

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**“DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO
CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL
ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE
AREQUIPA”**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Cervantes Pacori, Susan Alexia

Pilco Soto, Valentin Gustavo

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Ugarte Calderón, Enrique Alfonso

Arequipa – Perú

2020

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SUDO CALICE
MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADQUIN
DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

SUSAN ALEXIA CERVANTES PACORI
VALENTIN GUSTAVO PILCO SOTO

Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO SIN OBSERVACIONES

OBSERVACIONES:

Arequipa, 17 de DICIEMBRE del 2019

[Signature] col 3044 [Signature] col 1938
[Signature] col 2778

Dedicatorias

A mis Padres Susana y Walter, por ser mi gran apoyo durante mi vida y por su paciencia infinita que tienen conmigo.

A mi tía Elvira y a mi tío Zacarías, por ayudarme desinteresadamente en todo momento; a mi prima Joyce que desde que empecé este reto celebro conmigo y siempre está dispuesta a ayudarme y a mi ahijado Miguel, porque sé que lo vas a leer.

A mi compañero de Tesis, Valentín por su paciencia, por su apoyo, por su comprensión y entre otros motivos que lo único que generan en mí es orgullo y admiración

Susan A. Cervantes Pacori

A mis padres Valentín y María, por su constante apoyo y amor incondicional, por haberme guiado siempre y que hicieron todo para que yo pudiera lograr mis metas.

A mis hermanos, Orlin y Katty, que siempre me apoyan cuando más los necesito y son mis modelos a seguir adelante.

A mi gran compañera de tesis Susan, por haberme acompañado siempre, que gracias a su apoyo constate, esfuerzo, paciencia y conocimientos permitieron culminar la investigación.

Valentín Gustavo Pilco Soto

Agradecimientos

Al Ing. Enrique A. Ugarte Calderón por confiar en esta idea desde un inicio y darnos su apoyo con diversos consejos; al Ing. Rubén Gamarra Tuco por sus consejos e ideas para este trabajo.

Al Ing. Isaac León que nos colaboró con la realización de un ensayo en el momento crítico.

A mis padres, Susana y Walter que me apoyaron moralmente y económicamente durante este proceso.

A mi compañero de tesis, Valentín que complementa este trabajo con su inteligencia y conocimiento.

Susan A. Cervantes Pacori

Agradecer a Dios, que a pesar de las dificultades que nos da la vida, nos guía para seguir adelante.

A nuestro asesor, Ing. Enrique Ugarte Calderón, por su apoyo incondicional y asesoramiento permitieron elaborar y culminar la investigación.

A nuestra alma Mater, Universidad Católica de Santa María que nos inculcaron valores y conocimientos a lo largo de nuestra vida universitaria.

Al Ing. Rubén Gamarra Tuco, por brindarnos sus consejos y conocimientos en la ejecución de la investigación.

Al Ing. Luis Alberto, por sus consejos brindados y por guiarnos técnicamente en laboratorio.

Al Ing. Juan Manuel Choque, por los consejos y apoyo brindado.

A la vidriería FUKURAWA y al maestro Flavio, por el apoyo brindado en la recolección de vidrio.

A mis familiares, por brindarme las facilidades en la ejecución de la investigación.

Valentín Gustavo Pilco Soto

RESUMEN

La presente investigación titulada “Determinar la influencia de la adición de vidrio tipo Sodo Cálxico molido y triturado en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto tipo I y II para pavimentos en la ciudad de Arequipa”, donde se realizara el diseño y elaboración de adoquines de concreto para pavimentos de manera manual adicionando vidrio tipo Sodo Cálxico, el cual permitirá mejorar las propiedades mecánicas del adoquín de concreto el cual es usado para el tránsito peatonal y vehicular en la ciudad de Arequipa.

Se realiza el diseño de mezcla para las resistencias del adoquín tipo I de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ y adoquín tipo II de $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ utilizando las metodologías de diseño de ACI, Walker, Modulo de Fineza y Vitervo O'Reilly, de las cuales es determino como diseño base este último ya que nos brindaba una dosificación adecuada para un adoquín.

El agregado fino y grueso utilizados en los diseños provienen de la cantera de “Chiguata” y “La Poderosa” respectivamente, los retazos de vidrio reciclado para nuestro uso fueron proveídos por la vidriería “FUKURAWA” que son vidrios de construcción.

Para cada tipo de adoquín se elaboraron diseños con vidrio molido y vidrio triturado para diversos porcentajes establecidos, se realiza los ensayos correspondientes en estado fresco y endurecido al concreto para adoquines para el cual, se determinó el porcentaje óptimo que mejore la resistencia a compresión y su resistencia a la abrasión o desgaste del adoquín de concreto.

Se analizó la reactividad Alkali-Silice del vidrio tipo Sodo Cálxico molido y triturado para determinar si es potencialmente reactivo con el cemento Yura IP que se usó para el concreto.

Se analizó el costo – beneficio de los porcentajes óptimos para cada tipo de adoquín a fin de determinar la factibilidad del uso de adoquines con adición de vidrio triturado y molido para que así sean usados para los pavimentos y cuidado del medio ambiente de la “Ciudad Blanca” de Arequipa.

Palabras Clave: Resistencia a la compresión, Resistencia al Desgaste, Reactividad Alkali-Silice, Vidrio Sodo Cálxico.

ABSTRACT

This research entitled "Determine the influence of the addition of ground and crushed Calcium Sode glass on the mechanical properties of concrete pavers type I and II for pavements in the city of Arequipa", where the design and development of cobble is carried out concrete for pavements manually adding glass type Calcium Sodo, which can improve the mechanical properties of concrete paving which is used for pedestrian and vehicular traffic in the city of Arequipa.

The mixing design is made for the resistance of type I cobble of $f'c = 320 \text{ kg / cm}^2$ and type II cobble of $f'c = 420 \text{ kg / cm}^2$ using the design methodologies of ACI, Walker, Fineza Module and Vitervo O'Reilly, of which the latter is determined as a base design as it provides us with a suitable dosage for a cobblestone.

The fine and coarse aggregate used in the designs come from the stonework of "Chiguata" and "La Poderosa" respectively, the scraps of recycled glass for our use were provided by the "FUKURAWA" glass that are construction glass.

For each type of cobble unit, designs were made with ground glass and crushed glass for various established percentages, the corresponding tests are carried out in a fresh and durable state to the concrete for pavers for which, the optimum percentage that improves the compressive strength was determined and its resistance to abrasion or wear of the concrete paver.

The Alkali-Silice reactivity of ground and crushed Calcium Sode glass was analyzed to determine if it is potentially reactive with the Yura IP cement used for concrete.

The cost - benefit of the optimal percentages for each type of paving cobble was analyzed in order to determine the feasibility of using pavers with crushed and ground glass variation so that they are used for the pavements and environmental care of the "White City "from Arequipa.

Keywords: Compressive strength, Wear resistance, Alkali-Silicon reactivity, Calcium Soda glass.

INTRODUCCIÓN

En estos últimos años se está dando un incremento en el uso de adoquines de concreto en la ciudad de Arequipa, ya sea para uso arquitectónico o para pavimentos. El concreto por ser un material predominante en la industria de la construcción, es investigado constantemente para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas pero el concreto aplicado a los adoquines tiene poca tendencia a ser investigado, motivo por el cual esta investigación busca determinar cómo influye la adición de vidrio tipo Sodo Cálculo en las propiedades del adoquín de concreto para pavimento.

En la ciudad de Arequipa se comercializa dos tipos de adoquines, los cuales son los que tienen mayor demanda en el mercado, el adoquín tipo I de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ y adoquín tipo II de $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, que serán los diseños a evaluar.

Existen varios métodos de diseño de mezclas y se determinara el diseño que brinde la dosificación adecuada para un adoquín ya que no se cuenta con norma nacional que brinde dichos parámetros por lo cual la investigación se basara en procesos empíricos.

Actualmente se busca mejorar cada material y el concreto no es una excepción, ya que se realizan investigación para evaluar la influencia mediante la adición de materiales reciclados con el fin de reducir el impacto ambiental de estos tiempos.

El vidrio tipo Sodo Cálculo, es el vidrio usado en la industria de la construcción y sus desperdicios son desechados como basura común por las vidrierías y por ser un material que tiene un extendido tiempo de biodegradación se plantea ser usado como un componente adicionado en diversos porcentajes en la mezcla de adoquines de concreto por presentar propiedades mecánicas y propiedades puzolanicas.

INDICE GENERAL

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
CAPITULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO-OPERACIONAL	1
1.1. Título de la Investigación.....	1
1.2. Problema de investigación	1
1.2.1. Enunciado del problema	1
1.2.2. Descripción del problema	1
1.3. Justificación de la investigación	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Secundarios	3
1.5. Alcance.....	4
1.6. Hipótesis.....	4
1.7. Variables	4
1.7.1. Variables Dependientes	4
1.7.2. Variables Independientes	5
1.8. Tipo de investigación	5
1.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	5
1.10. Campo de Verificación	6
1.10.1. Ubicación espacial	6
1.10.2. Ubicación espacial	6
1.11. Referencias Normativas	6
1.11.1. Marco Normativo.....	6
1.11.2. Marco Normativo.....	8
1.12. Limitantes.....	8
CAPITULO II.....	9
2. MARCO TEORICO.....	9
2.1. Estado del Arte.....	9

2.1.1.	Primer antecedente.....	9
2.1.2.	Segundo antecedente.....	10
2.1.3.	Tercer antecedente	11
2.2.	Bases teóricas de la investigación	11
2.2.1.	Pavimento	11
2.2.1.1.	Características.....	11
2.2.1.2.	Clasificación de pavimentos	12
2.2.1.3.	Factores a considerar en un diseño de pavimentos	13
2.2.2.	El adoquín	14
2.2.2.1.	Clasificación	15
2.2.2.2.	Requisitos del adoquín.....	15
2.2.2.3.	Ventajas de la pavimentación de adoquines	17
2.2.2.4.	Desventajas de la pavimentación con adoquines.....	18
2.2.3.	El Vidrio	19
2.2.3.1.	Clasificación	20
2.2.3.2.	Reciclaje del vidrio	20
2.2.3.3.	Vidrio molido y triturado.....	21
2.2.4.	El Concreto	22
2.2.4.1.	Clasificación	22
2.2.4.2.	Propiedades del concreto	23
2.2.4.3.	Ensayos al concreto fresco.....	25
2.2.4.4.	Ensayos a los Adoquines de concreto.....	27
2.2.4.5.	Reacción Alkali - Silice	29
2.2.5.	Componentes del Concreto	32
2.2.5.1.	Cemento.....	32
2.2.5.2.	Agregado fino	33
2.2.5.3.	Agregado Grueso	34
2.2.5.4.	Agua.....	36
2.2.5.5.	Aditivos.....	36

2.2.6.	Ensayos de los agregados.	36
2.2.6.1.	Análisis Granulométrico	36
2.2.6.2.	Procedimiento para la determinación del valor de azul de metileno de la fracción que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200)	37
2.2.6.3.	Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso	39
2.2.6.4.	Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos	40
2.2.6.5.	Peso Unitario Suelto y Compactado	41
2.2.6.6.	Contenido de Humedad	42
2.2.6.7.	Abrasión en la Máquina de los Ángeles	43
2.2.7.	Ensayo al Cemento.	44
2.2.7.1.	Método de ensayo para determinar la reactividad potencial alcalina de agregados. Método de la barra de mortero.....	44
2.2.7.2.	Método de Prueba Estándar para Determinar la Potencial Reactividad Alcalino-Sílice de Combinaciones de Materiales Cementicios y Agregados (Método de Barra de Mortero Acelerado)	44
2.2.8.	Métodos de diseño de Mezclas de Concreto.....	45
2.2.8.1.	Método del Comité 211 del ACI	45
2.2.8.2.	Método Walker	52
2.2.8.3.	Método del Módulo de Finura de la combinación de agregados... ..	54
2.2.8.4.	Método de Diseño Vitervo O'Reilly.....	57
2.2.9.	Plan de Seguridad	58
CAPITULO III		62
3.	PROCESO DE PRODUCCION Y CARACTERZACION DE MATERIALES	62
3.1.	Proceso de Producción de Adoquines	62
3.1.1.	Recolección de Materiales.	63
3.1.2.	Propiedades de los agregados y del vidrio.....	63
3.1.3.	Diseños de Mezclas.	63
3.1.4.	Mezclados de material.	63
3.1.5.	Moldeado y Compactado.	64

