limpieza retirará el material suelto y con ello eliminará el polvo.
-------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.8.1.2. AIRE.

Factor ambiental	CALIDAD DE AIRE (POLVO)
-------------------------	-------------------------

Impacto Negativo	<ul style="list-style-type: none">- En el momento de limpieza generará material particulado (polvo) afectando a vivienda aledañas.- La excavación de cimentación producirá polvo, y ante la corriente de aire en esta zona provocara que el polvo contamine viviendas o industrias que colindan.- Al momento del vaciado por el uso del cemento y agregados producirá material particulado en menor cantidad siendo afectado los trabajadores en dicha actividad.- Así mismo la extracción de agregados de la cantera producirá material particulado en las canteras.
-------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Factor ambiental	CALIDAD DE AIRE (GASES)
-------------------------	-------------------------

Impacto Negativo	<ul style="list-style-type: none">- En el momento de limpieza y vaciado de concreto generará gases por el mismo uso de maquinaria pesada y liviana para respectivas actividades.
-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Factor ambiental	RUIDO
-------------------------	-------

Impacto Negativo	<ul style="list-style-type: none">- Las actividades de mayor impacto ambiental negativo serán las que apliquen el uso de maquinaria pesada en caso del movimiento de tierra (limpieza de terreno) y el vaciado de concreto por el uso de mezcladora.- Las actividades de menor impacto ambiental negativo será la excavación de cimentación, colocación y suministro de acero, perfiles metálicos, colocación de bloques prefabricados en perímetro y colocación de cubierta.
-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.8.1.3. FLORA Y FAUNA.

Factor ambiental	ARBOLES, ANIMALES TERRESTRES E INSECTOS.
Impacto Negativo	- Por ser un terreno colindante a terrenos de agricultura, en la zona se encuentra árboles, animales e insectos, se verán afectados mínimamente ya que dichos factores se encuentran colindantes al terreno donde se ejecutará la planta pulverizadora.

5.8.1.4. USOS DE SUELOS.

Factor ambiental	NATURALEZA Y ESPACIOS ABIERTOS.
Impacto Positivo	- El terreno actualmente es un botadero informal, cuyo uso será recuperado y renovado para la construcción de una planta pulverizadora.

5.8.1.4. ESTETICA.

Factor ambiental	VISTA ESCENICA Y PANORAMICA.
Impacto Positivo	- En el momento de la limpieza de terreno mejorará la estética del lugar ya que todo residuo sólido será retirado del lugar y llevado a un botadero adecuado. - Mientras que la construcción de la planta mejorará el paisaje ya que en la zona se está poblando de naves industriales y convirtiéndose en un parque industrial.
Impacto negativo	- El aspecto negativo será en el momento de la excavación de cimentación ya que se apreciará por un corto tiempo material que será eliminado posteriormente.

5.8.1.5. NIVEL CULTURAL.

Factor ambiental	INVERSIÓN.
Impacto Positivo	- La construcción de la planta pulverizadora mejorará la actividad económica en Chiclayo ya que se estará invirtiendo en una nueva actividad comercial.

Factor ambiental	EMPLEO.
Impacto Positivo	- Se generará nuevos puestos de trabajo para la construcción de la planta pulverizadora.

5.8.1.6. CONSTRUCCIONES.

Factor ambiental	CONSTRUCCIÓN.
Impacto Positivo	- La construcción de la planta pulverizadora busca fortalecer la actividad de la construcción.

5.8.2. OPERACIÓN DE LA PLANTA PULVERIZADORA.

5.8.1.1. SUELO.

Factor ambiental	SUELO.
Impacto positivo	- El reciclaje de vidrio mitigará la contaminación de suelos, permitiendo que residuos de vidrio puedan ser usados nuevamente y evite que terminen en botaderos inadecuados.

5.8.1.2. AIRE.

Factor ambiental	CALIDAD DE AIRE (POLVO)
Impacto Negativo	- La separación de botellas de vidrio, la trituración preliminar, trituración parcial y pulverizado de vidrio generará material particulado en polvo que puede ser dañino si no se tienen las prevenciones del caso tanto para los colaboradores de la planta como la zonas colindantes a la misma.

Factor ambiental	CALIDAD DE AIRE (GASES)
Impacto Negativo	- El transporte de vidrio recolectado generará gases por el uso de camiones o automóviles menores. - A la puesta en operación de maquinaria generará gases y humos desde el proceso de trituración hasta la pulverización.

Factor ambiental	RUIDO
Impacto Negativo	- La operación de las maquinarias y la cantidad de vidrio a ser pulverizado generará gran cantidad de ruido y por consecuente los colaboradores y viviendas colindantes estarán expuestos a grandes niveles de ruidos que si no son mitigados o minimizados producirán daños físicos.

5.8.1.3. FLORA Y FAUNA.

Factor ambiental	ARBOLES, ANIMALES TERRESTRES E INSECTOS
Impacto positivo	- Al retirar un residuo sólido como es el vidrio, la flora y fauna del distrito de Chiclayo tendrá en su habitat un residuo menos.

5.8.1.4. USOS DE SUELOS.

Factor ambiental	NATURALEZA Y ESPACIOS ABIERTOS, BOSQUES Y PASTO.
Impacto Positivo	- Al retirar un residuo sólido del tipo vidrio promoverá a la limpieza produciendo y promoviendo a la recuperación de áreas verdes.

5.8.1.4. ESTETICA.

Factor ambiental	VISTA ESCENICA Y PANORAMICA
Impacto Positivo	- En el momento de la recolección de envases de vidrio mejorará la estética y panorama de la ciudad de Chiclayo y de las ciudades de donde será recolectada, ya que habrá menor desecho en las zonas consolidadas y en proceso de consolidación.

5.8.1.5. NIVEL CULTURAL.

Factor ambiental	INVERSIÓN
Impacto Positivo	- Las puesta en operación de la planta pulverizadora generará el crecimiento económico de la ciudad de Chiclayo ya que el reciclaje de vidrio es una nueva actividad comercial y que abarca no solo la recolección en Chiclayo sino también de la ciudad de Piura y Cajamarca.
Factor ambiental	EMPLEO
Impacto Positivo	- Se generará nuevos puestos de trabajo de personal calificado para la operación de la planta pulverizadora, así como para la recolección de vidrio y transporte del mismo.

5.8.1.6. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.

Factor ambiental	CONSTRUCCIÓN
Impacto Positivo	- La operación de la planta pulverizadora generara que los residuos sólidos disminuyan drásticamente, permitiendo que la cantidad de desechos que llegan al botadero de Chiclayo sea menor, teniendo en cuenta que Chiclayo no tiene un botadero adecuado. Así mismo permite que exista menor cantidad de residuos sólidos en la ciudad y sus alrededores.

5.8.3. ELABORACIÓN DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO.

5.8.3.1. SUELO.

Factor ambiental	SUELO (Contaminación)
Impacto Negativo	<ul style="list-style-type: none">- La extracción, carga y descarga de los agregados producirá polvo, así como también en el lugar de almacenamiento de los mismos.- La elaboración de concreto implicará la producción de polvo ya que tanto como los agregados, vidrio y cemento están compuesto por pequeñas partículas.- Los residuos de concreto que no sean llevados a un botadero adecuado generaran contaminación al suelo.
Factor ambiental	Morfología del suelo.
Impacto Negativo	<ul style="list-style-type: none">- La extracción del material de agregados generará cambios en la morfología del terreno o área a explotar.

5.8.3.2. AIRE.

Factor ambiental	POLVO
Impacto Negativo	<ul style="list-style-type: none">- La generación de polvo producto de la extracción de material de cantera.- Polvo proveniente de la trituración y pulverizado de vidrio.- El almacenamiento de agregado grueso y fino generan polvo- Los ensayos para el vidrio triturado y pulverizado produciré polvo en partículas.- La elaboración de diseño de mezcla, ensayo de concreto fresco, endurecido y la elaboración de probetas generarán polvo en laboratorio.
Factor ambiental	CALIDAD DE AIRE (GASES)
Impacto Negativo	<ul style="list-style-type: none">- La actividad de extracción y transporte generará que los vehículos por combustión sea fuente de contaminación y alteración de la calidad de aire.- La contaminación al emitir gases provenientes de la combustión de la mezcladora para la producción de concreto.

Factor ambiental	RUIDO
Impacto Negativo	- Este impacto negativo será producido por el uso de maquinarias encargadas de del carguío y transporte de agregados. - El proceso de trituración y pulverizado del vidrio al utilizar las maquinarias de la planta pulverizadora.

5.8.3.3. PROCESO.

Factor ambiental	EROSIÓN.
Impacto Negativo	- La erosión del suelo se producirá por la extracción de agregados en las canteras.

5.8.3.4. CONDICIONES BIOLÓGICAS.

Factor ambiental	FLORA.
Impacto Positivo	- De la incorporación de vidrio en el concreto reducirá considerablemente este tipo de residuo y así recuperar mayor cantidad de áreas verdes.
Impacto negativo	- Producto del lavado de la mezcladora o de los equipos de laboratorio puede verse afectado las áreas verdes. - La incorrecta disposición final de los residuos productos de la investigación generará que ocupen áreas verdes.

Factor ambiental	FAUNA
Impacto Positivo	- De la incorporación de vidrio en el concreto reducirá considerablemente este tipo de residuo y así recuperar el habitat de insectos u otro tipo de especies.
Impacto negativo	- La extracción de agregados generará al modificación del habitat de ciertos insectos propios de la zona de explotación.

5.8.3.5. USO DE SUELO.

Factor ambiental	NATURALEZA Y ESPACIOS ABIERTOS
Impacto Positivo	- De la incorporación de vidrio en el concreto reducirá considerablemente este tipo de residuo y así poder mitigar la incorrecta disposición final de este tipo de residuos.
Impacto negativo	- Del producto del levantamiento de polvo en la cantera afectará negativamente la naturaleza, mientras que el transporte afectará los espacios abiertos por la generación de polvo.

5.8.3.6. ESTETICA.

Factor ambiental	VISTA ESCENICA Y PANORÁMICA.
Impacto Positivo	- La construcción de la planta pulverizadora mejorará la actividad económica en Chiclayo ya que se estará invirtiendo en una nueva actividad comercial.
Factor ambiental	EMPLEO
Impacto Positivo	- Se generará nuevos puestos de trabajo para la construcción de la planta pulverizadora.

5.8.3.7. NIVEL CULTURAL.

Factor ambiental	INVERSIÓN
Impacto Positivo	- La elaboración de concreto adicionando vidrio pulverizado generará que la inversión por el uso de esta nueva adición aumente. - Para la pulverización del vidrio será necesaria la construcción de una planta encargada de pulverizar dicho material, para ello se implementará una nueva actividad económica en el sector construcción.
Factor ambiental	SALUD Y SEGURIDAD
Impacto Positivo	- La reutilización de un residuo sólido impactará positivamente a la salud ya que disminuirá efectos nocivos que puedan ser generados por la gran cantidad de residuos sólidos que no poseen una adecuada disposición posición final.
Impacto negativo	- El empleo de un nuevo material en polvo podría generar enfermedades respiratorias si no se lleva un adecuado control
Factor ambiental	EMPLEO
Impacto Positivo	- La investigación generará nuevos puestos de trabajo para la investigación y para la producción de concreto ya que se está utilizando un nuevo material para el concreto.

5.8.3.8. SERVICIO

Factor ambiental	CONSTRUCCIONES
Impacto Positivo	- Al resultar económicamente viable, el sector construcción ampliará más su horizonte en nuevas técnicas y nuevos materiales a usar en el concreto y en diferentes elementos.