3.1.6.	Inspección.....	64
3.1.7.	Curado.....	65
3.1.8.	Ensayos Endurecidos.....	65
3.2.	Propiedades de los Agregados	66
3.2.1.	Granulometría de los Agregados	66
3.2.1.1.	Agregado Grueso.....	66
3.2.1.2.	Agregado Fino.....	68
3.2.2.	Ensayo azul de metileno de la fracción que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200)	70
3.2.3.	Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos.....	71
3.2.4.	Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos.....	72
3.2.5.	Peso Unitario Suelto y Compactado	73
3.2.5.1.	Agregado Grueso	73
3.2.5.2.	Agregado Fino	73
3.2.6.	Peso Unitario Suelto y Compactado de la combinación de agregados.....	74
3.2.7.	Contenido de Humedad	76
3.2.8.	Desgaste de Agregado Grueso.....	76
3.3.	Producción de Vidrio Molido	77
2.3.1.	Proceso de recolección y liberación de impurezas	77
2.3.2.	Trituración del Vidrio y Selección.....	78
2.3.3.	Ensayos al vidrio molido y triturado.....	78
2.3.3.1.	Granulometría del vidrio.....	79
2.3.3.2.	Peso Específico y absorción del vidrio	82
3.4.	Escenarios para el diseño con vidrio.....	84
2.3.4.	Escenario con Vidrio Triturado Fino (VTF).....	84
2.3.5.	Escenario con Vidrio Triturado Grueso (VTG).....	84
2.3.6.	Escenario con Vidrio Molido en Reemplazo del cemento (VMR).....	84
2.3.7.	Escenario con Vidrio Molido Añadido (VMA).....	84
CAPITULO IV		85
4.	DESCRIPCION DE LAS METODOLOGIAS DE DISEÑO	85
4.1.	Método de Diseño de Mezcla del Comité 211 del ACI.....	86

4.1.1.	Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín Tipo I.....	86
4.1.2.	Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín Tipo II	89
4.2.	Método de Diseño de Mezcla Walker	90
4.2.1.	Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín Tipo I.....	90
4.2.2.	Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín Tipo II	93
4.3.	Método de Modulo de Finura de la Combinación de Agregados	94
4.3.1.	Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín Tipo I.....	94
4.3.2.	Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín Tipo II	98
4.4.	Método de Diseño Vitervo O'Reilly	99
4.4.1.	Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín Tipo I.....	99
4.4.2.	Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín Tipo II	102
4.5.	Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Triturado Fino para Adoquín Tipo I de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	103
4.5.1.	Diseño con incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados.....	104
4.5.2.	Diseño con incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados.....	105
4.5.3.	Diseño con incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados.....	106
4.5.4.	Diseño con incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados.....	108
4.6.	Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Triturado Fino para Adoquín Tipo II de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	109

4.6.1. Diseño con incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados.....	109
4.6.2. Diseño con incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados.....	110
4.6.3. Diseño con incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados.....	112
4.6.4. Diseño con incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados.....	113
4.7. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Molido sustituyendo el cemento en Adoquín Tipo I de $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$	115
4.7.1. Diseño de Mezcla reemplazando el 15% del cemento con Vidrio Molido	115
4.7.2. Diseño de Mezcla reemplazando el 20% del cemento con Vidrio Molido	116
4.7.3. Diseño de Mezcla reemplazando el 25% del cemento con Vidrio Molido	117
4.7.4. Diseño de Mezcla reemplazando el 30% del cemento con Vidrio Molido	118
4.8. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Molido sustituyendo el cemento en Adoquín Tipo II de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	120
4.8.1. Diseño de Mezcla reemplazando al 15% del cemento con Vidrio Molido	120
4.8.2. Diseño de Mezcla reemplazando al 20% del cemento con Vidrio Molido	121
4.8.3. Diseño de Mezcla reemplazando al 25% del cemento con Vidrio Molido	123
4.8.4. Diseño de Mezcla reemplazando al 30% del cemento con Vidrio Molido	124
4.9. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Molido adicionado en Adoquín Tipo II de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	125
4.9.1. Diseño de Mezcla adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al peso del cemento.....	125
4.9.2. Diseño de Mezcla adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al peso del cemento.....	127
4.9.3. Diseño de Mezcla adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al peso del cemento.....	128
4.10. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Molido adicionado en Adoquín Tipo II de $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	129
4.10.1. Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al peso del cemento.....	129

4.10.2. Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al peso del cemento.....	131
4.10.3. Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al peso del cemento.....	132
4.11. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Triturado Grueso para Adoquín Tipo II de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	133
4.11.1. Diseño con reemplazo de 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso.....	134
4.11.2. Diseño con reemplazo de 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso.....	135
4.11.3. Diseño con reemplazo de 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso.....	136
4.12. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Triturado Grueso para Adoquín Tipo II de $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	138
4.12.1. Diseño con reemplazo de 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso.....	138
4.12.2. Diseño con reemplazo de 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso.....	139
4.12.3. Diseño con reemplazo de 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso.....	140
4.12.4. Resumen de los Diseños.....	142
4.12.4.1. Diseños para el Adoquín Tipo I $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	142
4.12.4.2. Diseños para el Adoquín Tipo II $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	142
CAPITULO V.....	161
5. ENSAYOS DE DESEMPEÑO DE LA MEZCLA FRESCA Y ENDURECIDA... 161	
5.1. Ensayos al Concreto Fresco.....	161
5.1.1. Temperatura del Concreto Fresco.....	161
5.1.2. Slump del Concreto Fresco.....	162
5.1.3. Peso Unitario y Rendimiento.....	163
5.1.3.1. Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Generales sin Vidrio.....	163

5.1.3.2. Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$).....	163
5.1.3.3. Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$).....	164
5.2. Ensayos a Concreto Endurecido.....	166
5.2.1. Tolerancia Dimensional.....	166
5.2.2. Densidad del concreto del Adoquín.....	168
5.2.2.1. Densidades de los Adoquines Generales sin Vidrio	168
5.2.2.2. Densidades del Adoquín Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)	169
5.2.2.3. Densidades del Adoquín Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)	172
5.2.3. Absorción del Adoquín.....	175
5.2.3.1. Absorción de los Adoquines Generales sin Vidrio.....	175
5.2.3.2. Absorción Adoquines Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$).....	175
5.2.3.3. Absorción Adoquines Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)	179
5.2.4. Resistencia a la Compresión.....	182
5.2.4.1. Resistencia a Compresión de Adoquines sin vidrio	182
5.2.4.2. Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)	183
5.2.4.3. Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)	187
5.2.5. Resistencia al Desgaste.....	191
5.2.5.1. Desgaste en Adoquines sin vidrio.....	191
5.2.5.2. Desgaste en Adoquines Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)	192
5.2.5.3. Desgaste en Adoquines Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$).....	194
5.2.6. Ensayos al Cemento de Reactividad Alkali-Silice.....	196
5.2.6.1. Reactividad álcali sílice del agregado fino y vidrio.....	196
5.2.7. Reactividad Alcalino-Sílice de Combinaciones de Materiales Cementicos y Agregados	198
CAPITULO VI.....	200
6. RESULTADOS Y ANALISIS.....	200

6.1.	Propiedades de los Agregados y del Vidrio	200
6.1.1.	Granulometría	200
6.1.1.1.	Agregado Grueso	200
6.1.1.2.	Agregado Fino	200
6.1.1.3.	Vidrio	200
6.1.2.	Ensayo de Azul de Metileno	202
6.1.3.	Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso y Vidrio	202
6.1.3.1.	Peso Específico de la Masa	202
6.1.3.2.	Peso Específico de masa Saturada Superficialmente Seco	203
6.1.3.3.	Peso Específico Aparente	204
6.1.3.4.	Absorción	204
6.1.4.	Gravedad Especifica y Absorción de Agregado Fino y Vidrio	205
6.1.4.1.	Gravedad Especifica de Masa	205
6.1.4.2.	Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seco	205
6.1.4.3.	Gravedad Especifica Aparente	206
6.1.4.4.	Absorción	207
6.1.5.	Peso Unitario Suelto y Compactado	207
6.1.5.1.	Peso unitario Suelto de los Agregados	207
6.1.5.2.	Peso Unitario Compactado de los Agregados	207
6.2.	Metodología de Diseño	208
6.2.1.	Comparación de la Relación Ag. Fino / Ag. Grueso en los Diseños sin Vidrio	208
6.2.2.	Variación Agua-Cemento (a/c)	209
6.2.2.1.	Adoquín Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)	209
6.2.2.2.	Adoquín Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)	210
6.3.	Ensayos al Concreto Fresco	211
6.3.1.	Temperatura	211
6.3.2.	Peso Unitario y Rendimiento	212
6.4.	Ensayos al Concreto Endurecido	215

6.4.1.	Tolerancia Dimensional	215
6.4.1.1.	Adoquines Tipo I (6 cm).....	215
6.4.1.2.	Adoquines Tipo II (8 cm)	217
6.4.2.	Densidad	219
6.4.3.	Absorción.....	221
6.4.4.	Resistencia a la Compresión	224
6.4.4.1.	Adoquines Tipo I ($f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$)	224
6.4.4.2.	Adoquines Tipo II ($f^c = 420 \text{ kg/cm}^2$)	228
6.4.5.	Resistencia al Desgaste	232
6.4.5.1.	Adoquines Tipo I ($f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$)	232
6.4.5.2.	Adoquines Tipo II ($f^c = 420 \text{ kg/cm}^2$)	236
6.4.6.	Reacción Alkali-Silice	240
6.4.6.1.	Mortero con Vidrio y Agregado	240
6.4.6.2.	Mortero con Adición de Vidrio Molido.....	241
6.5.	Comparación de Diseños Óptimos.....	243
6.6.	Análisis de Costos	245
6.6.1.	Adoquines Tipo I ($f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$).....	247
6.6.2.	Adoquines Tipo II ($f^c = 420 \text{ kg/cm}^2$)	249
6.6.3.	Análisis de costos.....	251
6.7.	Costo – Beneficios	252
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	254
7.1.	CONCLUSIONES	254
7.2.	RECOMENDACIONES	259
	REFERENCIAS	261
	ANEXOS	265

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Tolerancia dimensional	15
Tabla N° 2 Espesor Nominal y Resistencia a la Compresión.....	16
Tabla N° 3 Porcentaje de absorción del adoquín	16
Tabla N° 4 Gradación del Agregado para mortero de barras.	30
Tabla N° 5 Clasificación del Cemento Portland	33
Tabla N° 6 Adicionados de Cemento Portland.....	33
Tabla N° 7 Requisitos Granulometría del Agregado Fino.....	34
Tabla N° 8 Requisitos Granulométricos de Agregado Grueso	35
Tabla N° 9 Comportamiento de la mezcla de acuerdo al Valor de Azul de Metileno.....	38
Tabla N° 10 Gradación de las muestras para el ensayo de Abrasión.....	43
Tabla N° 11 Factor de Corrección.	47
Tabla N° 12 Resistencia a la Compresión Promedio.....	47
Tabla N° 13 Asentamiento por Tipo de Construcción.....	48
Tabla N° 14 Volumen Unitario de Agua.	49
Tabla N° 15 Contenido de Aire Atrapado	49
Tabla N° 16 Relación Agua-Cemento por Resistencia.....	50
Tabla N° 17 Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto	51
Tabla N° 18 Volumen Unitario de Agua Sin Aire Incorporado	53
Tabla N° 19 Porcentaje de Agregado Fino	54
Tabla N° 20 Modulo de Fineza de la Combinación de Agregados	56
Tabla N° 21 Formato IPERC Continuo	59
Tabla N° 22 Matriz de Evaluación de Riesgos IPERC continuo.....	59
Tabla N° 23 Descripción de Matriz IPERC Continuo	59
Tabla N° 24 Matriz IPERC Continuo del Manejo de Vidrio Triturado y Molido.....	60
Tabla N° 25 Análisis Granulométrico para la Piedra Chancada 3/8"	66
Tabla N° 26 Análisis Granulométrico del Agregado Fino.....	68
Tabla N° 27 Calculo de Valor de azul de metileno	70
Tabla N° 28 Pesos Específicos y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.....	71
Tabla N° 29 Gravedad Especifica del Agregado Fino y Porcentaje de Absorción	72
Tabla N° 30 Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....	73
Tabla N° 31 Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.....	73
Tabla N° 32 Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.....	73

Tabla N° 33	Peso Unitario Compactado del Agregado Fino	74
Tabla N° 34	P.U.S. y C. de la Combinación de los Agregados en Diferentes Proporciones	75
Tabla N° 35	Contenido de Humedad de los Agregados	76
Tabla N° 36	Resultado de Resistencia a la Abrasión y al Desgaste	76
Tabla N° 37	Análisis Granulométrico del vidrio molido pasante malla 3/8”	79
Tabla N° 38	Granulometría del Vidrio Triturado Fino	80
Tabla N° 39	Granulometría del Vidrio Grueso.....	81
Tabla N° 40	Peso Específico y Absorción del Vidrio Triturado Grueso	83
Tabla N° 41	Peso Específico y Absorción del Vidrio Triturado Fino	83
Tabla N° 42	Resumen de Propiedades de los Agregados Grueso y Fino	85
Tabla N° 43	Proporciones de Diseño Método ACI $f'c=320\text{kg/cm}^2$	88
Tabla N° 44	Diseño de Mezcla Método ACI $f'c=420\text{kg/cm}^2$	89
Tabla N° 45	Proporciones de Diseño Método ACI $f'c=420\text{kg/cm}^2$	90
Tabla N° 46	Proporciones de Diseño Método Walker $f'c=320\text{kg/cm}^2$	93
Tabla N° 47	Diseño de mezcla Método Walker $f'c=420\text{kg/cm}^2$	93
Tabla N° 48	Proporciones de Diseño Método WALKER $f'c=420\text{kg/cm}^2$	94
Tabla N° 49	Proporciones de Diseño Método Modulo de Fineza $f'c=320\text{kg/cm}^2$	97
Tabla N° 50	Diseño de Mezcla por Método de Modulo de Fineza $f'c=420\text{ kg/cm}^2$	98
Tabla N° 51	Proporciones de Diseño Método Modulo de Fineza $f'c=420\text{kg/cm}^2$	99
Tabla N° 52	Proporciones de Diseño Método de Diseño Vitervo O’Reilly $f'c=320\text{kg/cm}^2$	102
Tabla N° 53	Diseño de Mezcla Método de Diseño Vitervo O’Reilly $f'c=420\text{ kg/cm}^2$	102
Tabla N° 54	Proporciones de Diseño Método de Diseño Vitervo O’Reilly $f'c=420\text{kg/cm}^2$	103
Tabla N° 55	Propiedades de los Materiales I.....	103
Tabla N° 56	Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320\text{ kg/cm}^2$	104
Tabla N° 57	Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320\text{ kg/cm}^2$	105
Tabla N° 58	Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320\text{ kg/cm}^2$	105
Tabla N° 59	Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320\text{ kg/cm}^2$	106

Tabla N° 60	Diseño de Mezcla con Incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$	106
Tabla N° 61	Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación De 25% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$	107
Tabla N° 62	Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$	108
Tabla N° 63	Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$	109
Tabla N° 64	Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	109
Tabla N° 65	Proporciones de Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	110
Tabla N° 66	Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	110
Tabla N° 67	Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	112
Tabla N° 68	Diseño de Mezcla con Incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	112
Tabla N° 69	Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	113
Tabla N° 70	Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	113
Tabla N° 71	Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	114
Tabla N° 72	Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	115
Tabla N° 73	Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	116
Tabla N° 74	Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	116
Tabla N° 75	Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	117
Tabla N° 76	Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	117

Tabla N° 77 Proporciones Del Diseño De Mezcla Reemplazando El 25% Del Cemento Con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	118
Tabla N° 78 Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	118
Tabla N° 79 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	120
Tabla N° 80 Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	120
Tabla N° 81 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	121
Tabla N° 82 Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	121
Tabla N° 83 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	122
Tabla N° 84 Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	123
Tabla N° 85 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	124
Tabla N° 86 Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	124
Tabla N° 87 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	125
Tabla N° 88 Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en Base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	125
Tabla N° 89 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	126
Tabla N° 90 Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	127
Tabla N° 91 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	128
Tabla N° 92 Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	128
Tabla N° 93 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	129

Tabla N° 94 Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	129
Tabla N° 95 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c =420 \text{ kg/cm}^2$	130
Tabla N° 96 Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	131
Tabla N° 97 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c =420 \text{ kg/cm}^2$	132
Tabla N° 98 Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al peso del Cemento $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	132
Tabla N° 99 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c =420 \text{ kg/cm}^2$	133
Tabla N° 100 Propiedades de los Materiales II	133
Tabla N° 101 Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	134
Tabla N° 102 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	135
Tabla N° 103 Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	135
Tabla N° 104 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	136
Tabla N° 105 Diseño de Mezcla Reemplazando el 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	136
Tabla N° 106 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c =320 \text{ kg/cm}^2$	137
Tabla N° 107 Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c =420 \text{ kg/cm}^2$	138
Tabla N° 108 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c =420 \text{ kg/cm}^2$	139
Tabla N° 109 Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c =420 \text{ kg/cm}^2$	139
Tabla N° 110 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c =420 \text{ kg/cm}^2$	140

Tabla N° 111 Diseño de Mezcla Reemplazando el 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	140
Tabla N° 112 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	142
Tabla N° 113 Resumen del Diseño de Mezcla Método ACI $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	143
Tabla N° 114 Resumen del Diseño de Mezcla Método WALKER $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	143
Tabla N° 115 Resumen del Diseño de Mezcla Método Modulo de Fineza $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	144
Tabla N° 116 Resumen del Diseño de Mezcla Método Vitervo O'reilly $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	144
Tabla N° 117 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	145
Tabla N° 118 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	145
Tabla N° 119 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino, $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	146
Tabla N° 120 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	146
Tabla N° 121 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	147
Tabla N° 122 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	147
Tabla N° 123 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	148
Tabla N° 124 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	148
Tabla N° 125 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en Base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	149
Tabla N° 126 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	149
Tabla N° 127 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	150
Tabla N° 128 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	150

Tabla N° 129 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	151
Tabla N° 130 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	151
Tabla N° 131 Resumen del Diseño de Mezcla Método ACI $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	152
Tabla N° 132 Resumen del Diseño de Mezcla Método WALKER $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	152
Tabla N° 133 Resumen del Diseño de Mezcla Método Modulo De Fineza $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	153
Tabla N° 134 Resumen del Diseño de Mezcla Método Vitervo O'Reilly $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	153
Tabla N° 135 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	154
Tabla N° 136 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	154
Tabla N° 137 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino, $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	155
Tabla N° 138 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	155
Tabla N° 139 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	156
Tabla N° 140 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	156
Tabla N° 141 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	157
Tabla N° 142 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	157
Tabla N° 143 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	158
Tabla N° 144 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	158
Tabla N° 145 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	159
Tabla N° 146 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	159

Tabla N° 147 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	160
Tabla N° 148 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	160
Tabla N° 149 Temperaturas de Diseños Generales	161
Tabla N° 150 Temperaturas de Concreto Fresco de Resistencia 320 kg/cm^2	161
Tabla N° 151 Temperaturas de Concreto Fresco de Resistencia 420 kg/cm^2	162
Tabla N° 152 Peso Unitario y Rendimiento de los Métodos de Diseño Generales sin Vidrio	163
Tabla N° 153 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino	163
Tabla N° 154 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido en reemplazo del cemento	164
Tabla N° 155 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Añadido	164
Tabla N° 156 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso	164
Tabla N° 157 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino	164
Tabla N° 158 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido en reemplazo del cemento	165
Tabla N° 159 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Añadido.....	165
Tabla N° 160 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso	165
Tabla N° 161 Variación Dimensional de los Adoquines sin Vidrio.....	166
Tabla N° 162 Variación Dimensional de los Adoquines Tipo I.....	166
Tabla N° 163 Variación Dimensional de los Adoquines Tipo II.....	167
Tabla N° 164 Densidad de Adoquines Generales sin Vidrio.....	168
Tabla N° 165 Densidad de Adoquines Tipo I Diseño Patrón	169
Tabla N° 166 Densidad de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino	169
Tabla N° 167 Densidad de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido en reemplazo del cemento	170
Tabla N° 168 Densidad de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Añadido	171

Tabla N° 169 Densidad de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso	171
Tabla N° 170 Densidad de Adoquines Tipo II Diseño Patrón.....	172
Tabla N° 171 Densidad de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino.....	172
Tabla N° 172 Densidad de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido en reemplazo del cemento	173
Tabla N° 173 Densidad de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Añadido.....	174
Tabla N° 174 Densidad de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso.....	174
Tabla N° 175 Absorción de Adoquines Generales sin Vidrio	175
Tabla N° 176 Absorción del Diseño Patrón del Adoquín Tipo I.....	175
Tabla N° 177 Absorción de los Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino	176
Tabla N° 178 Absorción de los Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Reemplazado	177
Tabla N° 179 Absorción de Adoquines de Tipo I con Vidrio Molido Adicionado	178
Tabla N° 180 Absorción de los Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso.....	178
Tabla N° 181 Absorción del Diseño Patrón del Adoquín Tipo II	179
Tabla N° 182 Absorción de los Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino.....	179
Tabla N° 183 Absorción de los Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Reemplazado	180
Tabla N° 184 Absorción de Adoquines de Tipo II con Vidrio Molido Adicionado	181
Tabla N° 185 Absorción de los Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino.....	181
Tabla N° 186 Resistencias a la Compresión de Adoquines sin Vidrio.....	182
Tabla N° 187 Variación en porcentajes respecto a su f'_{cr}	182
Tabla N° 188 Resistencia a la Compresión, Adoquín Tipo I con Vidrio Triturado Fino.	183
Tabla N° 189 Variación en porcentajes respecto a su $f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$ para adoquines con Vidrio Triturado Fino.....	183
Tabla N° 190 Resistencia a la Compresión, Adoquín Tipo I con Vidrio Molido en reemplazo del cemento	184
Tabla N° 191 Variación en porcentajes respecto a su $f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$ para adoquines con Vidrio Molido en Reemplazo del cemento	184
Tabla N° 192 Resistencia a Compresión, Adoquín Tipo I con Vidrio Molido Adicionado	185
Tabla N° 193 Variación en porcentajes respecto a su $f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$ para adoquines con Vidrio Molido Añadido.....	185
Tabla N° 194 Resistencia a la Compresión, Adoquín Tipo I con Vidrio Triturado Grueso	186

Tabla N° 195 Variación en porcentajes respecto a su $f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$ para adoquines con Vidrio Triturado Grueso	186
Tabla N° 196 Resistencia a la Compresión, Adoquín Tipo II con Vidrio Triturado Fino	187
Tabla N° 197 Variación en porcentajes respecto a su $f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$ para adoquines con Vidrio Triturado Fino.....	187
Tabla N° 198 Resistencia a Compresión, Adoquín Tipo II con Vidrio Molido a reemplazo del cemento	188
Tabla N° 199 Variación en porcentajes respecto a su $f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$ para adoquines con Vidrio Triturado Molido en Reemplazo al cemento	188
Tabla N° 200 Resistencia a Compresión, Adoquín Tipo II con Vidrio Molido Adicionado	189
Tabla N° 201 Variación en porcentajes respecto a su $f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$ para adoquines con Vidrio Molido Añadido.....	189
Tabla N° 202 Resistencia a Compresión, Adoquín Tipo II con Vidrio Triturado Grueso	190
Tabla N° 203 Variación en porcentajes respecto a su $f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$ para adoquines con Vidrio Triturado Grueso	190
Tabla N° 204 Desgaste de Adoquines sin Vidrio en su Diseño.....	191
Tabla N° 205 Desgaste de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino.....	192
Tabla N° 206 Desgaste de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido en Reemplazo al cemento	192
Tabla N° 207 Desgaste de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Añadido.....	193
Tabla N° 208 Desgaste de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso.....	193
Tabla N° 209 Desgaste en Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino.....	194
Tabla N° 210 Desgaste de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Molido en reemplazo del cemento	194
Tabla N° 211 Desgaste de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Añadido	195
Tabla N° 212 Desgaste de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso	195
Tabla N° 213 Proporciones de Diseño de Mortero con Vidrio y Agregado Fino.....	196
Tabla N° 214 Graduación del vidrio y Agregado Fino.....	196
Tabla N° 215 Proporción de la solución de hidróxido.....	197
Tabla N° 216 Variación Longitudinal de Barras de Mortero con Vidrio Triturado (MCV)	197
Tabla N° 217 Variación Longitudinal de Barras de Mortero Normal (MN)	197

Tabla N° 218 Comparación de las Variaciones de los morteros con agregado fino y vidrio	198
Tabla N° 219 Proporciones de Diseño de Mortero Normal con adición de calcin.....	198
Tabla N° 220 Variación Longitudinal de Barras de Mortero con adición de Calcin.....	199
Tabla N° 221 Comparación de las Variaciones de los morteros Normal y con Adición de Calcin	199
Tabla N° 222 Porcentajes con mejores resultados para cada diseño	243
Tabla N° 223 Análisis de Costo Unitario para Habilitación de Vidrio Triturado Fino	245
Tabla N° 224 Análisis de Costo Unitario para Habilitación de Vidrio Triturado Grueso	246
Tabla N° 225 Análisis de Costo Unitario para Habilitación de Vidrio Triturado Molido	246
Tabla N° 226 Análisis de Costo Unitario para Patrón I.....	247
Tabla N° 227 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión y Desgaste de Vidrio Triturado Fino	247
Tabla N° 228 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión de Vidrio Triturado Grueso.....	247
Tabla N° 229 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Desgaste de Vidrio Triturado Grueso	248
Tabla N° 230 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión con Vidrio Molido a Reemplazo.....	248
Tabla N° 231 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Desgaste con Vidrio Molido al Reemplazo	248
Tabla N° 232 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión con Vidrio Molido Añadido.....	249
Tabla N° 233 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Desgaste con Vidrio Molido Añadido.....	249
Tabla N° 234 Análisis de Costo Unitario para Patrón II	249
Tabla N° 235 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión y Desgaste de Vidrio Triturado Fino	250
Tabla N° 236 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión y Desgaste de Vidrio Triturado Grueso	250
Tabla N° 237 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión y Desgaste de Vidrio Molido a Reemplazo	250
Tabla N° 238 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión y Desgaste con Vidrio Molido Añadido	251

Tabla N° 239 Medición de Beneficio de la Resistencia a Compresión , Resistencia a
Desgaste y Costos252



INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Diagrama de Proceso de Elaboración del Adoquín	62
Figura N° 2 Compactación Manual	64
Figura N° 3 Adoquín óptimo al momento de desmoldar	65
Figura N° 4 Curado de Adoquines.....	65
Figura N° 5 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	68
Figura N° 6 Análisis Granulométrico al Agregado Fino	70
Figura N° 7 Ensayo azul de metileno	70
Figura N° 8 Toma de datos de la muestra N°2 sumergida en agua.....	71
Figura N° 9 Determinación de Peso de Fiola, Agua y Agregado	72
Figura N° 10 Almacenaje del Vidrio Limpio	77
Figura N° 11 Slump de diseño oficial.....	162
Figura N° 12 Medición de asentamiento al desencofrar	163
Figura N° 13 Granulometría del vidrio	266
Figura N° 14 Ensayos al Vidrio molido.....	266
Figura N° 15 Selección de Vidrio en triturado y molido	266
Figura N° 16 Trituración de Vidrio en Chiguata	266
Figura N° 17 Mezclado manual	266
Figura N° 18 Mezcla de Agregados, cemento y calcin.....	266
Figura N° 19 Ensayo de Abrasión al Adoquín, método chorro de arena.....	266
Figura N° 20 Barras de Mortero para el horno	266
Figura N° 21 Fallas a compresión de Adoquines	266
Figura N° 22 Adoquines Tipo II.....	266
Figura N° 23 Adoquines Desgastados con Vidrio Triturado Grueso	266
Figura N° 24 Medición de Barras	266