Factor ambiental	ELIMINACIÓN DE RESIDUOS
Impacto Positivo	- La investigación busca eliminar el vidrio, que al ser un residuo sólido que no posee una correcta disposición final, es reutilizado para la mejora de las propiedades del concreto.

5.9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

5.9.1. PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL EN CONSTRUCCIÓN DE PLANTA PULVERIZADORA.

5.9.1.1. AIRE

Elementos causantes	Limpieza de terreno, excavación para cimentación, extracción de agregados de cantera.
Objetivos de medidas a tomar	Control de polvo.
Medidas recomendadas	- Se recomienda humedecer los zonas colindantes al área de trabajo para minimizar la cantidad de polvo. - Los trabajadores encargados deberán llevar sus EPP respectivo.
Elementos causantes	Contaminación por gases.
Objetivos de medidas a tomar	Minimizar contaminación por gases.
Medidas recomendadas	- Se recomienda trabajar con maquinaria pesada y maquinaria encarga del transporte que este en óptimas condiciones.
Elementos causantes	Calidad de aire (ruido)
Objetivos de medidas a tomar	Minimizar exposición a grandes ruidos.
Medidas recomendadas	- El horario de trabajo se establecerá en la mañana y tarde, evitando que se realicen trabajos que generen gran cantidad de ruido por las noches.

5.9.1.2. FLORA Y FAUNA

Elementos causantes	Movimiento de tierras.
Objetivos de medidas a tomar	Minimizar contaminación a áreas de cultivo.
Medidas recomendadas	- Se recomienda trabajar con maquinaria en óptimas condiciones, operadores con gran capacidad de maniobra para evitar contaminación por levantamiento de polvo.

5.9.2. OPERACIÓN DE PLANTA PULVERIZADORA.

5.9.2.1.SUELO.

Elementos causantes	Contaminación por caída de residuos en el transporte y recolección.
Objetivos de medidas a tomar	Minimizar contaminación en el momento de transporte.
Medidas recomendadas	- Los vehículos de transporte deberán contar con toldos o mallas que eviten una posible caída de envases de vidrio.

5.9.2.2.AIRE.

Elementos causantes	Polvo por trituración de vidrio.
Objetivos de medidas a tomar	Minimizar polvo proveniente de la trituración y pulverizado de vidrio.
Medidas recomendadas	<ul style="list-style-type: none">- Se recomienda trabajar con maquinaria en óptimas condiciones, y que los operadores y ayudantes de las maquinarias lleven consigo equipos de protección.- Se recomienda que los colaboradores lleves equipo de protección auditiva y visual.- Así mismo se recomienda que la planta posea un sistema de ventilación adecuada de tal manera que las partículas de menor tamaño que se encuentren suspendidas en el aire no signifiquen un peligro para los colaboradores cuando acabe el horario laboral.- Riego con agua en toda la superficie de trabajo en el momento de triturar vidrio, de tal manera de mantener un grado de humedad necesario para evitar posible levantamiento de polvo.

Elementos causantes	Ruido por trituración de vidrio.
Objetivos de medidas a tomar	Minimizar la exposición a altos decibeles.
Medidas recomendadas	<ul style="list-style-type: none">- Se recomienda que todo trabajador de planta lleve equipos de protección personal.- Se recomienda que lleven consigo equipo de protección auditiva.

Elementos causantes	Almacenamiento de vidrio en polvo.
Objetivos de medidas a tomar	Minimizar exposición de material en polvo.

Medidas recomendadas	- Se recomienda que el lugar de almacenamiento de vidrio en polvo sea un lugar de cierre totalmente hermético.
-----------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.9.2.3. FLORA Y FAUNA.

Elementos causantes	Desecho de material no utilizado o de descarte.
Objetivos de medidas a tomar	Evitar contaminación por desecho de materiales.
Medidas recomendadas	- Se recomienda que los desechos o materiales de descarte sea almacenado en un lugar al aire libre y sea colocado en un depósito donde no se vea afectado insectos o animales de la zonas así como la fauna propia del lugar.

5.9.3. ELABORACIÓN DE CONCRETO UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO.

5.9.3.1. SUELO

Elementos causantes	Extracción y transporte de material de cantera. Elaboración de concreto utilizando vidrio pulverizado.
Objetivos de medidas a tomar	Mitigar la contaminación al suelo.
Medidas recomendadas	- Los vehículos encargados de la extracción y transporte de los agregados deberán estar cubiertos con mantas y humedecer mínimamente los materiales. - Colocar contenedores adecuados para los residuos de concreto que puedan ser generados duran la elaboración de diseño de mezcla, ensayo de concreto fresco, endurecido y durabilidad.

5.9.3.2. AIRE

Elementos causantes	Extracción y transporte de material de cantera. Trituración del vidrio. Almacenamiento de agregados. Elaboración de concreto utilizando vidrio pulverizado.
Objetivos de medidas a tomar	Mitigar la contaminación al aire por polvo.
Medidas recomendadas	- Los vehículos encargados de la extracción y transporte de los agregados deberán estar cubiertos con mantas y humedecer mínimamente los materiales. - Mantener húmedo la superficie de trabajo o ejecución del proyecto, así como el lugar de almacenamiento de los agregados.

	<ul style="list-style-type: none"> - En caso del vidrio pulverizado, colocar en un lugar donde aseguro un cierre hermético para evitar el levantamiento de polvo. - El personal que se encuentre en los diferentes trabajos deberán contar con sus equipos de protección necesario contra ruidos, respiratoria y visual
Elementos causantes	<p>Extracción y transporte de material de cantera.</p> <p>Trituración del vidrio.</p> <p>Elaboración de concreto utilizando vidrio pulverizado.</p>
Objetivos de medidas a tomar	Mitigar la contaminación al aire por gases y humos.
Medidas recomendadas	<ul style="list-style-type: none"> - Los equipos y vehículos deberán estar en óptimas condiciones para minimizar el emisión de gases provenientes de la combustión. - El personal que se encuentre en los diferentes trabajos deberán contar con sus equipos de protección necesario contra ruidos, respiratoria y visual.
Elementos causantes	<p>Trituración del vidrio.</p> <p>Elaboración de concreto utilizando vidrio pulverizado.</p>
Objetivos de medidas a tomar	Mitigar la contaminación al aire por ruido.
Medidas recomendadas	<ul style="list-style-type: none"> - Los equipos y vehículos deberán estar en óptimas condiciones para minimizar la emisión de gases provenientes de la combustión. - Realizar los ensayos en el horario adecuado para evitar tener conflictos sociales con las zonas colindantes. - El personal que se encuentre en los diferentes trabajos deberán contar con sus equipos de protección necesario contra ruidos, respiratoria y visual

5.9.3.3. PROCESO.

Elementos causantes	Extracción de materiales.
Objetivos de medidas a tomar	Mitigar la erosión de suelo.
Medidas recomendadas	<ul style="list-style-type: none"> - Promover la utilización de agregados reciclados teniendo en cuenta estudios realizados.

5.9.3.4. CONDICIONES BIOLÓGICAS

Elementos causantes	Residuos de la elaboración de concreto.
Objetivos de medidas a tomar	Proteger la flora y fauna.
Medidas recomendadas	- Tener contenidos adecuados para colocar los residuos provenientes de la elaboración de concreto. - Evitar derrames de sustancias nocivas para el ecosistema o para la fauna propia del lugar.

5.8.3.5. USO DE SUELO.

Elementos causantes	Generación de polvo durante extracción y transporte de agregados.
Objetivos de medidas a tomar	Proteger el suelo.
Medidas recomendadas	- Los vehículos deben contar con mantas húmedas al igual que los agregados.

5.8.3.7. NIVEL CULTURAL

Elementos causantes	Vidrio pulverizado. Elaboración de concreto utilizando vidrio pulverizado.
Objetivos de medidas a tomar	Proteger la salud de los colaboradores.
Medidas recomendadas	- Todo colaborador, visitante y personas administrativo que quiera ser parte de la investigación, producción o se encuentre en la zona de pulverizado de planta deberá llevar consigo los siguientes equipos: <ul style="list-style-type: none">• Equipo de protección de extremidades cabeza: casco de seguridad• Equipo de protección de mano: guantes de seguridad.• Equipo de protección corporal: ropa de trabajo• Equipo de protección visual: gafas de seguridad• Equipos de protección auditiva: orejeras• Equipos de protección: mascarillas según el tipo de partículas a la que estará expuesto - Se deberá tener en cuenta las charlas de 5 minutos, como el análisis de trabajo seguro (ATS) durante el trabajo con el concreto y la operación de la planta pulverizado, así como concientizar en la protección del medio ambiente.

5.9.3. ANÁLISIS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

5.9.3.1. PROTECCION DE CABEZA.

Equipo de trabajo destinado a la protección de la cabeza del usuario contra impactos, penetraciones, contactos electricos y quemaduras.

Tipo de casco: Casco tipo I (diseñados para reducir la fuerza del impacto en la parte superior), clase G (probados para resistetir 2200 voltios).

Figura N° 46: Casco de seguridad



Fuente: Google imagenes

5.9.3.2. PROTECCIÓN DE EXTREMIDADES INFERIOR.

Bota de seguridad que pretende proteger al trabajador de peligros, se caracteriza por poseer punta de acero.

Figura N° 47: Botas de seguridad



Fuente: Google imagenes

5.9.3.3. GUANTES DE SEGURIDAD.

Los guantes de seguridad deberán usarse dependiendo de la actividad a realizar ya que de ellos depende del riesgo al que se estará expuesto entre ellos riesgos mecanicos, termnicos, quimicos, electricos, vibraciones y radiación.

Figura N° 48: Guantes de seguridad



Fuente: Google imagenes

5.9.3.4. PROTECCIÓN AUDITIVA

El ruido puede resultar irritante. Si es alto o prolongado también puede resultar dañino para los oídos, ya sea temporal o permanentemente. La mejor forma de reducir el riesgo de daño a los oídos es eliminar o reducir el nivel de ruido en la fuente que lo emite.

Tipo de protección auditiva.

Tapones de oído: pueden ser tapones de algodón impregnado en cera desechables que están diseñados para ser introducidos en el canal auditivo, o tapones de oído reutilizables que se pueden lavar tras cada uso.

Protectores del oído: se trata de caparazones con sellos almohadillados que están diseñados para adaptarse a las orejas. Están conectados con una banda ajustable que mantiene un ajuste firme contra las orejas o se pueden incorporar a un casco de seguridad, de ser preciso.

Tabla N° 24: Valores límites permisibles según OMS

Exposición (Horas)	DbA
8	85
4	90
2	95
1	100
½	105
¼	110
1/6	115

Fuente: OMS

5.9.3.5. PROTECCIÓN VISUAL

Debe protegerse los ojos frente a toda una serie de peligros, incluidos los impactos de partículas que se mueven a gran velocidad y metal fundido o sólidos calientes, y la penetración de polvo, gases, productos químicos.

Existen tres tipos básicos de protectores oculares: gafas de seguridad con cristales de vidrio o acetato reforzados, gafas de montura integral con cristales de acetato o policarbonato, y pantallas faciales que se ajustan al casco de seguridad estándar.

Figura N° 49: Gafas de montura integral con policarbonato



Fuente: Google imagenes

5.9.3.6. PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Los equipos de protección respiratoria ayudan a proteger contra los contaminantes ambientales reduciendo la concentración de éstos, en la zona de inhalación, a niveles por debajo de los límites de exposición ocupacionales.

Tabla N° 25: Valores máximos permisibles por exposición a material particulado

Material	Referencia	Límite máximo permisible
Material particulado	DS 014-2010-MINAM-PERU	50 ug/m3
	ACGIH (Association advancing occupational and environmental health)	75 ug/m3
	OSHA (Occupational Safety and Health Administration)	75 ug/m3
	OMS (Organización mundial de la salud)	50 ug/m3

Fuente: propia.