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1 Curva Granulométrica del Agregado Grueso.....	67
Gráfico N° 2 Curva Granulométrica del Agregado Fino	69
Gráfico N° 3 Curvas de P.U.S. Y P.U.C. de la Combinación de Agregados en diferentes porcentajes	76
Gráfico N° 4 Curva Granulométrica del Vidrio.....	79
Gráfico N° 5 Granulometría del Vidrio Triturado Fino.....	80
Gráfico N° 6 Granulometría de Vidrio Triturado Grueso.....	82
Gráfico N° 7 Curvas de Resistencia a la Compresión de acuerdo a los diseños sin Vidrio	182
Gráfico N° 8 Curvas de Resistencia a la Compresión , Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino.....	183
Gráfico N° 9 Curvas de Resistencias a la Compresión de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido en reemplazo del cemento	184
Gráfico N° 10 Curvas de Resistencias a Compresión, Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Adicionado.....	185
Gráfico N° 11 Curvas de Resistencias a la Compresión de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso	186
Gráfico N° 12 Curvas de Resistencias a la Compresión de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino.....	187
Gráfico N° 13 Curvas de Resistencia a Compresión de Adoquín Tipo II con Vidrio Molido a reemplazo del cemento.....	188
Gráfico N° 14 Curvas de resistencias de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Adicionado	189
Gráfico N° 15 Curvas de Resistencia de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso	190
Gráfico N° 16 Análisis Granulométrico del Vidrio Triturado	201
Gráfico N° 17 Comparativa de Módulos de Fineza.....	202
Gráfico N° 18 Comparativa de Peso Específico en Masa del Ag. Grueso y Vidrio Grueso	203
Gráfico N° 19 Comparativa de Peso Específico Saturado Superficialmente Seco del Ag. Grueso y Vidrio Grueso.....	203
Gráfico N° 20 Comparativa de Peso Aparente del Ag. Grueso y Vidrio Grueso	204

Gráfico N° 21 Comparativa de Absorción del Ag. Grueso y Vidrio Grueso	204
Gráfico N° 22 Comparativa de Peso Específico en Masa del Ag. Fino y Vidrio Fino.....	205
Gráfico N° 23 Comparativa de Peso Específico Saturado Superficialmente Seco del Ag. Fino y Vidrio Fino	206
Gráfico N° 24 Comparativa de Peso Aparente del Ag. Fino y Vidrio Fino	206
Gráfico N° 25 Comparativa de Absorción del Ag. Fino y Vidrio Fino.....	207
Gráfico N° 26 Comparación Porcentual de Ag. Fino y Ag. Grueso.....	208
Gráfico N° 27 Variación de la Relación Agua-Cemento Adoquines Tipo I.....	210
Gráfico N° 28 Variación de la Relación Agua-Cemento Adoquines Tipo II	211
Gráfico N° 29 Comparativa de Variación de Temperatura entre Adoquines	212
Gráfico N° 30 Comparativa de Rendimientos Relativos para Adoquines Tipo I.....	213
Gráfico N° 31 Comparativa de Rendimientos Relativos para Adoquines Tipo II.....	214
Gráfico N° 32 Comparación de Variación Dimensional del Espesor y Normativa.....	215
Gráfico N° 33 Comparación de Variación del Largo Dimensional y Normativa.....	216
Gráfico N° 34 Comparación de Variación del Ancho Dimensional y Normativa.....	216
Gráfico N° 35 Comparación de Variación del Espesor Dimensional y Normativa.....	217
Gráfico N° 36 Comparación de Variación del Largo Dimensional y Normativa.....	217
Gráfico N° 37 Comparación de Variación del Ancho Dimensional y Normativa.....	218
Gráfico N° 38 Comparación de Densidades de los Diseños Generales Sin Vidrio.....	219
Gráfico N° 39 Comparaciones de Densidades de los Adoquines Tipo I.....	220
Gráfico N° 40 Comparaciones de Densidades de los Adoquines Tipo II.....	221
Gráfico N° 41 Comparación de Absorción de Adoquines sin Vidrio.....	221
Gráfico N° 42 Comparación de Absorción de Adoquines Tipo I.....	222
Gráfico N° 43 Comparación de Absorción de Adoquines Tipo II	223
Gráfico N° 44 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino	224
Gráfico N° 45 Comparación de resistencia a Compresión de Adoquines con Vidrio Triturado Grueso	224
Gráfico N° 46 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Reemplazando al cemento.....	226
Gráfico N° 47 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Añadido	227
Gráfico N° 48 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino	228

Gráfico N° 49 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso	229
Gráfico N° 50 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido en reemplazo de cemento	230
Gráfico N° 51 Comparación de Resistencia a compresión de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Añadido	231
Gráfico N° 52 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino	232
Gráfico N° 53 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso	233
Gráfico N° 54 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo I con Vidrio Molido reemplazado al cemento	234
Gráfico N° 55 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Añadido	235
Gráfico N° 56 Comparación en Desgaste de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino	236
Gráfico N° 57 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso	237
Gráfico N° 58 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo II con Vidrio Molido en reemplazo del cemento	238
Gráfico N° 59 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Añadido	239
Gráfico N° 60 Reactividad Álcali Sílice del Agregado Fino y Vidrio Triturado	241
Gráfico N° 61 Reactividad Álcali Sílice Agregado Fino y Adición de Calcin.....	242
Gráfico N° 62 Comparación de Diseños con Resistencia Optima.....	243
Gráfico N° 63 Comparación de Diseños con Resistencia al Desgaste óptimos	244
Gráfico N° 64 Análisis de costo de los diseños óptimos	251
Gráfico N° 65 Análisis de Beneficios de Resistencia a Compresión, Resistencia a Desgaste y Costo	253

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO-OPERACIONAL

1.1. Título de la Investigación

DETERMINAR DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO, MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

1.2. Problema de investigación

1.2.1. Enunciado del problema

En la ciudad de Arequipa se está dando un incremento en el uso de adoquines de concreto para pavimentos, sin embargo, existe poca tendencia a investigar sobre cómo mejorar su desempeño en el tiempo frente a la variabilidad local de cargas, clima y materiales. Además, solo se comercializa dos tipos de adoquines a los cuales se someten a dos ensayos: compresión y absorción.

1.2.2. Descripción del problema

Estos últimos años, existe un incremento en el uso de adoquines de concreto en la ciudad de Arequipa lo cual se espera que cumplan su vida útil de diseño, sin embargo, existen dos causas que producen deficiencias en el adoquín: las lluvias en la ciudad de Arequipa y el incremento del parque automotor; las lluvias en la ciudad de Arequipa es un tema que año tras año se discute, ya que estas nos demuestran las debilidades y falencias de nuestras pistas actuales, causando no solo desgaste sino también el lavado de la arena presente en las juntas del pavimento de adoquines y es que la ciudad de Arequipa no cuenta con un sistema apropiado de alcantarillado, y el incremento del parque automotor lo cual produce que la capa de rodadura este sometida a cargas vehiculares continuas lo que produce una mayor continuidad al desgaste y en donde se le ha dado mayor importancia a mejorar la resistencia a la compresión dejando de lado el tema de conservación y de manteniendo de la pavimentación articulada.

Así también se puede afirmar que en diversos distritos de la ciudad de Arequipa alegan que las implementaciones de vías adoquinadas toman un presupuesto más alto que la pavimentación asfáltica, por lo cual prescinden y optan por parchar las vías con adoquín en vez de implementarla en su totalidad.

El concreto en general es un material indispensable que constantemente se investiga para mejorar sus propiedades mecánicas, pero el concreto aplicado en los adoquines no se le da misma importancia por lo cual carece de investigaciones, pero también existe investigaciones donde se reúsan materiales de los cuales se ve por conveniente el uso del vidrio reciclado, limpio, triturado y molido, denominado Calcín. El vidrio en sí, es un material que en la ciudad de Arequipa no se lleva el control de su desecho ni tampoco es reutilizado en su totalidad, podemos encontrar en botaderos diversos residuos de vidrios, lo cual es una limitante ya que están juntos con diversos desperdicios. Sin embargo, también está el vidrio que se usa en la Construcción y el cual normalmente los centros que comercializan con este vidrio desechan sus desperdicios como basura común.

1.3. Justificación de la investigación

El aumento de la producción de adoquines de concreto implica el uso de materias primas no renovables y a su vez contaminantes. El vidrio es un elemento resistente a la corrosión lo cual implica que, al ser desechado, tiene un extendido tiempo de descomposición, de investigaciones se sabe que el vidrio molido (Calcín) presenta propiedades puzolanas, lo cual puede ser una alternativa para mejorar las propiedades del adoquín de concreto para pavimentos.

Existen investigaciones de otros países de los beneficios del vidrio molido en el concreto, cuya información es útil para su implementación ya que puede mejorar propiedades mecánicas y reducir costos.

Arequipa es una ciudad que cuya pavimentación está muy deteriorada y ciertas municipalidades han buscado la mejora con la implementación de adoquines, de las cuales podemos deducir que ha tomado cierta importancia. Así mismo en la ciudad de Arequipa se desecha a diario los residuos de vidrios de construcción y que de alguna forma no contribuye al cuidado del medio ambiente.

Es por ello que esta investigación busca demostrar de manera experimental los beneficios de reusar el vidrio en los adoquines de concreto mejorando así sus propiedades mecánicas y su desempeño en el tiempo frente a las adversidades presentes en la ciudad de Arequipa y a su vez contribuir con el cuidado del medio ambiente.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar la influencia en las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto tipo I y II mediante la adición de vidrio de tipo Sodo Cálxico molido y triturado en la ciudad de Arequipa.

1.4.2 Objetivos Secundarios

- a) Plantearse un Plan de Seguridad para mitigar riesgos en el manejo del vidrio.
- b) Realizar el diseño de mezcla para cada tipo de adoquín mediante el Método del Comité 211 del ACI, Método de WALKER, Método de Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados y Método de Vitervo O'Reilly.
- c) Establecer un método de diseño de mezcla que se acomode a los requisitos de una mezcla de concreto para adoquines.
- d) Determinar cómo varían las propiedades mecánicas y físicas del adoquín de concreto tipo I y II para diversos porcentajes de adición de vidrio molido y triturado.
- e) Determinar si el vidrio genera una reactividad Alkali-Silice en los adoquines.
- f) Comparar mediante ensayos de laboratorio las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto tipo I y II adicionado con el vidrio molido y triturado óptimos, con los adoquines convencionales tipo I y II.
- g) Determinar el porcentaje óptimo de vidrio molido y triturado que se debe adicionar en los adoquines de concreto tipo I y II para mejorar su absorción, resistencia a compresión y resistencia a la abrasión.
- h) Realizar un análisis comparativo de costos-beneficios.

1.5. Alcance

La presente investigación busca determinar la influencia de la adición de vidrio molido y triturado tipo Sodo-Cálcico en los adoquines de concreto tipo I con resistencia de 320 kg/cm^2 del espesor de 6 cm y tipo II con resistencia de 420 kg/cm^2 del espesor de 8 cm, considerados los más comerciales en la ciudad de Arequipa.

Se plantea adicionar vidrio molido en tamaño de 0.160 mm (pasante el tamiz N° 100) en porcentajes de 15%, 20% y 25% incorporado en base al peso del cemento, y 15%, 20%, 25% y 30% en reemplazo al cemento; así mismo, adicionar vidrio triturado fino cuyo diámetro es pasante el tamiz N° 8 y retenido en la N° 100, en porcentajes de 15%, 20%, 25% y 30% incorporado en base al volumen de los agregados; finalmente vidrio triturado grueso cuyo diámetro es pasante del tamiz 1/4" y retenido en la N° 8, en porcentajes de 15%, 30% y 45% en reemplazo del agregado grueso.

Los diversos porcentajes de adición de vidrio molido y triturado serán comparados con el diseño sin adición de vidrio para cada tipo de adoquín de concreto, se realizarán comparaciones de como varían sus propiedades mecánicas: absorción a la edad 28 días, resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días, y resistencia a la abrasión a la edad de 28 días.

1.6. Hipótesis

Dado que los adoquines de concreto presentan deterioro en su superficie de rodadura por elevados niveles de tránsito es probable que realizando un diseño de mezcla que incorpore vidrio reciclado molido o triturado, permita optimizar las propiedades mecánicas y durabilidad de los adoquines.

1.7. Variables

1.7.1. Variables Dependientes

- Resistencia a la Compresión
- Resistencia a la Abrasión
- Capacidad de Absorción
- Reacción Álcali-Sílice

1.7.2. Variables Independientes

- Diseños de mezcla.
- Tamaño nominal del vidrio triturado.

1.8. Tipo de investigación

Esta investigación es exploratoria y correlacionar. Existen muchas investigaciones sobre cómo mejorar las propiedades del concreto y sus diseños de mezcla, pero poco se han investigado de cómo mejorar el desempeño del concreto aplicado a los adoquines para pavimentos, de cómo puede influir el reúso de algunos materiales reciclados adicionados, en este caso el vidrio, en el concreto lo cual hace a esta investigación exploratoria. Se considera como correlacionar debido a que la investigación busca determinar la influencia entre los componentes en los diseños de mezcla y el vidrio como material reciclado para determinar su forma de comportamiento.

A su vez es cuantitativa, ya que determinaremos valores para poder comparar el adoquín de concreto con porcentaje de adicción de vidrio molido y triturado con el adoquín de concreto convencional.

Dicho trabajo se está dando en un tiempo determinado por lo cual la investigación es vertical.

1.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos para esta investigación será la experimentación en sí, ya que la fuente de datos proviene de los ensayos y experiencias realizadas bajo el entorno de un laboratorio y contaremos con la observación debido a que se buscara las influencias de usar el material reciclado (vidrio) para diversas cantidades en porcentajes establecidos que originaran las cualidades deseadas, así mismo con la guía de observación y el cuadro comparativo se podrá determinar dichas influencias.

Se evaluará el costo-beneficios de adicionar el vidrio en el concreto de un adoquín mediante análisis de costos unitarios.

Sobre el ámbito ambiental se realizará un análisis de los beneficios a través de un cuadro comparativo.

1.10. Campo de Verificación

1.10.1. Ubicación espacial

La investigación usara información de pavimentación en la ciudad de Arequipa, así como el diseño propio para los distintos tipos de adoquines según la norma peruana.

Así también el vidrio sobrante de las vidrierías del Cercado de Arequipa.

1.10.2. Ubicación espacial

La presente investigación considerara buscar información más reciente que se pueda encontrar, por ejemplo, ensayos realizados del concreto con vidrio molido del 2017, para poder ser aplicados en ensayos específicos hacia adoquines con la adición de vidrio molido para el 2019.

1.11. Referencias Normativas

1.11.1. Marco Normativo

- NTP 334.088:2015 CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto. Especificaciones. 3ª Edición (INACAL, 2015).
- NTP 334.090:2016 CEMENTOS. Cemento Pórtland adicionados. Requisitos (INACAL, 2016).
- NTP 339.035:2015 CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4a. Edición (INACAL, 2015).
- NTP 339.046:2019 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 3a Edición (INACAL, 2019).
- NTP 339.088:2014 CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland. Requisitos. 3ª Edición (revisada el 2019) (INACAL, 2014).
- NTP 339.184:2013 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 2ª Edición (revisada 2018) (INACAL, 2013).

- NTP 339.185:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2ª Edición (INACAL, 2013).
- NTP 399.611:2017 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. 3ª Edición (INACAL, 2017).
- NTP 399.604:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto (INACAL, 2002).
- NTP 399.625:2006 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para determinar la resistencia a la abrasión de adoquines de concreto mediante chorro de arena (revisada el 2015) (INACAL, 2006).
- NTP 400.010:2011 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras (revisada 2016) (INACAL, 2011).
- NTP 400.012:2013 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Edición (revisada 2018) (INACAL, 2013).
- NTP 400.017:2011 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009) (revisada 2016) (INACAL, 2011).
- NTP 400.019:2014 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. 3ª Edición (revisada 2019) (INACAL, 2014).
- NTP 400.021:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3ª Edición (revisada 2018) (INACAL, 2013).
- NTP 400.022:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3ª Edición (revisada 2018) (INACAL, 2013).
- NTP 400.037:2018 AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. 4ª Edición (INACAL, 2018).
- NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS.

1.11.2. Marco Normativo

- NTG 41002 (ASTM C305) Práctica para la mezcla mecánica de pastas de cemento hidráulico y morteros de consistencia plástica (aprobada 2019) (COGUANOR, 2013).
- NTG 41010 h14 (ASTM C1260) Mé (Dirección de Normalización - INACAL, 2015) todo de ensayo. Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice en los agregados. Método de la barra de mortero. (aprobada 2012) (COGUANOR, 2012).
- NTG 41010 h15 (ASTM C1567) Método de ensayo. Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice de combinaciones de materiales cementantes y agregados- (Método acelerado de la barra de mortero). (aprobada 2012) (COGUANOR, 2012).
- Instituto Nacional de Vías INV E-235-07 (referencia AASHTO TP 57-01 (2004)) Ensayo azul de metileno de la fracción que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200) (Instituto Nacional de Vías de Colombia, 2012).

1.12. Limitantes

- La trituración del vidrio en la máquina de los Ángeles es una producción lenta, siendo necesaria otra forma alternativa de triturar el vidrio a fin de colocarla en la máquina de los Ángeles solo para conseguir dimensiones deseadas.
- El mezclado del concreto para adoquines requiere de un equipo que trabaje con paletas horizontales, por lo cual las mezcladoras convencionales no son de ayuda.
- Para la medición de las barras cometidas al ensayo Alkali-Silice se requiere un equipo de mayor precisión para evaluar sus variaciones.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

En el presente capítulo trataremos los antecedentes del uso del vidrio molido en otras investigaciones de otros países, así como también definiciones que engloban el uso importante del adoquín de concreto y del vidrio mismo.

2.1. Estado del Arte

2.1.1. Primer antecedente

- **Título:** Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A.
- **Autor(es):** Poveda R.; Granja V.; Hidalgo D.; Ávila C.
- **Fecha:** Revista Politécnica-Febrero 2015, Vol. 35, No. 3
- **Resumen:** El primer antecedente “Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A” se enfoca en el análisis del uso del vidrio molido en reemplazo parcial de los agregados tradicionales del hormigón, para conferir propiedades superiores de resistencia al desgaste y resistencia a compresión, empleando diferentes granulometrías y dosificaciones.
- **Conclusiones:**
 - El Vidrio independientemente de su tamaño tiene un efecto positivo en la resistencia a compresión.
 - Se recomienda emplear vidrio como agregado entre el diez y veinte por ciento (10%-20%) del peso de la mezcla total, debido a que: este es el intervalo con mejor resistencia al desgaste tanto para adoquines elaborados con vidrio de granulometría fina como gruesa.
 - Se recomienda emplear vidrio como agregado entre el quince y veinticinco por ciento (15%-25%) del peso de la mezcla total, debido a que: este es el intervalo con mejor resistencia a la compresión tanto para adoquines elaborados con vidrio de granulometría fina como gruesa.
 - No se recomienda el uso de vidrio en proporciones mayores a 25% para el vidrio de grano fino y 15% para el vidrio de granulometría gruesa, debido a que: la resistencia al desgaste deja de incrementarse y el uso de

vidrio resulta más costoso que la arena (Poveda R. , Granja, Hidalgo, & Ávila, 2015).

2.1.2. Segundo antecedente

- **Título:** Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio.
- **Autor(es):** M. Rodríguez, M. Ruiz.
- **Fecha:** Revista facultad de ciencias exactas, físicas y naturales, vol. 3, no. 2, septiembre 2016.
- **Resumen:** La investigación analizó cómo afecta la incorporación de vidrio finamente molido la resistencia del hormigón y la reacción álcali-sílice de la mezcla. Se llevaron a cabo mezclas con distintos porcentajes de reemplazo de cemento. Los primeros resultados de este estudio, indican que el vidrio molido, en el tamaño utilizado (pasante la malla N°200), se comporta como una puzolana. Aunque el reemplazo de parte del cemento en la mezcla reduce su resistencia en edades tempranas, en comparación con mezclas sin vidrio, su resistencia es mayor a las esperadas para mezclas con igual contenido de cemento y el vidrio finamente molido para un tamaño de pasante la malla N°100 inhibe la reacción álcali-sílice para agregado reactivos y altamente reactivos.
- **Conclusiones:**
 - La investigación destaca las propiedades del vidrio molido (tamaño de 0.150 mm) en un 15% - 25% reemplazo del cemento ante la reactividad álcali-sílice, mostrando resultados satisfactorios de la inhibición de dicha reacción sobre agregados reactivos, los autores consideran que se requiere una mayor investigación y pruebas de laboratorio, trabajando con partículas más gruesas y con distintos contenidos de cemento, relaciones agua-cemento y condiciones de curado, para confirmar los resultados disponibles (Rodríguez & Ruiz, 2016).
 - En cuanto la resistencia a compresión, en los diseños sin vidrio alcanzó mayor resistencia que los diseños con vidrio finamente molido a edades tempranas, pero para edades tardías de 270 días el vidrio llega a

alcanzar la resistencia a compresión de los diseños sin vidrio (Rodríguez & Ruiz, 2016).

2.1.3. Tercer antecedente

- **Título:** Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca-2016.
- **Autor(es):** Guerson Misael Walhoff Tello.
- **Año de publicación:** 2017.
- **Resumen:** La investigación evalúa la resistencia a compresión de mezcla a $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con una sustitución del 5%, 10% y 15% del cemento por vidrio molido. Luego se elabora probetas con el concreto modificado. Haciendo ensayos a los 7, 14, 21 y 28 días.
- **Conclusiones:**
 - La influencia para los diseños con 5 % y 10% se ve a los 21 días, para el diseño con 15% de vidrio molido alcanza una resistencia a compresión significativa a los 14 días
 - No existe una influencia significativa en costos de fabricación, el precio aumenta de 1.52% a 4.56% del concreto convencional (Walhoff Tello, 2017).

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. Pavimento

Proviene del latín “pavimentum”, que podríamos definir como una capa horizontal, comúnmente dura y que puede ser de cualquier material, que sirve de soporte a las distintas finalidades para las cuales son construidas.

El pavimento no es sino el suelo, este término enfoca muchos aspectos, ya que existen pavimentos: arquitectónicos, viales, urbanos, rurales, etc. En lo que respecta a la ingeniería civil se la considera como una estructura vial, es decir que al decir “pavimento” nos referimos a una carretera, superficie de rodamiento que permite el tráfico de vehículos.

2.2.1.1. Características

Alfonso Montejo (1998, pág. 2) menciona las siguientes características:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente a los agentes de la intemperie.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Presentar regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- Debe ser económico.
- Poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos y ofrecer una adecuada seguridad de tránsito.

2.2.1.2. Clasificación de pavimentos

A los pavimentos se les da nombre de acuerdo con su comportamiento así tenemos a los rígidos o flexibles, y también por el material de su capa de rodadura, de esta manera se pueden encontrar varias clasificaciones, pero el Ing. Alfonso Montejo da una clasificación más acertada:

- **Pavimentos flexibles:** se caracterizan por estar conformados principalmente de una capa bituminosa, que se apoya de otras capas inferiores, no rígidas, llamadas base y subbase; sin embargo, es posible prescindirse de estas capas dependiendo de la calidad de la subrasante y de las necesidades de cada obra.

Presenta una carpeta asfáltica o capa de rodadura.

- **Pavimentos rígidos:** son aquellos que se constituyen principalmente de una capa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa y de materiales seleccionados como aglomerantes, arenas y toda clase de material granular.

El concreto hidráulico se caracteriza por tener un alto nivel de elasticidad y de resistencia a elevados esfuerzos mecánicos, catalogándolo como un pavimento duradero y eficiente.

- **Pavimento semirígido:** guarda la misma estructura del pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con aditivos como: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. Estos aditivos tienen como finalidad corregir la construcción de las capas de pavimento.
- **Pavimento articulado:** compuestos por una capa de rodadura elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Pueden ir sobre una capa delgada de arena la cual se apoya sobre una capa granular o directamente sobre la subrasante (Montejo, 1998).

Además podemos agregar, según Hugo Rondón (2009) que:

Los esfuerzos se transmiten mediante un mecanismo de disipación de tensiones. Y presentan ventajas en relación con otros pavimentos: Fácil reparación, no requiere de personal ni equipo especializado para su colocación, facilidad de transporte y reutilización. Como limitaciones: bajo rendimiento constructivos y baja rugosidad superficial de los adoquines.

2.2.1.3. Factores a considerar en un diseño de pavimentos

Alfonso Montejo (1998) considera los siguientes factores:

- **EL TRÁNSITO**

Sirven para el dimensionamiento del pavimento, las cargas más pesadas por eje esperadas en el carril de diseño. La repetición de las cargas del tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. También se consideran las velocidades de operación vehicular (zonas de estacionamiento).

- **LA SUBRASANTE**

De la calidad de esta capa dependerá el espesor del pavimento, ya sea flexible o rígido. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que refiere a resistencia como variaciones volumen (hinchamiento- retracción).

- **EL CLIMA**

El factor que más afecta a un pavimento es la lluvia y los cambios de temperatura.

Las lluvias por su acción directa en la elevación de nivel freático, que influye en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante. Aparte que influyen el movimiento de tierras y la colocación y compactación de capas granulares y asfálticas.

Los cambios de temperatura en las losas (en caso del pavimento rígido) ocasionan esfuerzos muy elevados, que en algunos casos pueden ser superiores a los generados por las cargas de los vehículos que circulan sobre ellas.

En los pavimentos flexibles y dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o disminución de temperatura puede modificar el módulo de elasticidad de las capas asfálticas que pueden ocasionar deformaciones o agrietamientos que terminan influencia en el servicio de la vía.