En el caso de la planta pulverizadora de vidrio, por ser un material con altas cantidades de silice, según la administración de seguridad y salud ocupacional (OSHA) es recomendable usar protectores del tipo N95, es decir que el respirador filtra al menos el 95% de las partículas que se encuentran en el aire, teniendo en cuenta el TWA (Time Weight average), es promedio ponderado para una jornada laboral de 8 horas y una semana laboral de 40 horas.

Tabla N° 26: Respiradores según exposición de partículas

Nombre químico	OEL (ppm)	Respirador recomendado
Silicio 7440-21-3	TWA= 15mg/m3 (OSHA)	N95

Fuente: OSHA

Figura N° 50: Respirador recomendado según OSHA y NIOSH



Fuente: OSHA/NIOSH

Recomendación según NIOSH y OSHA

NIOSH recomienda el uso de respiradores de partículas de media cara con filtros N95 o mejores para las exposiciones a la sílice cristalina en el aire a concentraciones menores o iguales que 0.5 mg/m³. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) también especifica el uso de un filtro de eficiencia de por lo menos un grado 95.

5.9.4. PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL.

El programa de monitoreo ambiental permitirá la evaluación periódica integrada y permanente de las variantes ambientales con el fin de proveer información precisa y actualizada para la toma de decisiones a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, en este caso controlar que el trabajo de la planta pulverizada no genere impactos negativos al medio ambiente y que sean daños a la salud.

Es así que, con la finalidad de cumplir con la normativa establecida se debe realizar el monitoreo a la CALIDAD DEL AIRE, por la actividad misma de la planta.

5.9.4. MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE.

De acuerdo a la actividad de pulverizado de vidrio se debe monitorear diferentes parámetros, siendo el de especial monitoreo el de partículas.

El banco mundial para la industria general propone monitorear.

- Dióxido de azufre (SO₂)
- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Material particulado

Tabla N° 27: Límites máximos permisibles del aire

Parámetros	LMP
SO ₂ (mg/m ³)	2000
CO (mg/m ³)	1440
NO _x (mg/Nm ³)	450
Partículas (mg/Nm ³)	100

Fuente: Banco mundial para la industria general

5.10. CONCLUSIONES

De la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto ANÁLISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICIÓN PARA CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, cuya evaluación de impacto ambiental se realizó a la planta pulverizadora de vidrio y elaboración del concreto concluye que:

- En la construcción de la planta pulverizadora, el factor ambiental afectado negativamente es el ruido, producido por la limpieza de terreno y vaciado de concreto en cimentación; el factor ambiental positivo es la inversión, empleo y construcciones, a través de las diferentes partidas que comprenden la construcción de la planta.
- En la operación de la planta pulverizadora, el factor ambiental afectado negativamente es el ruido y calidad de aire (polvo), producida por la trituración preliminar y la trituración parcial del vidrio; el factor ambiental positivo es la inversión, empleo y eliminación de residuos producido por todos los procesos de pulverización en la planta.
- En la elaboración de concreto utilizando vidrio pulverizado, el factor ambiental afectado negativamente es el ruido y calidad de aire (polvo), producida por la producción de concreto utilizando vidrio pulverizado; el factor ambiental positivo es la inversión, empleo y eliminación de residuos producida por los ensayos de laboratorio del concreto y la producción del concreto utilizando vidrio pulverizado.
- De la evaluación de impacto ambiental se concluye que para la construcción, fase de operación de la planta pulverizado y la elaboración de concreto utilizando vidrio pulverizado se deberá contar con los equipos de protección individual como: casco de seguridad, guantes y gafas de seguridad, equipo de protección auditiva y equipos de protección respiratoria.
- En general, el grado de afección de los componentes ambientales son de grado positivo; sin embargo existe impactos negativos que pueden ser mitigables si se cumple con planes de mitigación y monitoreo ambiental para mantener los estándares medio ambientales saludables de la ciudad de Chiclayo
- De lo expuesto anteriormente, el proyecto de investigación resulta ambientalmente viable siempre y cuando se tomen en cuenta las medidas recomendadas de prevención en la etapa de construcción y operación de la planta pulverizado y elaboración del concreto.

VI. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Para la evaluación económica de proyecto se realizó un análisis de costos unitarios para determinar si el uso del vidrio pulverizado en un tamaño de 0.15mm a 10% del peso de cemento es viable económicamente, por ello se optó por realizar un análisis de un pavimento rígido con 6'' de espesor, para ello previamente se realizó el costo unitario para la obtención del vidrio al tamaño deseado cuya producción es a menor escala.

Tabla N° 28: Costo unitario del vidrio pulverizado

Partida:	VIDRIO PULVERIZADO					
Unidad:	kg		N° Horas:		8	
Rendimiento :	4.00	kg/día	Costo unitario total:		S/. 66.18	
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						59.40
PEÓN	H-H	2.00	4.0	14.85	59.40	
MATERIALES						5.00
VIDRIO PULVERIZADO	kg		1.00	5.00	5.00	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						1.78
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MO		3%	59.40	1.78	

Fuente: Propia

Tabla N° 29: Costo de concreto en pavimento f'c = 385 kg/cm2 sin vidrio pulverizado

Partida:	Pavimento dosificación 385 S/vidrio					
Unidad:	m3		N° Horas:		8	
Rendimiento :	30.00	m3/día	Costo unitario total:		S/. 397.92	
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						94.49
OPERARIO	H-H	4.00	1.07	20.10	21.44	
OFICIAL	H-H	4.00	1.07	16.51	17.61	
PEÓN	H-H	14.00	3.73	14.85	55.44	
MATERIALES						295.19
CEMENTO	bls		13.09	21.02	275.11	
PIEDRA	m3		0.26	55.08	14.32	
ARENA GRUESA	m3		0.16	29.66	4.75	
AGUA	m3		0.20	5.00	1.01	
VIDRIO PULVERIZADO	kg		0.00	66.18	0.00	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						8.23
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MO		0.03	94.49	2.83	
VIBRADOR DE CONCRETO	HM	2.00	0.53	7.00	3.73	
MEZCLADORA	HM	1	0.27	6.25	1.67	

Fuente: Propia

Tabla N° 30: Costo de concreto en pavimento f'c = 385 kg/cm2 con vidrio pulverizado

Partida:	Pavimento dosificación 385 C/vidrio					
Unidad:	m3		N° Horas:		8	
Rendimiento :	30.00	m3/día	Costo unitario total:		S/. 4,218.83	
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						94.49
OPERARIO	H-H	4.00	1.07	20.10	21.44	
OFICIAL	H-H	4.00	1.07	16.51	17.61	
PEÓN	H-H	14.00	3.73	14.85	55.44	
MATERIALES						4,116.11
CEMENTO	bls		11.78	21.02	247.58	
PIEDRA	m3		0.28	55.08	15.42	
ARENA GRUESA	m3		0.17	29.66	5.04	
AGUA	m3		0.18	5.00	0.90	
VIDRIO PULVERIZADO	kg		58.13	66.18	3847.16	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						8.23
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MO		0.03	94.49	2.83	
VIBRADOR DE CONCRETO	HM	2.00	0.53	7.00	3.73	
MEZCLADORA	HM	1	0.27	6.25	1.67	

Fuente: Propia

Tabla N° 31: Costo de concreto en pavimento f'c = 420 kg/cm2 sin vidrio pulverizado

Partida:	Pavimento dosificación 420 S/vidrio					
Unidad:	m3		N° Horas:		8	
Rendimiento :	30.00	m3/día	Costo unitario total:		S/. 428.50	
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						94.49
OPERARIO	H-H	4.00	1.07	20.10	21.44	
OFICIAL	H-H	4.00	1.07	16.51	17.61	
PEÓN	H-H	14.00	3.73	14.85	55.44	
MATERIALES						325.77
CEMENTO	bls		14.56	21.02	306.01	
PIEDRA	m3		0.25	55.08	13.77	
ARENA GRUESA	m3		0.17	29.66	5.04	
AGUA	m3		0.19	5.00	0.95	
VIDRIO PULVERIZADO	kg		0.00	66.18	0.00	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						8.23
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MO		0.03	94.49	2.83	
VIBRADOR DE CONCRETO	HM	2.00	0.53	7.00	3.73	
MEZCLADORA	HM	1	0.27	6.25	1.67	

Fuente: Propia

Tabla N° 32: Costo de concreto en pavimento f'c = 420 kg/cm2 con vidrio pulverizado

Partida:	Pavimento dosificación 420 C/vidrio					
Unidad:	m3		N° Horas:		8	
Rendimiento :	30.00	m3/día	Costo unitario total:		S/. 4,703.11	
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						94.49
OPERARIO	H-H	4.00	1.07	20.10	21.44	
OFICIAL	H-H	4.00	1.07	16.51	17.61	
PEÓN	H-H	14.00	3.73	14.85	55.44	
MATERIALES						4,600.38
CEMENTO	bls		13.10	21.02	275.32	
PIEDRA	m3		0.28	55.08	15.42	
ARENA GRUESA	m3		0.19	29.66	5.64	
AGUA	m3		0.17	5.00	0.85	
VIDRIO PULVERIZADO	kg		65.02	66.18	4,303.15	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						8.23
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MO		0.03	94.49	2.83	
VIBRADOR DE CONCRETO	HM	2.00	0.53	7.00	3.73	
MEZCLADORA	HM	1	0.27	6.25	1.67	

Fuente: Propia

Tabla N° 33: Costo de concreto en pavimento f'c = 455 kg/cm2 sin vidrio pulverizado

Partida:	Pavimento dosificación 455 S/vidrio					
Unidad:	m3		N° Horas:		8	
Rendimiento :	30.00	m3/día	Costo unitario total:		S/. 457.93	
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						94.49
OPERARIO	H-H	4.00	1.07	20.10	21.44	
OFICIAL	H-H	4.00	1.07	16.51	17.61	
PEÓN	H-H	14.00	3.73	14.85	55.44	
MATERIALES						355.21
CEMENTO	bls		16.39	21.02	344.47	
PIEDRA	m3		0.14	55.08	7.71	
ARENA GRUESA	m3		0.07	29.66	2.08	
AGUA	m3		0.19	5.00	0.95	
VIDRIO PULVERIZADO	kg		0.00	66.18	0.00	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						8.23
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MO		0.03	94.49	2.83	
VIBRADOR DE CONCRETO	HM	2.00	0.53	7.00	3.73	
MEZCLADORA	HM	1	0.27	6.25	1.67	

Fuente: Propia

Tabla N° 34: Costo de concreto en pavimento f'c = 455 kg/cm2 con vidrio pulverizado

Partida:	Pavimento dosificación 455 C/vidrio					
Unidad:	m3		N° Horas:		8	
Rendimiento :	30.00	m3/día	Costo unitario total:		S/. 7,013.27	
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						94.49
OPERARIO	H-H	4.00	1.07	20.10	21.44	
OFICIAL	H-H	4.00	1.07	16.51	17.61	
PEÓN	H-H	14.00	3.73	14.85	55.44	
MATERIALES						6,910.54
CEMENTO	bls		13.75	21.02	288.96	
PIEDRA	m3		0.16	55.08	8.81	
ARENA GRUESA	m3		0.08	29.66	2.37	
AGUA	m3		0.16	5.00	0.80	
VIDRIO PULVERIZADO	kg		99.87	66.18	6,609.60	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						8.23
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%MO		0.03	94.49	2.83	
VIBRADOR DE CONCRETO	HM	2.00	0.53	7.00	3.73	
MEZCLADORA	HM	1	0.27	6.25	1.67	

Fuente: Propia

Analizando el precio de producción de puesta en obra con mezcladora, el costo del vidrio resultaría costosos para reemplazar el cemento, por ello se busca industrializar la producción de vidrio pulverizado para ellos se propone la apertura de una planta pulverizadora de vidrio.

Las propuestas son las siguientes:

- Planta pulverizadora de vidrio – Sector Chiclayo
- Planta pulverizadora de vidrio – Sector Norte (Chiclayo, Piura y Cajamarca).

Beneficios por la apertura de planta pulverizadora de vidrio:

- El vidrio que no es utilizado para la venta del producto, puede ser usado para la comercialización a otros sectores que produzcan vidrio, ya que si para producir más botellas de vidrio se reciclarían las botellas que son desechadas se reduciría toneladas de arena silica (materia prima para producir vidrio) y por consecuente, se ahorraría la contaminación en el aire al reducir la quema de combustible y el consumo de agua reduciría a la mitad.
- Sería económicamente rentable si se pudiera reaprovechar todo el vidrio para ser introducido en el mercado de la construcción como reemplazo del cemento.
- Reciclando el vidrio, podría generar beneficios económicos para empresas que quieran contribuir con el medio ambiente, ya que podrían postular como empresas que quieran disminuir la emisión de dióxido de carbono y con ello buscar beneficios económicos como por ejemplo: bonos de carbono (mecanismo que ofrece incentivos económicos para empresas privadas que contribuyan a disminuir la emisión de CO₂).

5.1. PLANTA PULVERIZADORA DE VIDRIO – SECTOR CHICLAYO

5.1.1. Parámetros del proyecto

- Sector: Vidrio desechado en distrito de Chiclayo
- Actividad: Producción de vidrio

- Aspectos ambientales positivos:

- Reutilización de vidrio desechado en el distrito de Chiclayo
- Menor contribución de residuos sólidos en botaderos inadecuados.

5.1.2. Descripción de la planta.

La planta pulverizadora de vidrio consiste en la instalación de una planta encargada de recolectar y producir vidrio pulverizado con el fin de comercializarlo como adición al cemento, la producción del vidrio es de un 65% permitiendo conseguir el vidrio al tamaño deseado es decir a un tamaño de 0.15mm.

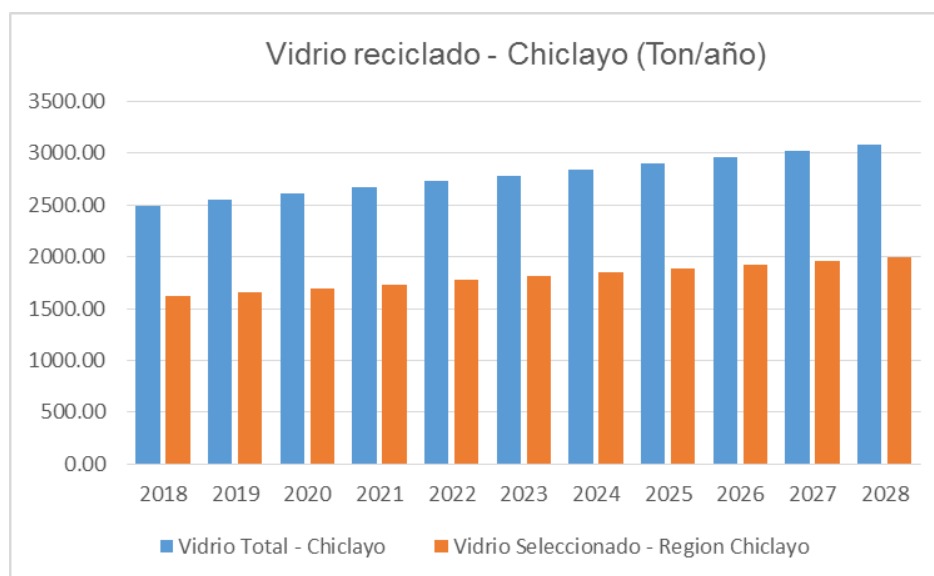
El proceso implica captar el vidrio en botellas de características transparentes e incoloras, luego mediante cribado, triturado y separación de tamaños poder comercializarlos.

5.1.3. Desarrollo de la planta pulverizado

5.1.3.1. Vidrio como residuo sólido

Para el desarrollo de la planta se necesita la recolección del todo el vidrio de las características mencionadas en el ítem anterior. Teniendo una producción de 2,493.78 ton de vidrio de diferentes colores para el 2018, cuya cantidad neta de uso es de 1,620.96 ton, teniendo una producción de aproximadamente de 65%.

Figura N° 51: Residuos de vidrio total y seleccionado en sector Chiclayo



Fuente: propia

5.1.3.2. Proceso de consolidación

5.1.3.2.1. Fase inicial

- Área de instalación:

- Terreno: 2,500 m²
- Características: Oficina administrativa, zona de recepción, clasificación, almacenaje y zona de pulverizado
- Ubicación: Carretera Chiclayo – Pomalca kilómetro 2.50.

Tabla N° 35: Inversión inicial – sector Chiclayo

VALOR COMERCIAL DE TERRENO AREA: 2,500 m2				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Terreno Chiclayo - Pomalca	m2	2,500.00	S/. 340.00	S/. 850,000.00
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Acondicionamiento	m2	2,500.00	S/. 500.00	S/. 1,250,000.00
GASTOS DE GESTION, CONSTITUCIÓN Y DERECHOS DE EMPRESA				
Descripción				Total (S/)
Constitución y registro de empresa				S/. 1,100.00
Derechos notariales				S/. 2,500.00
Licencia de funcionamiento				S/. 4,350.00
Transporte de maquinaria				S/. 14,857.92
Total				S/. 22,807.92

Fuente: propia

- Equipos y maquinarias

Para la constitución de la planta pulverizadora se requiere maquinarias especializada para poder industrializar la producción del vidrio. Para ello la maquinarias especificada en la Tabla N° 24 tienen un rendimiento de 200 kg/hora lo que equivale a 1.6 ton/día, con estos datos se podrá determinar la producción de vidrio y poder hacer un balance económico o flujo de caja.

Tabla N° 36: Maquinaria especializada – sector Chiclayo

MAQUINARIA ESPECIALIZADA			
Descripción	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Trituradora de materiales fragiles	1	S/. 22,750.00	S/. 22,750.00
Báscula de pesaje de material	1	S/. 50,133.00	S/. 50,133.00
Criba de discos	1	S/. 233,424.00	S/. 233,424.00
Granulador con empujador	1	S/. 33,251.00	S/. 33,251.00
Separador Zig-Zag	2	S/. 45,515.00	S/. 91,030.00
Detector de metales	1	S/. 21,134.00	S/. 21,134.00
Granulador HG	1	S/. 46,662.00	S/. 46,662.00
Mesa separadora	2	S/. 22,351.00	S/. 44,702.00
Aspirador automatico	1	S/. 22,524.00	S/. 22,524.00
Bandas transportadoras	9	S/. 48,390.00	S/. 435,510.00
Total			S/. 1,001,120.00

Fuente: propia

5.1.3.2.2. Fase de producción

Para la fase de producción se identificó dos tipos de costos:

- Costos fijos: Se refiere a gastos por recursos humanos, seguros, materiales diversos de oficina, en este apartado se incluirá el costo de vidrio cuyo valor se determinará mediante un estudio de mercado; dicho valor se tomará en cuenta ya que no se descarta que el vidrio en algún momento costará obtenerlo.

Tabla N° 37: Estudio de mercado del costo del vidrio

COSTO DE VIDRIO			
Descripción	Unidad	Precio (S/)	C.U (S/ /unidad)
Vidrio - Muestra 01 (Embase limpio)	12	S/. 3.00	S/. 0.25
Vidrio - Muestra 02 (Embase limpio)	12	S/. 2.50	S/. 0.21
Valor promedio (S/ /unidad)			S/. 0.23
Valor promedio (S/ /kg)			S/. 0.33
Valor promedio (S/ /ton)			S/. 327.38
Valor promedio sin tratamiento de limpieza(S/ /ton)			S/. 229.17

Fuente: propia

- Costos variables: Gastos de combustible, energía eléctrica y traslado de desechos.

Tabla N° 38: Costos fijos – sector Chiclayo

COSTOS FIJOS			
Descripción	Unidad	Precio (S/)	Total (S/)
Personal especializado	14	S/. 13,500.00	S/. 189,000.00
Limpieza	12	S/. 642.75	S/. 7,713.00
Material diverso de oficina	12	S/. 118.98	S/. 1,427.80
Seguro vehicular	2	S/. 120.00	S/. 240.00
Seguro de maquinaria	1	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00
Impuesto vehicular	2	S/. 172.32	S/. 344.64
Telefono	12	S/. 95.00	S/. 1,140.00
Desechos	2	S/. 435.00	S/. 870.00
Vidrio	1620.96	S/. 229.17	S/. 371,469.31
		Total	S/. 575,404.75

Fuente: propia

Tabla N° 39: Costo variable – sector Chiclayo

COSTO VARIABLE			
Descripción	Unidad	Precio (S/)	Total (S/)
Combustible	12	S/. 588.91	S/. 7,066.91
Energía eléctrica	12	S/. 5,000.00	S/. 60,000.00
Eliminación de residuos	872.823	S/. 20.74	S/. 18,100.69
		Total	S/. 85,167.59
COSTOS TOTALES			S/. 660,572.35

Fuente: propia

5.1.3.2.3. FLUJO DE CAJA

El flujo de caja se entiendo a la entrada y salida de caja o efectivo, en un periodo determinado, para este tipo de planta se ha tomado como valor 10 flujos de caja anuales, para ello debemos tener la siguiente información:

- Ingresos o ventas netas:

Los ingresos o ventas netas se refieren a la cantidad de vidrio que se comercializará, teniendo en cuenta una producción del 65% del total de vidrio recolectado.

- Costos fijos anuales:

Los costos fijos anuales, son costos que no modifican sus valores a pesar del incremento de la producción, es decir son los costos fijos antes mencionados.

- Costos variables anuales.

Estos costos se verán afectados conforme aumente la demanda, en este caso aumente la cantidad de vidrio para ser procesado.

- Amortización

Es la cuota que se deberá amortizar para el pago de las maquinarias, en este caso se ha optado por una amortización de cuota fija, el cálculo se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla N° 40: Amortización – sector Chiclayo

Descripción	Precio	Porcentaje	Años	Total
MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO	S/. 28,931.00	15%	10	S/. 3,327.07
MAQUINARIA DE TRANSPORTE	S/. 254,400.00	12%	10	S/. 28,492.80
MAQUINARIA ESPECIALIZADA	S/. 1,001,120.00	8%	20	S/. 54,060.48
TOTAL				S/. 85,880.35

Fuente: propia

Una vez obtenido las ventas netas, costos fijos, costos variables, amortización y el impuesto a la renta (por ley es obligatorio pagar un 28% de los beneficios antes de impuesto por impuesto a la renta), se detallará el flujo de caja.