2.2.2. El adoquín

Son bloques macizos, pueden ser de piedra o de concreto prefabricada, que se caracteriza por tener espesor uniforme y área superior constante, de tal manera que encajan unos con otros dejando pequeños espacios.

En el Perú los adoquines son realizados bajo la Norma Técnica Peruana NTP 399.611, así mismo la que regula los requisitos mínimos para su diseño y mantenimiento están en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en la “NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS”, en esta última podemos

encontrar la clasificación, requisitos mínimos y complementarios de adoquines.

2.2.2.1. Clasificación

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana 399.611 (Dirección de Normalización - INACAL, 2015) podemos clasificarla de la siguiente manera:

- Tipo I: Adoquines para pavimentos de uso peatonal.
- Tipo II: Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero.
- Tipo III: Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores.

2.2.2.2. Requisitos del adoquín

- **Tolerancia Dimensional:** es un requisito físico que aplica a todos los tipos de adoquines de acuerdo a la NTP 399.611.

Las unidades de adoquines deben cumplir con las tolerancias previas a la aplicación de los acabados.

Tabla N° 1 Tolerancia dimensional

Tolerancia dimensional, máx. (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
±1.6	±1.6	±3.2

Fuente: NTP 399.611

- **Resistencia a la compresión:** Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un adoquín y su sección (INACAL, 2017).

Así mismo la norma nos muestra un cuadro de espesores y resistencia que debe soportar cada tipo de adoquín:

Tabla N° 2 Espesor Nominal y Resistencia a la Compresión

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (peatonal) Tipo B,C y D *Todos los tipos	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	>80	55 (561)	50 (510)

Fuente: NTP 399.611

- **Resistencia al desgaste:**

Según la NTP 399.611 indica que aquellos adoquines del Tipo III tendrán que cumplir no solo con la resistencia a la compresión sino también la resistencia a la abrasión por ello se menciona que en la NTP 399.625 indica que los especímenes deben tener una pérdida de volumen no mayor de 15 cm³ / 50 cm² y que la pérdida del espesor promedio no debe exceder los 3 mm (INACAL, 2006).

- **Absorción**

Según la norma aquellos adoquines que estarán sujetos a condiciones elevadas de durabilidad, ya sea la agresión por sulfatos o ciclos de hielo y deshielo, deberán cumplir con los requisitos de la tabla N° 3 (INACAL, 2002).

Tabla N° 3 Porcentaje de absorción del adoquín

Tipo de Adoquín	Absorción máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: NTP 399.611

2.2.2.3. Ventajas de la pavimentación de adoquines

Los pavimentos de adoquines, al igual que cualquier otro tipo de pavimento, poseen ventajas y desventajas, las cuales determinan cuándo es apropiado o no optar por una solución de este tipo. Cuando se presenta una falla en los pavimentos o cuando hay que instalar o reparar las redes de servicios que van enterrados por la vía es necesario retirar, y por consecuencia, destruir las distintas capas del pavimento; cuando se tiene un pavimento de adoquines la capa de rodadura es recuperable, debido a que no van adheridos entre sí, se pueden retirar y almacenar para el mismo pavimento u otro. A continuación, se mencionan las ventajas de un pavimento de adoquines, en sus diversos aspectos:

- **Diversidad:** La gran variedad de formas, colores y texturas con que pueden fabricarse los adoquines y la diversidad de configuraciones posibles de usar, entregan al proyectista elementos que adecuadamente conjugados dan por resultado pavimentos atractivos. Asimismo, utilizando diversos colores y texturas es posible incluir en la superficie dibujos o diseños, señalizaciones o demarcar áreas para usos específicos, con la posibilidad de cambiarlos fácilmente en caso de ser necesario. De este modo, los adoquines proporcionan una gran variedad de posibilidades para el diseño arquitectónico y paisajístico de los espacios públicos.
- **Calidad:** Puesto que los adoquines son elementos prefabricados, el control de calidad y su certificación pueden desarrollarse en la fábrica, reduciendo la heterogeneidad en calidad del material en obra. Por tanto, en terreno el control de calidad de los materiales se concentra en las arenas y material de base, en la terminación superficial del pavimento y en el control de los procesos constructivos de la base, subbase, y terminaciones.
- **Durabilidad:** La resistencia a la compresión, absorción, resistencia al congelamiento y resistencia a la abrasión, le otorgan una alta durabilidad ante ambientes agresivos, la cual puede sobrepasar la vida de diseño del pavimento.

- **Rapidez de puesta en operación:** Independiente del método constructivo, manual o mecánico, los pavimentos de adoquines pueden utilizarse inmediatamente después de construidos, lo cual les otorga una ventaja importante respecto de otros tipos de pavimentos, especialmente en aquellos lugares en donde no es posible contar con otras tecnologías de pavimentación.
- **Mantenimiento:** Puesto que los elementos se pueden reponer fácilmente, cualquier defecto inducido por aspectos funcionales o estructurales puede corregirse logrando restituir en su totalidad la condición superficial, igualando la del pavimento adyacente al área reparada. Por tanto, se logra una razonable homogeneidad del pavimento. Debido a esto, en áreas urbanas facilita notablemente la reparación y/o reposición de infraestructuras de servicios que se encuentren soterradas.
- **Condición de operación:** debido a la regularidad superficial del pavimento producto de las juntas entre adoquines y las juntas de confinamiento, este tipo de solución es adecuada para velocidades de circulación de alrededor de los 50 km/h o menos. Por tanto, no son adecuados para vías con velocidades de operación elevadas. Por otro lado, son eficientes elementos reductores de velocidad en pasos peatonales, intersecciones y calles locales, contribuyendo de esta manera a la seguridad vial.
- **Reutilización:** los adoquines, en tanto se encuentren sanos (no fracturados o degradados y cumplan con las características de diseño del proyecto), pueden reutilizarse para pavimentar, lo cual es beneficioso en términos ambientales dado que se reduce la cantidad de material de desecho si se desea utilizar otro tipo de pavimento, reponer o mantener áreas pavimentadas con adoquines (Echaveguren Navarro, 2013).

2.2.2.4. Desventajas de la pavimentación con adoquines

Al igual que otros tipos de pavimentos, la estructura del pavimento de adoquines se debe apartar del nivel freático del terreno.

Si la capa de adoquines queda bien colocada, sellada y compactada no debe perder su sello y su estabilidad ante la caída de lluvias, por copiosas que estas sean; pero nunca se debe poner a trabajar un pavimento de adoquines como canal colector de aguas, que pueda llegar a soportar corrientes voluminosas y rápidas tipo "arroyo".

Los pavimentos de adoquines nunca se deben someter a la acción de un chorro de agua a presión. Si esto se hace intencionalmente puede ocasionar la pérdida del sello de las juntas, por lo cual no se recomienda para zonas de lavado de automóviles.

Por estar compuesto por un gran número de piezas, el tráfico sobre un pavimento de adoquines genera más ruido que sobre los otros tipos de pavimentos e induce mayor vibración al vehículo, por estas razones no es aconsejable para velocidades superiores a los 80 km/h (Lopez Larrea & Pinedo Bustamante, 2015).

2.2.3. El Vidrio

Según la RAE, el vidrio es definido como “material duro, frágil y transparente o traslucido, obtenido por la fusión de arena silíceo con potasa y moldeable a altas temperaturas” (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2018).

En la norma E 0.40 lo define como una sustancia sólida, sobre fundida, amorfa, dura, frágil, que es complejo químico de silicatos sólidos y de cal que corresponde a la fórmula: $\text{SiO}_2 (\text{Na}_2\text{O})_m (\text{CaO})_n$. Donde el SiO_2 constituye el elemento ácido proveniente de arena silíceo, limpia y seca; los óxidos básicos como el Na_2O , del carbono o del sulfato de sodio y CaO de la caliza natural o de la dolomita (Comite Especializado de la Norma Técnica E0.40 VIDRIO, 2009).

El término cristal se suele utilizar muy frecuentemente como sinónimo de vidrio, pero esto incorrecto. El vidrio es un material compuesto de arena de sílice, carbonato de sodio y caliza y se obtiene por fusión de estos elementos a unos 1500°C mientras que el cristal contiene óxido de plomo (Morales Ortega, 2017).

2.2.3.1. Clasificación

Existen diversas formas de clasificar al vidrio, así por ejemplo podemos clasificarla de acuerdo a su proceso de fabricación o su coloración o de acuerdo a la materia prima que se utiliza.

Para esta investigación es relevante la materia prima por lo cual se clasifica de la siguiente manera:

- Sodo-cálcico: vidrio usado en envases y vidrios de ventanas.
- Boro-silicato: se usa en utensilios de cocina y laboratorio ya que resiste altas temperaturas.
- Sílice: resiste temperaturas aún más altas y es destinado para materiales especiales (GAVIRA VALLEJO, 2013).

2.2.3.2. Reciclaje del vidrio

Llamaremos “Vidrio Industrial” al vidrio utilizado en el ámbito de la construcción (vidrio para ventanas) y “Vidrio Doméstico” al vidrio que se usa para los productos alimentarios (botellas, jarros, vasos de uso diario), ambos vidrios corresponden al tipo Sodo Cálcico que es el más comercial y menos costoso y es el que usaremos para esta investigación.

Los componentes químicos del vidrio tipo Sodo Cálcico son: óxido de silicio (SiO_2 71-73%), óxido de sodio (Na_2O 12-14%) y óxido de calcio (CaO 10-12%) (Rodríguez & Ruiz, 2016).

El vidrio industrial presenta una composición química diferente al vidrio domestico sin embargo al momento de ser reciclado es más utilizable el vidrio industrial, ya que este se desperdicia en dimensiones pequeñas y cuya contaminación es polvo, en cambio el vidrio domestico es desechado cuando este ya está roto y es mezclado con diversos residuos orgánicos y su almacenamiento dependerá de los usuarios.

Al vidrio industrial también se les somete a procesos industriales para mejorar su utilidad como por ejemplo adherir láminas, pero esto no es bueno para el reciclaje.

En Perú no existe una industria que nos indique las ventajas de reciclar el vidrio, sin embargo, existen datos conocidos como los siguientes:

- El reciclaje de vidrio necesita un 26% menos de energía que la producción del original.
- Disminuye la contaminación atmosférica un 20% y en las aguas un 40%.
- El coste de reciclaje de vidrio es inferior al de cualquier otro material.
- El vidrio es un material que por sus características es fácilmente recuperable. Concretamente, un vidrio es 100% reciclable, es decir, puede fabricarse uno nuevo con las mismas características que el primero (Morales Ortega, 2017, pág. 47).

En países como en México el vidrio pasa por un proceso de tratamiento para obtener vidrio reciclado, en este proceso se habla de la trituración del vidrio que adquiere el nombre de “Calcín” y que a su vez es usado como materia prima para elaborar envases de vidrio y diversos usos, como por los que se mencionan a continuación:

- Fabricación de ladrillos.
- Como material para asfaltar caminos.
- En la elaboración de productos cerámicos.
- Como componente de productos de aislamiento.
- Industria del césped artificial.
- Confección de sistemas de filtrado de agua.
- Como superficie decorativa.
- Proceso de arenado y limpieza de equipos (SEGTEC VIDRIO, 2016).

2.2.3.3. Vidrio molido y triturado

El vidrio molido es aquel vidrio sometido a un proceso de trituración, este proceso puede ser realizado por diversas maquinas como máquinas de bolas, chancadoras, apisonamiento o de engranajes.

Como es sabido en el Perú este proceso aún no es industrializado por lo cual se utilizará el proceso de chancado mediante “Chancadora de Agregados” y máquinas de bolas como la “Maquina de los Ángeles” para obtener el vidrio triturado y molido (Calcin).

Para la presente investigación se clasifica al vidrio de la siguiente forma:

- Vidrio Triturado:

Que se divide en: Vidrio triturado fino, donde su diámetro está comprendido en lo pasante de la malla N°8 y retenido en la malla N° 100; y Vidrio triturado grueso, donde su diámetro está comprendido en lo pasante de la malla ¼” y la retenida en la N°8.

- Vidrio Molido:

Que es aquel vidrio que pasa la malla N°100.

2.2.4. El Concreto

El concreto es una mezcla de cemento, aire, agua, agregado fino y grueso, que bajo un diseño establecido adquiere propiedades prefijas, una de ellas es la resistencia.

El concreto es muy usado en el ámbito de la construcción y es por ello que es muy estudiado para mejorar sus propiedades de resistencia y realizar adecuaciones en diversas condiciones de uso y es por ello que su uso es universal y se rige bajo normas internacionales.

En uno de sus tantos usos el concreto es usado para la elaboración de adoquines y para ello es necesario establecer los tipos de concreto que existen.

2.2.4.1. Clasificación

Habiendo diversas formas de clasificación, se opta por las siguientes definiciones:

- **CONCRETO SIMPLE:** es la mezcla básica de los elementos del concreto: agregado grueso, agregado fino, cemento, agua y aire; todo conjuntamente mezclado.
- **CONCRETO ARMADO:** es el concreto simple que acompaña a las armaduras de acero como refuerzo, ya que al trabajar conjuntamente soportan esfuerzos de tracción y compresión.