Tabla N° 41: Flujo de caja – sector Chiclayo

Descripción de flujo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas netas (+)	S/. 875,316.78	S/. 895,302.72	S/. 915,751.98	S/. 936,675.09	S/. 958,061.52
Costos de operación fijos (-)	S/. 575,404.75	S/. 575,404.75	S/. 575,404.75	S/. 575,404.75	S/. 575,404.75
Costos de operación variables (-)	S/. 171,871.34	S/. 175,487.68	S/. 179,268.59	S/. 183,221.63	S/. 187,350.55
Beneficios antes de impuestos	S/. 128,040.69	S/. 144,410.28	S/. 161,078.63	S/. 178,048.71	S/. 195,306.22
Impuestos	S/. 35,851.39	S/. 40,434.88	S/. 45,102.02	S/. 49,853.64	S/. 54,685.74
Beneficio neto	S/. 92,189.30	S/. 103,975.40	S/. 115,976.62	S/. 128,195.07	S/. 140,620.48
Amortización	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35
Rendimiento neto	S/. 6,308.95	S/. 18,095.06	S/. 30,096.27	S/. 42,314.72	S/. 54,740.13

Descripción de flujo	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ventas netas (+)	S/. 977,743.49	S/. 998,199.67	S/. 1,018,655.85	S/. 1,039,385.85	S/. 1,059,924.17
Costos de operación fijos (-)	S/. 575,404.75	S/. 575,404.75	S/. 575,404.75	S/. 575,404.75	S/. 575,404.75
Costos de operación variables (-)	S/. 195,340.82	S/. 199,534.04	S/. 203,866.74	S/. 208,242.13	S/. 212,699.89
Beneficios antes de impuestos	S/. 206,997.92	S/. 223,260.89	S/. 239,384.36	S/. 255,738.96	S/. 271,819.53
Impuestos	S/. 57,959.42	S/. 62,513.05	S/. 67,027.62	S/. 71,606.91	S/. 76,109.47
Beneficio neto	S/. 149,038.50	S/. 160,747.84	S/. 172,356.74	S/. 184,132.05	S/. 195,710.06
Amortización	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35
Rendimiento neto	S/. 63,158.16	S/. 74,867.49	S/. 86,476.40	S/. 98,251.71	S/. 109,829.72

Fuente: propia

5.1.4. Análisis de rentabilidad

El costo que se tiene para la venta del vidrio pulverizado es de S/ 0.54 el kilogramo, este precio se tomó como referencia del precio del kilogramo de cemento, según datos financieros, el costo de un nuevo producto debería ser menor del costo del producto actual pero por aspectos prácticos se tomó el valor del producto actual.

Tabla N° 42: Precio del vidrio pulverizado – sector Chiclayo

Precio por Kilogramo de vidrio pulverizado	
Descripcion	Costo S/
Vidrio pulverizado	S/. 0.54

Fuente: propia

El análisis de rentabilidad se refleja en los siguientes parámetros VAN (Valor actual neto), en este caso refleja un valor de S/. 304,616.92, es decir que los cobros y pagos futuros de la inversión generarán beneficios, otro parámetro para medir la rentabilidad es el TIR (Tasa de interés de retorno), para la planta pulverizadora de vidrio del sector Chiclayo se tiene una TIR de -20.51%, es decir que la suma de los flujos de caja es menor a la inversión inicial, es decir la inversión no es rentable y no es necesario comparar la TIR con la tasa de descuento del proyecto.

Tabla N° 43: Rentabilidad del proyecto – sector Chiclayo

Rentabilidad	
Inversion inicial	-S/. 3,407,258.92
Flujo de caja - Año 01	S/. 6,308.95
Flujo de caja - Año 02	S/. 18,095.06
Flujo de caja - Año 03	S/. 30,096.27
Flujo de caja - Año 04	S/. 42,314.72
Flujo de caja - Año 05	S/. 54,740.13
Flujo de caja - Año 06	S/. 63,158.16
Flujo de caja - Año 07	S/. 74,867.49
Flujo de caja - Año 08	S/. 86,476.40
Flujo de caja - Año 09	S/. 98,251.71
Flujo de caja - Año 10	S/. 109,829.72
VAN	S/. 304,616.92
TIR	-20.51%

Fuente: propia

5.2. PLANTA PULVERIZADORA DE VIDRIO – SECTOR NORTE (CHICLAYO, PIURA Y CAJAMARCA).

5.2.1. Parámetros del proyecto

- Sector: Vidrio desechado en distrito de Cajamarca, Chiclayo y Piura
- Actividad: Producción de vidrio
- Aspectos ambientales positivos:

- Reutilización de vidrio desechado en Cajamarca, Chiclayo y Piura
- Menor contribución de residuos sólidos en botaderos inadecuados de los distritos de donde se recolectara.

5.2.2. Descripción de la planta.

La planta pulverizadora de vidrio consiste en la instalación de una planta encargada de recolectar y producir vidrio pulverizado con el fin de comercializarlo como adición al cemento, la producción del vidrio es de un 65% permitiendo conseguir el vidrio al tamaño deseado es decir a un tamaño de 0.15mm.

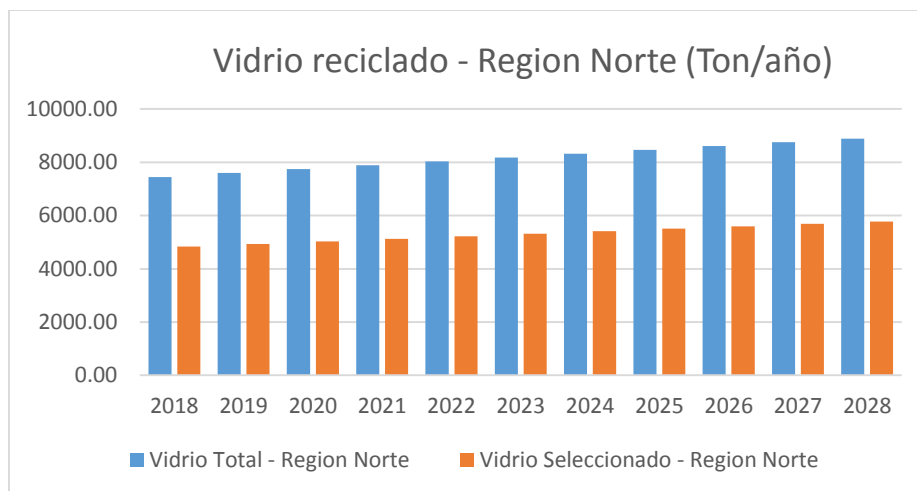
El proceso implica captar el vidrio en botellas de características transparentes e incoloras, luego mediante cribado, triturado y separación de tamaños poder comercializarlos.

5.2.3. Desarrollo de la planta pulverizado

5.2.3.1. Vidrio como residuo sólido

Para el desarrollo de la planta se necesita la recolección del todo el vidrio de las características mencionadas en el ítem anterior. Teniendo una producción de 2,493.78 ton de vidrio de diferentes colores para el 2018 en Chiclayo, una producción de 8,957.35 ton de vidrio para el 2018 en Piura y 1,247.64 ton de vidrio para el 2018 en Cajamarca.

Figura N° 52: Residuos de vidrio total y seleccionado en sector norte



Fuente: propia

5.2.3.2. Proceso de consolidación

5.2.3.2.1. Fase inicial

- Área de instalación:

- Terreno: 2,500 m²
- Características: Oficina administrativa, zona de recepción, clasificación, almacenaje y zona de pulverizado
- Ubicación: Carretera Chiclayo – Pomalca kilómetro 2.50.

Tabla N° 44: Inversión inicial – sector norte

VALOR COMERCIAL DE TERRENO AREA: 2,500 m2				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Terreno Chiclayo - Pomalca	m2	2,500.00	S/. 340.00	S/. 850,000.00
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Acondicionamiento	m2	2,500.00	S/. 500.00	S/. 1,250,000.00
GASTOS DE GESTION, CONSTITUCIÓN Y DERECHOS DE EMPRESA				
Descripción				Total (S/)
Constitución y registro de empresa				S/. 1,100.00
Derechos notariales				S/. 2,500.00
Licencia de funcionamiento				S/. 4,350.00
Transporte de maquinaria				S/. 14,857.92
Total				S/. 22,807.92

Fuente: propia

- Equipos y maquinarias

Para la constitución de la planta pulverizadora se requiere maquinarias especializada para poder industrializar la producción del vidrio. Para ello la maquinarias especificada en la Tabla N° 33 tienen un rendimiento de 200 kg/hora lo que equivale a 1.6 ton/día, con estos datos se podrá determinar la producción de vidrio y poder hacer un balance económico o flujo de caja.

Tabla N° 45: Maquinaria especializada – sector norte

MAQUINARIA ESPECIALIZADA			
Descripción	Cantidad	Precio (S/)	Total (S/)
Trituradora de materiales fragiles	1	S/. 22,750.00	S/. 22,750.00
Báscula de pesaje de material	1	S/. 50,133.00	S/. 50,133.00
Criba de discos	1	S/. 233,424.00	S/. 233,424.00
Granulador con empujador	1	S/. 33,251.00	S/. 33,251.00
Separador Zig-Zag	2	S/. 45,515.00	S/. 91,030.00
Detector de metales	1	S/. 21,134.00	S/. 21,134.00
Granulador HG	1	S/. 46,662.00	S/. 46,662.00
Mesa separadora	2	S/. 22,351.00	S/. 44,702.00
Aspirador automatico	1	S/. 22,524.00	S/. 22,524.00
Bandas transportadoras	9	S/. 48,390.00	S/. 435,510.00
Total			S/. 1,001,120.00

Fuente: propia

5.2.3.2.2. Fase de producción

Para la fase de producción se identificó dos tipos de costos:

- Costos fijos: Se refiere a gastos por recursos humanos, seguros, materiales diversos de oficina, en este apartado se incluirá el costo de vidrio cuyo valor se determinará mediante un estudio de mercado; dicho valor se tomará en cuenta ya que no se descarta que el vidrio en algún momento costará obtenerlo. Es importante aclarar que para este estudio de mercado se tomó muestras de la ciudad de Chiclayo.

Tabla N° 46: Estudio de mercado del costo del vidrio

COSTO DE VIDRIO			
Descripción	Unidad	Precio (S/)	C.U (S/ /unidad)
Vidrio - Muestra 01 (Embase limpio)	12	S/. 3.00	S/. 0.25
Vidrio - Muestra 02 (Embase limpio)	12	S/. 2.50	S/. 0.21
Valor promedio (S/ /unidad)			S/. 0.23
Valor promedio (S/ /kg)			S/. 0.33
Valor promedio (S/ /ton)			S/. 327.38
Valor promedio sin tratamiento de limpieza(S/ /ton)			S/. 229.17

Fuente: propia

Tabla N° 47: Costos fijos – sector norte

COSTOS FIJOS			
Descripción	Unidad	Precio (S/)	Total (S/)
Personal especializado	14	S/. 13,500.00	S/. 189,000.00
Limpieza	12	S/. 642.75	S/. 7,713.00
Material diverso de oficina	12	S/. 118.98	S/. 1,427.80
Seguro vehicular	2	S/. 120.00	S/. 240.00
Seguro de maquinaria	1	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00
Impuesto vehicular	2	S/. 172.32	S/. 344.64
Telefono	12	S/. 95.00	S/. 1,140.00
Desechos	2	S/. 435.00	S/. 870.00
Vidrio	3686.4	S/. 229.17	S/. 844,800.00
		Total	S/. 1,048,735.44

Fuente: propia

- Costos variables: Gastos de combustible, energía eléctrica y traslado de desechos.

Tabla N° 48: Costo variable – sector norte

COSTO VARIABLE			
Descripción	Unidad	Precio (S/)	Total (S/)
Combustible	12	S/. 1,757.73	S/. 21,092.74
Energía eléctrica	12	S/. 5,000.00	S/. 60,000.00
Eliminación de residuos	2605.13	S/. 20.74	S/. 54,025.49
Costo recogida Piura y Cajamarca	8957.35	S/. 15.09	S/. 135,162.87
		Total	S/. 270,281.10
COSTOS TOTALES			S/. 1,319,016.54

Fuente: propia

5.2.3.2.3. FLUJO DE CAJA

El flujo de caja se entiendo a la entrada y salida de caja o efectivo, en un periodo determinado, para este tipo de planta se ha tomado como valor 10 flujos de caja anuales, para ello debemos tener la siguiente información:

- Ingresos o ventas netas:

Los ingresos o ventas netas se refieren a la cantidad de vidrio que se comercializará, teniendo en cuenta una producción del 65% del total de vidrio recolectado.

- Costos fijos anuales:

Los costos fijos anuales, son costos que no modifican sus valores a pesar del incremento de la producción, es decir son los costos fijos antes mencionados.

- Costos variables anuales.

Estos costos se verán afectados conforme aumente la demanda, en este caso aumente la cantidad de vidrio para ser procesado.

- Amortización

Es la cuota que se deberá amortizar para el pago de las maquinarias, en este caso se ha optado por una amortización de cuota fija, el cálculo se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla N° 49: Amortización – sector norte

Descripción	Precio	Porcentaje	Años	Total
MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO	S/. 28,931.00	15%	10	S/. 3,327.07
MAQUINARIA DE TRANSPORTE	S/. 254,400.00	12%	10	S/. 28,492.80
MAQUINARIA ESPECIALIZADA	S/. 1,001,120.00	8%	20	S/. 54,060.48
TOTAL				S/. 85,880.35

Fuente: propia

Una vez obtenido las ventas netas, costos fijos, costos variables, amortización y el impuesto a la renta (por ley es obligatorio y se actualmente es un 28% de los beneficios antes de impuesto), se detallará el flujo de caja.

Tabla N° 50: Flujo de caja – sector norte

Descripción de flujo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas netas (+)	S/. 1,806,336.00	S/. 1,806,336.00	S/. 1,806,336.00	S/. 1,806,336.00	S/. 1,806,336.00
Costos de operación fijos (-)	S/. 1,048,735.44	S/. 1,048,735.44	S/. 1,048,735.44	S/. 1,048,735.44	S/. 1,048,735.44
Costos de operación variables (-)	S/. 125,862.62	S/. 126,590.24	S/. 127,298.52	S/. 127,993.99	S/. 128,685.13
Beneficios antes de impuestos	S/. 631,737.94	S/. 631,010.32	S/. 630,302.04	S/. 629,606.57	S/. 628,915.43
Impuestos	S/. 176,886.62	S/. 176,682.89	S/. 176,484.57	S/. 176,289.84	S/. 176,096.32
Beneficio neto	S/. 454,851.32	S/. 454,327.43	S/. 453,817.47	S/. 453,316.73	S/. 452,819.11
Amortización	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35
Rendimiento neto	S/. 368,970.97	S/. 368,447.09	S/. 367,937.13	S/. 367,436.39	S/. 366,938.76

Descripción de flujo	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ventas netas (+)	S/. 1,806,336.00	S/. 1,806,336.00	S/. 1,806,336.00	S/. 1,806,336.00	S/. 1,806,336.00
Costos de operación fijos (-)	S/. 1,048,735.44	S/. 1,048,735.44	S/. 1,048,735.44	S/. 1,048,735.44	S/. 1,048,735.44
Costos de operación variables (-)	S/. 130,044.20	S/. 130,713.83	S/. 131,379.42	S/. 132,044.76	S/. 132,714.24
Beneficios antes de impuestos	S/. 627,556.36	S/. 626,886.73	S/. 626,221.14	S/. 625,555.80	S/. 624,886.32
Impuestos	S/. 175,715.78	S/. 175,528.28	S/. 175,341.92	S/. 175,155.62	S/. 174,968.17
Beneficio neto	S/. 451,840.58	S/. 451,358.44	S/. 450,879.22	S/. 450,400.17	S/. 449,918.15
Amortización	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35	S/. 85,880.35
Rendimiento neto	S/. 365,960.23	S/. 365,478.10	S/. 364,998.87	S/. 364,519.83	S/. 364,037.80

Fuente: propia

5.2.4. Análisis de rentabilidad

El costo que se tiene para la venta del vidrio pulverizado es de S/ 0.49 el kilogramo, este precio se tomó como referencia del precio del kilogramo de cemento, según datos financieros, el costo de un nuevo producto debería ser menor del costo del producto actual para ello se proyectó un precio de tal manera la rentabilidad fuera óptima.

Tabla N° 51: Precio del vidrio pulverizado – sector norte

Precio por Kilogramo de vidrio pulverizado	
Descripcion	Costo S/
Vidrio pulverizado	S/. 0.49

Fuente: propia

El análisis de rentabilidad se refleja en los siguientes parámetros VAN (Valor actual neto), en este caso refleja un valor de S/. 1', 395,170.59, es decir que los cobros y pagos futuros de la inversión generarán beneficios, otro parámetro para medir la rentabilidad es el TIR (Tasa de interés de retorno), para la planta pulverizadora de vidrio del sector Chiclayo se tiene una TIR de 1.35%, quiere decir que la inversión generará un valor agregado ya que crea un valor adquisitivo mejor de lo previsto.

Tabla N° 52: Rentabilidad del proyecto – sector norte

Rentabilidad	
Inversion inicial	-S/. 3,407,258.92
Flujo de caja - Año 01	S/. 368,970.97
Flujo de caja - Año 02	S/. 368,447.09
Flujo de caja - Año 03	S/. 367,937.13
Flujo de caja - Año 04	S/. 367,436.39
Flujo de caja - Año 05	S/. 366,938.76
Flujo de caja - Año 06	S/. 365,960.23
Flujo de caja - Año 07	S/. 365,478.10
Flujo de caja - Año 08	S/. 364,998.87
Flujo de caja - Año 09	S/. 364,519.83
Flujo de caja - Año 10	S/. 364,037.80
VAN	S/. 1,395,170.59
TIR	1.35%
Payback	9.41

Fuente: propia

VII. DISCUSIÓN

Primera fase:

En esta fase se determinó el tamaño óptimo de vidrio pulverizado, los tamaños a experimentar fueron de menor de 0.075mm, 0.075mm y 0.15mm teniendo como proporción 5% del peso del cemento sin reemplazar el cemento, sino como parte de los agregados; el vidrio fue triturado en una primera fase por la máquina de los ángeles y luego de manera manual, luego fue tamizado y separado para obtener los tamaños deseados.

Se apreció que el vidrio si aporta resistencia a comparación del concreto patrón (concreto sin adición), siendo el resumen de resultados:

Tabla N° 53: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de tamaño óptimo

Concreto	Días de rotura	% Resistencia a la compresión	
		Laboratorio	Curado en obra por aspersion
Patron	7 d	0.75	0.71
	14 d	0.88	0.84
	28 d	1.02	1.02
	90 d	1.06	1.06
C-100	7 d	0.74	0.71
	14 d	0.87	0.85
	28 d	1.00	1.07
	90 d	1.11	1.08
C-200	7 d	0.75	0.67
	14 d	0.88	0.86
	28 d	1.01	1.01
	90 d	1.03	1.03
C<200	7 d	0.60	0.67
	14 d	0.75	0.79
	28 d	0.94	0.97
	90 d	0.99	1.00

Fuente: propia

Tabla N° 54: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de tamaño óptimo.

Concreto	Dias de rotura	% Resistencia a la compresión	
		Laboratorio	Curado en obra por aspersión
Patron	7 d	0.79	0.55
	14 d	0.92	0.76
	28 d	1.04	1.00
	90 d	1.06	1.03
C-100	7 d	0.83	0.62
	14 d	0.95	0.80
	28 d	1.10	1.08
	90 d	1.14	1.10
C-200	7 d	0.83	0.49
	14 d	0.92	0.63
	28 d	1.00	1.00
	90 d	1.07	1.06
C<200	7 d	0.66	0.41
	14 d	0.80	0.61
	28 d	0.95	0.94
	90 d	1.00	1.02

Fuente: Propia

Tabla N° 55: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f'c = 455 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de tamaño óptimo

Concreto	Dias de rotura	% Resistencia a la compresión	
		Laboratorio	Curado en obra por aspersión
Patron	7 d	0.82	0.71
	14 d	0.89	0.76
	28 d	1.00	0.99
	90 d	1.02	1.05
C-100	7 d	0.86	0.69
	14 d	0.92	0.78
	28 d	1.05	0.86
	90 d	1.08	1.05
C-200	7 d	0.81	0.69
	14 d	0.89	0.78
	28 d	0.98	0.86
	90 d	1.04	0.99
C<200	7 d	0.77	0.61
	14 d	0.84	0.67
	28 d	0.90	0.95
	90 d	0.99	0.96

Fuente: propia

Segunda fase:

En esta segunda fase, una vez obtenido el tamaño óptimo en la fase uno, se procede a buscar el porcentaje óptimo, para ello se tomaron los porcentajes 2.5%, 5.0% y 10% del peso del cemento. Se tomó como referencia hasta 10% ya que el Reglamento Nacional de Edificaciones nos recomienda para uso de microsilice un reemplazo del 10% del cemento, y como el vidrio en polvo se asemeja a una microsilice se optó por manejar dicho porcentaje límite. Luego de la elaboración de probetas con dichos porcentajes y diferentes condiciones de curado en obra y curado en laboratorio, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla N° 56: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de porcentaje óptimo

Concreto	Dias de rotura	% Resistencia a la compresión			
		Laboratorio	Curado en obra por aspersión	Curado en obra por membrana impermeable	Curado en obra compuesto curador
2.50%	7 d	0.66	0.65	0.61	0.61
	14 d	0.80	0.78	0.80	0.76
	28 d	1.05	1.05	0.95	1.00
5.00%	7 d	0.70	0.69	0.61	0.71
	14 d	0.80	0.82	0.81	0.80
	28 d	1.05	0.99	1.05	1.02
10%	7 d	0.68	0.71	0.69	0.64
	14 d	0.85	0.87	0.84	0.82
	28 d	1.07	1.03	1.11	1.08

Fuente: propia

Tabla N° 57: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ para obtención de porcentaje óptimo

Concreto	Dias de rotura	% Resistencia a la compresión			
		Laboratorio	Curado en obra por aspersión	Curado en obra por membrana impermeable	Curado en obra compuesto curador
2.50%	7 d	0.56	0.66	0.59	0.62
	14 d	0.71	0.72	0.75	0.79
	28 d	1.08	1.04	1.02	1.05
5.00%	7 d	0.54	0.60	0.58	0.55
	14 d	0.80	0.70	0.68	0.72
	28 d	1.07	0.99	0.97	1.03
10%	7 d	0.70	0.64	0.70	0.58
	14 d	0.86	0.76	0.83	0.82
	28 d	1.08	1.03	1.00	1.11

Fuente: propia

Tabla N° 58: Resumen de resistencia obtenida en porcentaje f'c = 455 kg/cm2 para obtención de porcentaje óptimo

Concreto	Dias de rotura	% Resistencia a la compresión			
		Laboratorio	Curado en obra por aspersión	Curado en obra por mebrana impermeable	Curado en obra compuesto curador
2.50%	7 d	0.62	0.59	0.61	0.63
	14 d	0.74	0.73	0.74	0.69
	28 d	1.08	1.09	1.09	1.08
5.00%	7 d	0.58	0.56	0.60	0.66
	14 d	0.74	0.75	0.70	0.78
	28 d	1.09	1.10	1.10	1.07
10%	7 d	0.60	0.59	0.68	0.64
	14 d	0.76	0.77	0.87	0.83
	28 d	1.09	1.07	1.11	1.07

Fuente: propia

Tercera fase:

Una vez obtenido los resultados del tamaño óptimo en la fase I y el porcentaje óptimo usando el tamaño óptimo en la fase II, se procede a realizar los ensayos respectivos para obtener las propiedades del concreto fresco del concreto con adición del vidrio y compararlos con el concreto patrón (concreto sin adición).