- **CONCRETO CICLOPEO:** es el concreto simple que esta complementado con piedras de 10” en un porcentaje de 30% como máximo.
- **CONCRETO LIVIANOS:** es el concreto que está preparado con agregados livianos y este se caracteriza por tener un peso unitario de 400 a 1700 kg/m³.
- **CONCRETO PESADOS:** concreto donde se utilizan agregados pesados, dándole un peso unitario de 2800 a 6000 kg/m³.
Se pueden usar agregados como minerales de fierro o agregados artificiales como fosforo de fierro, que son utilizados para protección biológica contra efectos de radiación nuclear entre otros.
- **CONCRETO NORMAL:** es aquel concreto cuyo peso unitario varía entre 2300 a 2500 kg/m³ (Ing. Abanto Castillo, 2013).
- **CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA:** son aquellos cuya resistencia es mayor a 400 kg/cm², este valor varía de acuerdo diversas definiciones, ya que por muchos años concretos con mayores resistencias eran muy poco usadas. Sin embargo, su demanda se ha visto incrementada por el aumento de construcción de gran magnitud (Ing. Rivva López, 2012).

2.2.4.2. Propiedades del concreto

El concreto tiene diversas propiedades, de las cuales se destaca aquellas que tienen mayor incidencia en las propiedades de un adoquín.

- **RESISTENCIA**

La resistencia del concreto es definida como el esfuerzo máximo que puede soportar antes de romperse. Dado que el concreto es destinado a soportar esfuerzos de compresión es que este aspecto es considerado como índice de calidad (Rivva Lopez, 2013).

La resistencia a la compresión es evaluada en moldes cilíndricos que se someten a un ensayo para comprobar su resistencia cada cierto tiempo, al llegar los 28 días después del vaciado se estima que alcanzo la resistencia del diseño esperado.

Los factores que afectan en la resistencia es la relación agua-cemento, así como el tipo del cemento, la granulometría de los agregados y las condiciones de curado.

- **TRABAJABILIDAD**

Es la facilidad que presenta el concreto en estado fresco a ser manipulado, transportado, colocado y consolidado.

No existe prueba alguna que lo pueda cuantificar, esto será a la percepción del elaborador (Ing. Abanto Castillo, 2013).

- **DURABILIDAD**

En concreto una vez endurecido debe ser capaz de mantener sus propiedades en el tiempo y la intemperie, acción de productos y desgaste, ya que es precisamente utilizada para estar sometido a servicio.

Esta durabilidad puede ser extendida mejorando la resistencia del concreto con añadidos que ayuden a incrementar no solo la parte de resistencia, sino también el desgaste.

El Ing. Rivva (2007) afirma: “el empleo de relaciones agua-cemento bajas deberá prolongar la vida del concreto al reducir el volumen de poros capilares. Incrementar la relación gel-espacio y reducir la permeabilidad y absorción, disminuyendo por todas las razones expuestas la posibilidad de penetración de agua o líquidos agresivos”.

- **CONSISTENCIA**

Esta propiedad está definida por la fluidez del concreto en estado fresco, y esto debido al grado de humedad que contenga. Esto no quiere decir que sea sinónimo de trabajabilidad, pero sí de su facilidad para la adaptación al encofrado sin cambiar su homogeneidad ni crear vacíos.

Debido a que depende del objetivo del concreto es que se tienen diversas consistencias a la hora de diseñar, y por ende hay un ensayo que mide la consistencia del concreto, este ensayo es llamado “Slump” que esta adoptada por las normas ASTM.

2.2.4.3. Ensayos al concreto fresco

- **Temperatura**

El ensayo de temperatura se realiza de acuerdo a lo especificado a la NTP 339.184:

- a. Se obtiene una muestra de hormigón en un contenedor no absorbente.
- b. Se utiliza un termómetro de intervalo 0° a 50° C.
- c. Se coloca el termómetro dentro de la muestra cubriéndolo mínimo 3 pulgadas (75 mm).
- d. Mantener por un tiempo mínimo de 2 minutos y máximo 5 minutos, para poder tomar la lectura de la temperatura (INACAL, 2013).

- **Slump**

Para el concreto es sabido que el método de determinar su consistencia es a través del método del cono de Abrams, como lo establece la NTP 339.035.

De acuerdo a la Tabla N° 8, el asentamiento para el concreto del adoquín es concreto para pavimentos por lo cual el slump de Diseño es mínimo de 1”, por lo cual los adoquines, por el proceso de fabricación deben ser desencofrados a instantes después de haber sido compactados por lo cual el slump ideal es 0”.

Este dato se toma aceptable debido a que el adoquín se debe desencofrar inmediatamente después de haber sido compactado.

El proceso para este ensayo con el cono de Abrams se realiza como se detalla a continuación:

- a. Se humedece el molde y se coloca en una superficie horizontal rígida, plana y húmeda que no absorba.
- b. Se sujeta con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, siendo cada una un tercio del volumen del molde, aproximadamente.
- c. Cada capa debe compactarse con 25 golpes con la varilla, distribuidos uniformemente.

- d. Al llenar la capa superior se debe compactar, si al hacerlo se asienta, se debe agregar concreto para que rebase el molde, al finalizar el compactado se debe alisar al ras del molde. La operación completa se debe hacer sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos y 30 segundos.
- e. Se limpia la zona de trabajo y se procede a retirar el molde, alzándolo en dirección vertical en un tiempo de 5 ± 2 segundos.
- f. Luego se mide el asentamiento, siendo este la diferencia de la altura del molde y la altura medida al centro original de la base superior del espécimen (INACAL, 2015).

- **Peso unitario y Rendimiento**

El peso unitario o densidad del concreto nos permite determinar la masa de concreto fresco por unidad de volumen para luego determinar su rendimiento, el ensayo se basa en la norma NTP 339.046 y su procedimiento se explica a continuación:

- a. Determinar el peso del recipiente “ M_m ” y su volumen “ V_m ” del recipiente del ensayo.
- b. Humedecer los materiales a usar.
- c. Colocar la mezcla en el recipiente cada tres capas, en cada capa se debe apisonar con una varilla en forma de espiral con 25 golpes, culminado el apisonamiento se golpea entre 10 a 25 veces las paredes del recipiente con un mazo de goma para eliminar los vacíos o burbujas atrapadas generadas por el apisonamiento.
- d. Finalmente enrazar y pesar el recipiente con la mezcla de concreto “ M_c ”.

Para determinar el peso unitario y rendimiento se usa las siguientes ecuaciones:

Peso unitario o densidad:

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

Rendimiento:

$$Y = \frac{M}{D}$$

Rendimiento Relativo:

$$R_y = \frac{Y}{Y_d}$$

Donde:

D : Peso unitario o densidad del concreto, en kg/m³.

M_c : Masa del recipiente de medida lleno de concreto, en kg.

M_m : Masa del recipiente de medida, en kg.

V_m : Volumen del recipiente de medida, en m³.

Y : Rendimiento, volumen de concreto producido por tanda, en m³.

M : Masa total de todos los materiales en la tanda, en kg.

R_y : Rendimiento relativo.

Y_d : Volumen de diseño de concreto por tanda, en m³
(INACAL, 2019).

2.2.4.4. Ensayos a los Adoquines de concreto

- **Densidad al Adoquín**

La NTP 399.604 detalla el procedimiento para este ensayo por lo cual se detalla a continuación:

- Se satura la muestra a ensayar mínimo por 24 horas.
- Pesar el espécimen sumergido y tomar como dato (W_i).
- Dejar secando por un minuto y secar el superficial visible con un paño, pesar y registrar (W_s).
- Secar al horno no menos de 24 horas, pesar el espécimen (W_d).
- Realizar el cálculo de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$D[\text{kg/m}^3] = \frac{W_d}{(W_s - W_i)} \times 1000$$

Donde:

W_d = peso seco al horno del espécimen (kg).

W_s = peso saturado del espécimen (kg).

W_i = peso sumergido del espécimen (kg) (INACAL, 2002).

- **Absorción del Adoquín**

El ensayo según la NTP 399.604, es sumergir al adoquín un mínimo de 24 horas, donde el agua toque cada cara del adoquín y pesar el adoquín saturado, luego secarlo al horno durante otras 24 horas.

El cálculo se hace de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{Absorción [\%]} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

Donde:

W_d = peso seco al horno del espécimen (kg).

W_s = peso saturado del espécimen (kg) (INACAL, 2002).

- **Resistencia a la compresión**

El ensayo de compresión a los adoquines se realiza aplicando la carga perpendicular a la sección de mayor superficie. Esto según indica la NTP 399.611.

- **Resistencia al desgaste**

Este ensayo se realiza como lo indica la norma NTP 399.625.

El procedimiento es indicado a continuación:

- a. El espécimen deberá estar en condición de saturado superficialmente seco, por lo cual deberá sumergirse mínimo 24 horas antes del ensayo
- b. Se coloca el espécimen a ensayar, normal al eje de la boquilla a una distancia de 75 mm.
- c. Se expone la superficie al arenado por un periodo de 1 minuto.
- d. Se repite el proceso hasta en 8 puntos diferentes de la superficie.
- e. Se determina el volumen erosionado llenando las cavidades con arcilla. Presionando manualmente y nivelando con una regla o espátula.
- f. Determinar la masa de la arcilla suministrada antes y después que las cavidades sean llenadas y la densidad de la arcilla a usar.
- g. Realizar los cálculos según las siguientes formulas:

$$V = \frac{W}{D}$$

Donde:

V = volumen de arcilla.

D = gravedad específica de la arcilla.

W = masa de la arcilla en la cavidad.

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

Donde:

C_A = coeficiente de abrasión, cm³/50cm².

A = área de superficie erosionada, cm² (INACAL, 2006).

2.2.4.5. Reacción Alkali - Silice

La reacción Álcali Sílice es una reacción química que se produce entre los álcalis de los cementos Portland y determinados minerales de sílice reactiva presente en algunos agregados formando un gel, que, en adecuadas condiciones de humedad, se expande interiormente en el concreto formando fisuras que con el paso del tiempo provoca la disminución de la resistencia del concreto y su durabilidad.

Se reconocen dos tipos de reactividad del agregado a los álcalis:

- Reacción álcali-sílice que involucra ciertas rocas silíceas, minerales y vidrio artificial o natural.
- Reacción álcali-carbonato que involucra dolomita. Este material está presente en ciertas dolomitas calcíticas y calizas dolomíticas. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (INCOTEC), 2009).

La reacción entre la sílice de los agregados y los álcalis está en razón directa a su hidratación. Los factores que influyen en esta reacción son múltiples y dependen de la cantidad total de álcalis, dosificación de cemento, finura del cemento, granulometría del agregado, reactividad de los mismos, humedad y temperatura (Fernández Cánovas, 1993).

Existen tres métodos normalizados para la determinación de la reacción álcali sílice: el método químico, el método petrográfico y el método de las barras de mortero, que puede ser normal o acelerado, este último

método es el más utilizado en la industria de la construcción, y en especial, el acelerado, ya que nos da una evaluación importante en la identificación de agregados potencialmente reactivos.

El método de barras de mortero es el adecuado para esta investigación por lo cual el procedimiento se detalla a continuación:

- a. Se selecciona el agregado de acuerdo a los tamaños establecidos en la tabla N° 4.

Tabla N° 4 Gradación del Agregado para mortero de barras.

Tamaño de Tamiz		
Pasa	Retenido en	Masa %
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	10
2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	25
1.18 mm (N° 16)	600 µm (N° 30)	25
600 µm (N° 30)	300 µm (N° 50)	25
300 µm (N° 50)	150 µm (N° 100)	15

Fuente: NTC 3828

- b. Una vez separados en los diferentes tamaños, se lava cada fracción con el objetivo de remover partículas más finas que podrían estar adheridas, luego estas se ponen a secar.
- c. Se prepara el cemento tamizándolo en el Tamiz N° 20 para remover grumos antes de su uso.
- d. Los moldes tendrán dimensiones de 25x25x285 mm ya que el ensayo requiere 3 barras, se preparan tres moldes.
- e. La dosificación para el mortero es 1 parte de cemento por 2.25 partes de agregado graduado por masa para agregados con densidad relativa seca al horno mayor o igual que 2.45.

Para agregados de una densidad relativa seca al horno menor que 2.45 se determina la dosificación cemento-agregado como sigue:

$$\text{Proporción del agregado} = 2.25 \times \frac{D}{2.65}$$

Donde:

D: Densidad relativa seca al horno del agregado

- f. Para el mezclado del mortero se sigue los pasos como indica la norma ASTM C 305-11, para amasar en el recipiente se mezcla de la siguiente forma:
- se vierte toda el agua de mezclado en el recipiente
 - Se agrega el cemento al agua y se mezcla durante 30 segundos a la velocidad lenta (140 ± 5 r/min).
 - Se agrega lentamente la totalidad de la arena en un periodo de 30 segundos, mientras se mezcla a velocidad lenta.
 - Se detiene la mezcladora, se cambia a velocidad media (285 ± 10 r/min) y se mezcla durante 30 s.
 - Se detiene la mezcladora y se deja reposar el mortero durante 90 segundos. Durante los primeros 15 segundos de este intervalo, se arrastra hacia el fondo con el raspador, el mortero adherido a la pared del recipiente. Durante el resto del intervalo, se tapa el recipiente.
 - Se mezcla durante 60 segundos a velocidad media (285 ± 10 r/min).
- g. Se debe moldear en un tiempo no mayor de 2 min y 15 s es donde se llena el molde en dos capas iguales compactando cada capa con el apisonador. Enrasar y alisar la superficie con la espátula.
- h. Los especímenes deberán estar durante 24 horas, se desmoldan y se hace una lectura inicial del largo. Seguidamente se colocan los especímenes en un recipiente de almacenaje con suficiente agua potable para que queden sumergidos, se sellan y se coloca dichos recipientes en un horno a una temperatura de 80 ± 2.0 °C (176 ± 3.6 °F) por un período de 24h.
- i. Al día siguiente se saca la barra del agua y se seca la superficie con un paño y aquí se toma la lectura cero de cada barra. 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.