En caso del peso unitario, porcentaje de vacíos y exudación del concreto los valores del concreto patrón y el concreto adicionado presentaron valores similares.

En caso del tiempo de fraguado se apreció diferencias entre el concreto patrón y el concreto adicionado, teniendo este último un tiempo de fraguado más acelerado (ver tabla N° 12)

Una vez obtenido las propiedades más significativas del concreto fresco, se realizó los ensayos para determinar la durabilidad del concreto patrón y compararlo con el concreto adicionado, se realizó los ensayos para determinar la durabilidad por desgaste y la durabilidad por reacción álcali-sílice.

Los resultados arrojados por el ensayo de durabilidad por desgaste, determinaron que el concreto adicionado tiende a desgastarse menos que el concreto patrón. Para el caso de ensayo de durabilidad de reacción álcali-sílice, el concreto patrón no presentó esta reacción, en cambio el concreto con vidrio si presentó dicha reacción es decir el concreto tiene altas probabilidades de sufrir expansiones perjudiciales a largo plazo.

Cuarta fase:

La evaluación económica realizada en primera instancia, fue realizar un análisis de costos unitarios donde reflejara el análisis de obtención de vidrio pulverizado y el análisis de concreto con los diferentes resistencia a la compresión con adición y sin adición, siendo los resultados desfavorables ya que el concreto adicionado multiplica el costo de concreto en una proporción de 1 a 10 aproximadamente comparándolo con la producción del concreto patrón, esto debido a que la producción del vidrio pulverizado en pequeñas proporciones y de manera manual es baja; y por tener un rendimiento bajo el producto resultado costoso.

Por ello se busca industrializar la producción de vidrio y se propone una planta pulverizadora de vidrio que abarque el sector Chiclayo, para así producir en grandes cantidad el vidrio en el tamaño requerido (15mm) y reducir su costo de producción, pero una vez realizado el estudio de rentabilidad de una planta pulverizadora de vidrio en el sector de Chiclayo resulta que no es rentable ya que no se cuenta con la cantidad de vidrio

necesaria para cubrir el rendimiento de la maquinaria especializada; por ello ante esta problemática se propone cubrir el sector norte que abarque Cajamarca, Chiclayo y Piura; teniendo como resultado en el análisis de rentabilidad de la planta pulverizadora del sector norte que generaría beneficios económicos, es decir es económicamente rentable.

VIII. CONCLUSIONES

Del proyecto ANÁLISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICIÓN PARA CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO se concluye que:

1. Según datos bibliográficos, el vidrio puede reemplazar los agregados y con ello contribuir en un 10% de resistencia en el concreto, pero cuando es llevado a polvo este material puede reemplazar al cemento.
2. El vidrio pulverizado puede reemplazar el cemento sin afectar su resistencia en un 10% del peso del mismo a un tamaño de 0.15mm.
3. La adición del vidrio no genera cambios en propiedades de concreto fresco como peso unitario, contenido de aire y exudación, pero si genera cambios considerables en cuanto al tiempo de fraguado, aplicado a resistencia a la compresión de 385 kg/cm², 420 kg/cm² y 455 kg/cm²
4. La adición del vidrio genera cambios considerables en cuanto a durabilidad, el vidrio pulverizado aporta dureza al desgaste en comparación al concreto patrón cuando este es sometido a tránsito vehicular pesado, así como también la adición del 10% a 0.15mm provoca expansiones perjudiciales a largo plazo, es decir existe la grandes probabilidades de sufrir la reacción álcali-sílice.
5. La producción de vidrio pulverizado no es rentable si solo se recolectaría muestra de Chiclayo ya que la tasa de interés de retorno arrojaría negativa ya los ingresos no superarían la inversión inicial, por ellos se busca industrializar esta planta al sector norte (Cajamarca, Chiclayo y Piura), con muestra recolectada de esta zona se tendría un VAN de S/. S/. 1'395,170.59 y un TIR de 1.35% produciendo un negocio rentable con un tiempo de pago total de la inversión de 9.41 años.
6. La planta pulverizadora sector norte se delimitó con las ciudades de Cajamarca, Chiclayo y Piura ya que dichas ciudades no tienen centro de reciclaje para vidrio, en cambio el sector de La Libertad si posee una planta recicladora de este material y no se incluyó en esta planta el sector de Tumbes por tener pocas cantidades de desperdicio de vidrio.
7. La evaluación del impacto ambiental tuvo como resultado que la construcción de la planta pulverizado, la fase de operación de la planta pulverizadora y la elaboración de concreto utilizando vidrio pulverizado son ambientalmente viables si se respetan el programa de mitigación y monitoreo ambiental.
8. La investigación sobre la elaboración de concreto simple aplicado a pavimentos y veredas utilizando vidrio pulverizado, se delimita solo en la producción de concreto en la ciudad de Chiclayo teniendo en cuenta sus condiciones climáticas propias de esta ciudad, así como las características de los agregados de la cantera de Tres Tomas y Pátapo.

IX. RECOMENDACIONES.

Del proyecto ANÁLISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICIÓN PARA CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO se recomienda que:

1. Se recomienda que los agregados que serán usados para la elaboración del concreto sigan un adecuado proceso de selección así como también una adecuada experimentación para poder tener conocimientos más acertados sobre sus propiedades físicas.
2. Se recomienda curar el concreto correctamente, aplicando técnicas ya mencionadas en este proyecto o técnicas existentes, experimentadas y comprobadas, ya que el curado aporta aproximadamente un 25% de la resistencia final.
3. No se recomienda la adición de vidrio pulverizado a una proporción del 10% del cemento con un tamaño de 0.15mm a elementos estructurales, por que dicha adición con estas características producirán grietas internas a largo plazo en el concreto; pero si es recomendable usar vidrio para elementos arquitectónicos que no pongan en riesgo el aspecto estructural de las edificaciones.
4. Si se requiere producir vidrio pulverizado para la adición en el concreto, se recomienda establecer una planta pulverizadora de vidrio que tenga como lugares de recogida a las ciudades de Cajamarca, Chiclayo y Piura, ya que si el lugar de acopio solo se delimita en la ciudad de Chiclayo, esta planta no sería rentable por la falta de vidrio.
5. Para todos los proceso de pulverizado del vidrio y su utilización en el concreto, se recomienda que el personal encargado de esta actividad lleve consigo sus equipos de protección personal, así como también equipos de protección auditiva y equipos de protección para material particulado, ya que dicha actividad produce gran cantidad de material fino que puede ser perjudicial para la salud.
6. Se recomienda que la aplicación de esta investigación en la elaboración de concreto simple utilizando vidrio pulverizado sea propia de la ciudad de Chiclayo, teniendo en cuenta que bajo otras condiciones físicas, químicas o climática no se tendrá las mismas características o resultados obtenidos en este proyecto de investigación.


X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Arteaga, Carlos Javier Catalan. «Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20 Y H30.» Tesis para optar título de ingeniero civil, Valdivia, 2013.
- Construcción, Servicio Informativo de la. Servicio Informativo de la Construcción. 15 de Agosto de 2012. <http://servicioinformativodelaconstruccion.com/> (último acceso: 15 de Julio de 2016).
- López, Tessy, y Ana Martínez. «Biblioteca Digital.» Biblioteca Digital. Editado por Fondo de Cultura Económica. 1995. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/> (último acceso: 29 de Junio de 2016).
- Material, American Society for Testing and. «Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method. » ASTM, 2005.
- Materials, American Society for Testing and. «Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice. » Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice. ASTM, 2009.
- MINAM, Ministerio del ambiente. «Sistema de información para la gestión de residuos sólidos.» Chiclayo, 2014.
- MTC, Ministerio de transporte y comunicaciones. Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos MTC E204. Manual de ensayo, Lima: ICG, 2000.
- MTC, Ministerio de transporte y comunicaciones. Peso unitario de los agregados. Manual de ensayo, Lima: ICG, 2000.
- MTC, Ministerio de transportes y comunicaciones. Abrasión los ángeles al desgaste de los agregados tamaños menos de 37.5 mm. Manual de ensayo, Lima: ICG, 200.
- Organización para el desarrollo sostenible, Ambiente y desarrollo sostenible SAC. «Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.» Chiclayo, 2012.
- Poveda, Ricardo, Victoria Granja, Daniel Hidalgo, y Carlos Ávila. «Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A.» Revista Politécnica 35, n° 3 (Febrero 2015).
- Rivva López, Enrique. Naturaleza y materiales del concreto. Lima: Capitulo peruano ACI, 2000.
- Sagastegui Plasencia, Fidel German. «Tecnología del Concreto.» Tecnología del Concreto. 3 de Abril de 2014.

XI. ANEXOS


ANEXO 1: DOCUMENTOS

DOCUMENTO 1.1: ANALISIS GRANULOMETRICO POR SEDIMENTACIÓN




A&M GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS S.A.C.
 ENSAYOS DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES
 Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 62 - S. Cantoral Chiclayo, Telf. 074-237420 - Cel. 979644184 - RPM.#979644184

ANALISIS GRANULOMETRICO POR SEDIMENTACION									
PROYECTO : TESIS					FECHA : 11/06/2016				
SOLICITANTE : CARLOS CORDOVA SANCHEZ									
CALICATA N° : M-1		PESO DE LA MUESTRA : 40.00			FRACCION < 0.074 mm.				
PROFUNDIDAD :		Px : 100		% de Peso					
CILINDRO N° : 1		γ_s : 2.500			VASO N° : 1				
Hora	Temp. °C	m	t	R'	R R' + m	Grano mm	P %	Ptot %	
6.34.10	26.1	0.5	10 seg.	19.0	19.5	0.0700	81.3	81.3	Probeta N°. _____ Areometro N°. _____ $P = \frac{100 \cdot \gamma_s}{Gd \cdot \gamma_s - 1} R$ $K = 4.167$
6.34.30	26.1	0.5	30 seg.	18.0	18.5	0.0620	77.1	77.1	
6.350	26.1	0.5	1 min.	17.0	17.5	0.0480	72.9	72.9	
6.360	26.0	0.5	2 min.	13.0	13.5	0.0300	56.3	56.3	
6.390	26.0	0.5	5 min.	10.0	10.5	0.0240	43.8	43.8	
6.49	24.2	0.5	15 min.	1.0	1.5	0.0178	6.3	6.3	
7.19	23.2	0.5	45 min.	0.5	1.0	0.0070	4.2	4.2	
8.34	22.5	0.5	2 h.	0.2	0.7	0.0059	2.9	2.9	
11.34	21.0	0.0	5 h.	0.0	0.0	0.0031	0.0	0.0	
6.34	24.8	0.0	24 h.	0.0	0.0	0.0012	0.0	0.0	
$P_{tot} = K \frac{P_x}{100} R$ $P_{tot} = 4.167 R$									
LUGAR : _____									
CALICATA N° : _____									
PROFUNDIDAD : _____									
CILINDRO N° : _____									
Hora	Temp. °C	m	t	R'	R R' + m	Grano mm	P %	Ptot %	
12.00			10 seg.						Probeta N°. _____ Areometro N°. _____ $P = \frac{100 \cdot \gamma_s}{Gd \cdot \gamma_s - 1} R$ $K =$
12.00.30"			30 seg.						
12.10			1 min.						
12.02			2 min.						
12.05			5 min.						
12.15			15 min.						
12.45			45 min.						
14.00			2 h.						
17.00			5 h.						
12.00			24 h.						
$P_{tot} = K \frac{P_x}{100} R$ $P_{tot} = R$									



Mario Ortiz Puelles
TCO. DE LABORATORIO



Juan Luis Martinez
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 112332

Fuente: A&M GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS SAC

ANEXO 2: CUADROS

**CUADRO 2.1: GENERACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS
(ton/día)**

	2012	2013	2014	2015	2016
CHICLAYO	126.17	129.05	132.00	135.01	138.10
CAYALTI	7.86	8.01	8.18	8.34	8.51
CHONGOYAPE	7.66	7.80	7.94	8.09	8.24
ETEN	6.62	6.77	6.92	7.09	7.26
JOSE LEONARDO O.	97.88	100.47	103.09	105.73	108.40
LA VICTORIA	51.33	52.50	53.70	54.93	56.18
LAGUNAS	3.14	3.21	3.29	3.36	3.44
MONSEFU	12.41	12.67	12.94	13.21	13.49
NUEVA ARICA	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02
OYOTUN	3.21	3.28	3.36	3.43	3.51
PATAPO	10.38	10.50	10.63	10.74	10.87
PICSI	3.31	3.38	3.45	3.52	3.59
PIMENTEL	17.27	18.09	18.94	19.83	20.77
POMALCA	8.48	8.64	8.76	8.88	9.01
PUCALÁ	4.02	4.10	4.18	4.27	4.35
PUERTO ETEN	1.04	1.06	1.07	1.09	1.11
REQUE	5.28	5.42	5.56	5.71	5.86
SANTA ROSA	5.44	5.61	5.79	5.97	6.15
TUMAN	11.23	11.35	11.48	11.61	11.74
ZAÑA	4.81	4.90	5.00	5.10	5.21
PROVINCIA	388.49	397.80	407.27	416.93	426.80

Fuente: PIGARS Chiclayo, 2012.

**CUADRO 2.2: GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES
(ton/año)**

Distritos	2012	2013	2014	2015	2016
CHICLAYO	73818	74250	75946	77681	79455
CAYALTI	3728	3803	3879	3957	4037
CHONGOYAPE	3633	3700	3769	3839	3910
ETEN	3139	3210	3285	3363	3445
JOSE LEONARDO O.	47543	48802	50073	51358	52656
LA VICTORIA	23583	24121	24672	25235	25811
LAGUNAS	1491	1525	1560	1595	1631
MONSEFU	5129	5238	5349	5462	5576
NUEVA ARICA	459	465	472	478	485
OYOTUN	1522	1557	1592	1629	1667
PATAPO	4709	4765	4819	4873	4930
PICSI	1572	1604	1636	1669	1703
PIMENTEL	7391	7740	8105	8487	8887
POMALCA	4023	4099	4156	4213	4273
PUCALÁ	1907	1946	1985	2025	2065
PUERTO ETEN	463	471	479	487	495
REQUE	2430	2494	2560	2628	2698
SANTA ROSA	2581	2662	2746	2831	2919
TUMAN	5594	5388	5448	5508	5571
ZAÑA	2281	2327	2374	2422	2470
PROVINCIA	196997	200167	204906	209740	214682

Fuente: PIGARS Chiclayo, 2012.

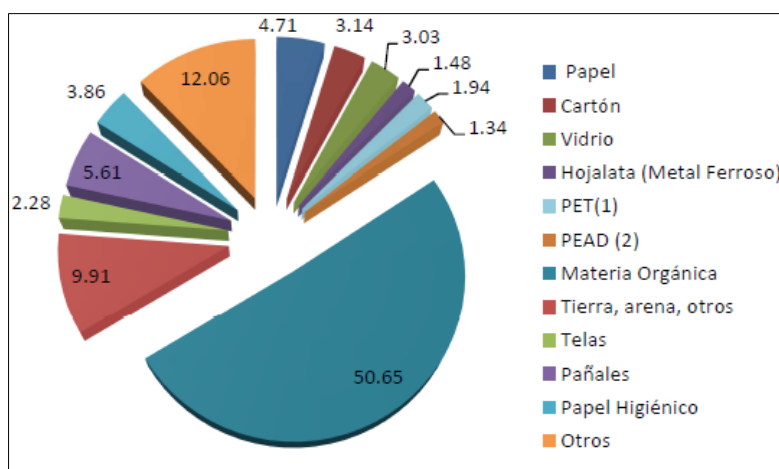
CUADRO 2.3: COMPOSICIÓN FÍSICA PROMEDIO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS

Tipo de Residuo	CHICLAYO	ETEN	JOSE L. ORTIZ	LA VICTORIA	MONSEFU	PATAPO	PIMENTEL	PUERTO ETEN	REQUE	TUMAN	Promedio
Papel	4.635	4.970	1.661	2.074	3.919	10.140	4.333	4.134	4.760	6.500	4.71
Cartón	1.797	10.410	1.548	1.664	1.931	4.340	2.445	2.140	2.715	2.400	3.14
Vidrio	2.095	3.440	0.424	3.684	2.064	10.430	2.450	2.805	1.177	1.700	3.03
Hojalata (Metal Ferroso)	1.294	1.780	0.647	0.339	0.150	3.380	1.500	1.883	0.906	2.900	1.48
Aluminio (Metal No Ferroso)	0.108	1.040	0.028	0.354	0.772	0.560	0.317	0.012	0.039		0.36
PET(1)	1.441	2.870	0.447	0.123	1.054	7.050	2.865	1.140	0.931	1.500	1.94
PEAD (2)	0.510	0.610	1.738	2.260	1.917	0.950	0.582	0.640	1.806	2.400	1.34
PVC (3)	0.299		0.076	0.622	0.184		0.650	0.624	0.114		0.37
PEBD (4)	1.335		0.263	0.380	0.495		0.487	1.497	2.367		0.97
PP (5)	1.063		0.367	0.566	0.459	2.550	0.570	0.765	1.164		0.94
PS (6)	0.210		0.323	0.579	0.170		0.097	0.480	0.841		0.39
Otros (7)	0.544	2.380	0.941	0.436	0.664	5.480	0.375	0.103	0.454	6.300	1.77
Materia Orgánica	63.237	59.790	77.279	38.204	62.401	24.080	40.718	43.439	65.280	32.100	50.65
Tierra, arena, otros	2.358		4.205	21.011	5.302	18.160	5.981	8.073	0.266	23.800	9.91
Telas	1.981		1.650	1.169	3.641	2.140	2.105	2.081	2.325	3.400	2.28
Pañales	5.076		3.494	2.897	5.708		7.714	9.575	4.811		5.61
Papel Higiénico	4.081		1.020	2.094	2.312	6.450	4.690	4.273	2.095	7.700	3.86
Toallas Higiénicas	0.680		0.084	0.328	0.087		0.034	0.446	0.151		0.26
Productos Farmacéuticos	0.096		0.063	0.291	0.072		0.980	0.415	0.131		0.29
Pilas y baterías	0.031	0.130		0.003	0.015		0.020	0.015	0.033	0.400	0.08
Fluorescente y focos	0.059			0.026	0.034		0.522	0.060	0.107		0.13
Otros (Cuero, ceniza, porcelana)	7.071	12.580	3.742	20.896	6.649	4.290	20.565	15.400	7.527	8.900	6.50

Fuente: PIGARS Chiclayo, 2012.

ANEXO 3: GRAFICO

GRAFICO 3.1: COMPOSICIÓN FÍSICA PROMEDIO DE LOS RESIDUOS



Fuente: PIGARS Chiclayo, 2012.

ANEXO 4: FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 4.1: MAQUINA DE LOS ANGELES



Fuente: propia 2016

FOTOGRAFIA 4.2: MATERIAL RESULTANTE



Fuente: propia 2016

FOTOGRAFIA 4.3: EQUIPO PARA ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR SEDIMENTACIÓN



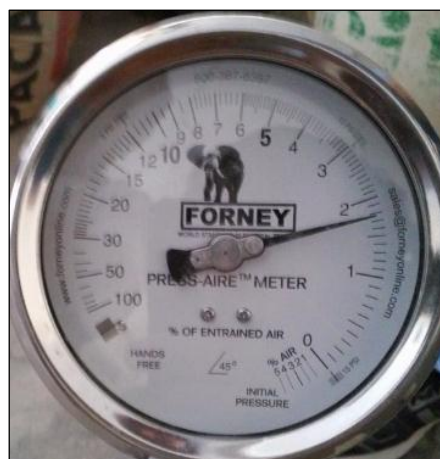
Fuente: propia 2016

FOTOGRAFIA 4.4: ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR SEDIMENTACIÓN



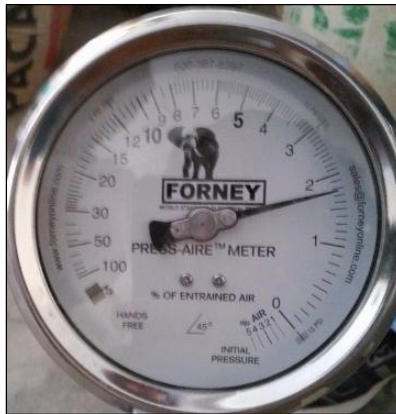
Fuente propia 2016

FOTOGRAFIA 4.5: CONTENIDO DE AIRE DE CONCRETO PATRÓN



Fuente: Propia

FOTOGRAFIA 4.6: CONTENIDO DE AIRE CON VIDRIO <0.075MM



Fuente: Propia

FOTOGRAFIA 4.7: CONTENIDO DE AIRE CON VIDRIO 0.075MM



Fuente: Propia

FOTOGRAFIA 4.8: CONTENIDO DE AIRE CON VIDRIO 0.15MM



Fuente: Propia

FOTOGRAFIA 4.9: ENSAYO A LA COMPRESIÓN – CONCRETO CON VIDRIO DE 0.075MM CURADO EN OBRA



Fuente: Propia

FOTOGRAFIA 4.10: ENSAYO A LA COMPRESIÓN – CONCRETO CON VIDRIO DE 0.075MM CURADO EN LABORATORIO



Fuente: Propia

FOTOGRAFIA 4.11: ENSAYO A LA COMPRESIÓN – CONCRETO CON VIDRIO DE 0.075MM CURADO EN LABORATORIO



Fuente: Propia

FOTOGRAFIA 4.12: ENSAYO A LA COMPRESIÓN – CONCRETO CON VIDRIO DE 0.075MM CURADO EN OBRA



Fuente: Propia

FOTOGRAFIA 4.13: ENSAYO A LA COMPRESIÓN CON VIDRIO <0.075MM – CURADO EN OBRA



Fuente propia 2016

FOTOGRAFIA 4.14: ENSAYO A LA COMPRESIÓN CON VIDRIO <0.075MM – CURADO EN OBRA



Fuente: Propia

**FOTOGRAFIA 4.15: ENSAYO A LA COMPRESIÓN CON VIDRIO <0.075MM –
CURADO EN LABORATORIO**



Fuente: Propia

**FOTOGRAFIA 4.16: ENSAYO A LA COMPRESIÓN CON VIDRIO 0.15MM –
CURADO EN OBRA**



Fuente: Propia

**FOTOGRAFIA 4.17: ENSAYO A LA COMPRESIÓN CON VIDRIO <0.075MM –
CURADO EN LABORATORIO**



Fuente: Propia

**FOTOGRAFIA 4.18: ENSAYO A LA COMPRESIÓN CONCRETO PATRON –
CURADO EN LABORATORIO**



Fuente: Propia

**FOTOGRAFIA 4.19: ENSAYO A LA COMPRESIÓN CONCRETO PATRON –
CURADO EN OBRA**



Fuente: Propia

**FOTOGRAFIA 4.20: ENSAYO A LA COMPRESIÓN CONCRETO PATRON –
CURADO EN OBRA**



Fuente: Propia