- j. Para la preparación de la solución de Hidróxido de Sodio, cada litro de solución debe contener 40.0 g de NaOH disuelto en 900 ml de agua y debe ser diluido con agua adicional destilada.
- k. Las lecturas subsecuentes se realizan periódicamente en este caso se toma la primera a los 4 días, luego 7, 11 y 14 días en la misma hora cada vez y regresando las barras al mismo recipiente.
- l. Se calcula la diferencia entre la lectura cero del espécimen y la lectura de cada período, al más cercano 0.001% de la longitud de base efectiva y se registra como la expansión del espécimen para dicho período.

2.2.5. Componentes del Concreto

2.2.5.1. Cemento

Es un material aglomerante que se usa en la construcción que resulta de la combinación de arcillas y calizas, que al ser calcinadas y molidas forman el Clinker que al agregarle una adición de yeso esta forma lo que es conocido como el cemento Portland.

El cemento que se comercializa son elaborados bajo la NTP 334.090 y pueden ser clasificados de acuerdo a la Tabla N° 5, además también se mencionan en la norma lo tipos de cemento portland de acuerdo a sus adicionados, como se detalla en la Tabla N° 6.

Tabla N° 5 Clasificación del Cemento Portland

TIPO DE CEMENTO	DESCRIPCION
I	Cemento usado en obras en general, cuando no se especifica la utilización de los otros cuatro tipos de cemento.
II	Cemento usado para obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación..
III	Cemento de alta resistencia inicial, ya que desarrolla su resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por el cemento tipo I o II.
IV	Cemento con bajo calor de hidratación.
V	Cemento que ofrece alta resistencia a la acción de sulfatos, típicas de estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de alcalisis o estructuras expuestas al agua de mar.

Fuente: (Ing. Abanto Castillo, 2013)

Tabla N° 6 Adicionados de Cemento Portland

TIPOLOGIA	ADICION
TIPO IS	Escoria de alto horno
TIPO IP	Cemento Portland Puzolánico
TIPO II	Cemento Portland- caliza
TIPO I (PM)	Cemento Portland Puzolánico modificado
TIPO IT	Cemento adicional ternario
TIPO IC _o	Cemento Portland compuesto

Fuente: NTP 334.090

2.2.5.2. Agregado fino

Los agregados son un conjunto de partículas, ya sea de origen natural o artificial, para definirlo como agregado fino, este debe pasar por el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8”) y quedando retenido en el tamiz N° 200.

Tabla N° 7 Requisitos Granulometría del Agregado Fino

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
3/8" (9.5 mm)	100
N°4 (4.75 mm)	95 a 100
N° 8 (2.36 mm)	80 a 100
N° 16 (1.18 mm)	50 a 85
N° 30 (600 µm)	25 a 60
N° 50 (300 µm)	05 a 30
N° 100 (150 µm)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037

La NTP 400.037 indica que no se deberá tener más del 45% entre dos mallas consecutivas de las que se muestran en la tabla anterior, así mismo el módulo de fineza deberá estar entre los valores de 2.3 a 3.1.

2.2.5.3. Agregado Grueso

De acuerdo a la NTP 400.037, el agregado grueso consistirá en grava natural, piedra chancada, concreto reciclado o combinación entre ellos, que quede retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4).

El agregado grueso debe cumplir con los requisitos de la tabla N° 8 según los husos especificados (INACAL, 2018).

Tabla N° 8 Requisitos Granulométricos de Agregado Grueso

HUSO	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 ½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 ½ in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 ½ in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 ½ in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	25a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037

2.2.5.4. Agua

Este elemento es importante, ya que de este está muy relacionado con la reacción con el cemento y por ende este se relación con el calor de hidratación, con la trabajabilidad, y con la resistencia del concreto.

Las condiciones del agua están en la NTP 339.088, donde cabe indicar que el agua recomendable es el agua potable, sin embargo, se puede utilizar agua natural no potable previa autorización de inspección, que indique estar libre de sustancias nocivas para el concreto, tal como sales o materia orgánica (Ing. Abanto Castillo, 2013).

2.2.5.5. Aditivos

Los aditivos son sustancias añadidas a la mezcla de concreto con el objetivo de cambiar las propiedades del concreto, esto cuando las condiciones del concreto normal no favorezcan el correcto desarrollo, por lo cual mediante especificaciones previas al proyecto o por supervisión se aplica su uso.

Existen aditivos tales como:

- Plastificante, reductor de agua.
- Retardador de fragua.
- Acelerador de fragua.
- Incorporador de aire.
- Impermeabilizantes.
- Superplastificantes.

Para el presente proyecto se utiliza aditivo plastificante de la marca “SikaCem Plastificante” cuya ficha técnica podrá revisarse en anexos.

2.2.6. Ensayos de los agregados.

2.2.6.1. Análisis Granulométrico

Este ensayo se aplica para determinar la gradación del agregado, cuyo resultado se usa para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos de acuerdo a NTP 400.037, como lo está establecido en las tablas N° 7 y N° 8.

El procedimiento para este ensayo se ejecuta por tamices normalizados según lo indicado en la NTP 400.012, así mismo para su desarrollo se sigue los siguientes pasos:

- a. Obtener una cantidad de agregado por el método de cuarteo.
- b. Secar la muestra en un horno de temperatura 110 ± 5 °C hasta obtener un peso constante.
- c. Seleccionar los tamices que cumplan con las especificaciones y ordenarlas en orden decreciente.
- d. Efectuar el tamizado de forma manual o por tamizador mecánico.
- e. Determinar el peso de muestra retenida en cada tamiz.
- f. Verificar la sumatoria de retenidos y comparar con el peso seco original, no deberá diferir en más del 0.3%.
- g. Verificar el pasante de la malla N° 200 este no debe superar el 1% en caso de agregado grueso y el 5% en caso de agregado fino.
- h. Se calcula el porcentaje de pasante acumulado, y con este realizar las gráficas comparativas con los límites establecidos por la NTP 400.037.
- i. Finalmente, con los resultados se puede hallar el módulo de fineza, sumando los porcentajes acumulativos retenidos en las mallas 3", 1½", ¾", 3/8", N° 4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N° 100, y dividirlo entre 100 (INACAL, 2013).

2.2.6.2. Procedimiento para la determinación del valor de azul de metileno de la fracción que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200)

El ensayo se realiza para determinar la cantidad de material potencialmente dañino (incluyendo arcilla y material orgánico) presente en la fracción fina de un agregado que se está usando mediante la determinación del Valor de Azul de Metileno (Instituto Nacional de Vías de Colombia, 2012).

Se presenta la siguiente tabla que indica el Valor de azul de metileno y el comportamiento esperado de la mezcla asfáltica.

Tabla N° 9 Comportamiento de la mezcla de acuerdo al Valor de Azul de Metileno

Valor de Azul de Metileno (mg/g)	Desempeño Anticipado
≤ 6	Excelente
07-12	Marginalmente aceptable
13-19	Problemas/Posible falla
≥ 20	Fallado

Fuente: Instituto Nacional de Vías INV E-235-13 (referencia NORMA EUROPEA EN 933-9)

Para lo cual el procedimiento se detalla:

- a. Preparar una cantidad de 30 g de muestra fina seca que pase el tamiz de 75 μm (N° 200) sobre un recipiente Griffin de 500 ml.
- b. Adicionar 500 ml de agua destilada y batir por 5 minutos hasta obtener una lechada.
- c. Adicionar Azul de Metileno con la bureta una cantidad de 5 ml y agitar por un periodo de 1 minuto.
- d. Remover con la varilla agitadora y dejarla caer en forma de gota sobre el papel filtro.
- e. Observar la gota en el papel filtro, y verificar si se formó un anillo o aureola azul, de no ser así se continúa adicionando 5 ml de solución de Azul de Metileno repitiendo el mismo procedimiento hasta obtener el aro azul alrededor de la gota.
- f. De alcanzar formar el aro azul sobre la gota se continúa agitando hasta llegar a un periodo de 5 minutos realizando ensayos de coloración en intervalos de 1 minuto. Si en los 4 primeros minutos desaparece la aureola azul añadir 5ml, si desaparece en el quinto minuto añadir 2 ml y continuar agitando. Se calcula el Valor de Azul de Metileno.
- g. Para los cálculos se tiene:

$$VA = (V / W) \times 10$$

Donde:

VA = Valor de Azul de Metileno en mg de azul por gramo (g) de material seco pasa el tamiz de 75 μm (No 200).

V = ml de solución de Azul de Metileno requerida en la titulación.

W = Gramos de material seco utilizado en la prueba

2.2.6.3. Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso

La NTP 400.021 establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este método de ensayo no es aplicable para agregados ligeros.

El procedimiento detallado para este ensayo se menciona a continuación:

- a. Seleccionar muestra una cantidad apropiada por el método del cuarteo.
- b. Sumergir la muestra en agua durante 24 horas.
- c. Decantar el agua y secar la superficie de las partículas de la muestra.
- d. Determinar el peso de la muestra no menos de los 2 kg que pide la norma para el caso de agregado de TMN de 3/8".
- e. Pesar la muestra sumergida en el agua.
- f. Pesar la canastilla sumergida en el agua.
- a. Secar la muestra de agregado en un horno de 110 ± 5 °C durante 24 horas y determinar su peso seco.
- b. Determinar el peso específico de masa (P_{e_m}), peso específico de masa saturada con superficie seca ($P_{e_{SSS}}$), peso específico aparente (P_{e_a}) y absorción (Ab) con las siguiente formulas:

$$P_{e_m} = \frac{A}{(B-C)}$$

$$P_{e_{SSS}} = \frac{B}{(B-C)}$$

$$P_{e_a} = \frac{A}{(A-C)}$$

$$Ab (\%) = \frac{(B-A)}{A} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire.

C = Peso en el agua de la muestra saturada (INACAL, 2013).

2.2.6.4. Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos

Este procedimiento se aplica para la determinación de la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado fino (no incluyendo el volumen de los vacíos entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad, en kg/m^3 se expresa como seca al horno (OD), saturada superficialmente seca (SSD) o como la densidad aparente. Del mismo modo, la densidad relativa (gravedad específica), una cantidad adimensional, se expresa como OD, SSD, o como la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente). La densidad OD y la densidad relativa OD se determinan después de secar el agregado. La densidad SSD, la densidad relativa SSD, y la absorción se determinan después de remojar el agregado en agua para un periodo duración prescrita (INACAL, 2013).

Para el procedimiento se toma como referencia la NTP 400.022 como se indica a continuación:

- a. Se obtiene la muestra por cuarteo, considerando que como mínimo se necesita 500 g.
- b. Se deja reposando el agregado fino en agua durante 24 horas.
- c. Se decanta el agua sin perder finos, y se lleva a secar a una estufa, moviéndose frecuentemente para asegurar un secado uniforme.
- d. Cuando las partículas no se adhieran entre sí, colocar en un molde cónico apisonando con 25 golpes, finalmente levantar el cono. Si el cono de arena mantiene su forma aún existe humedad, por lo cual se sigue secando y repetir hasta el cono de arena se derrumbe al quitar el molde, esto es indicativo que la superficie ya está seca.
- e. De la muestra que ya está superficialmente seca, se pesa 500 g y se coloca en una fiola que tendrá una marca de 500 ml.
- f. Se elimina las burbujas manualmente en un movimiento rotatorio para luego tomar el peso de la fiola, agregado y agua.
- g. Remover el agregado de la fiola y secarlo al horno de temperatura $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 24 horas y pesar la muestra seca.

- h. Pesar la fiola con agua hasta la marca de 500 ml.
- i. Finalmente se realizan los cálculos con las siguientes formulas:

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

$$Pe_{SSS} = \frac{S}{(B+S-C)}$$

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

$$Ab (\%) = \frac{(S-A)}{A} \times 100$$

Donde:

A = Masa de la muestra seca al horno.

B = Masa de la fiola llenado con agua hasta la marca.

C = Masa de la fiola con agua y la muestra hasta la marca.

S = Masa de la muestra superficialmente saturada (INACAL, 2013).

2.2.6.5. Peso Unitario Suelto y Compactado

Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados que no superen 125 mm de Tamaño Máximo Nominal.

Se toma el siguiente procedimiento para realizar el ensayo, de acuerdo a la NTP 400.017.

- a. Se toma la muestra mediante el método de cuarteo.
- b. Secar la muestra en un horno de temperatura 110 ± 5 °C hasta obtener un peso constante.
- c. Se determina un recipiente de acuerdo al tamaño del agregado.
- d. Para el peso compactado se rellena el recipiente a un tercio del total, apisonando la capa con 25 golpes con la varilla, distribuyendo uniformemente sobre la superficie. Se rellena los siguientes 2 tercios del total y apisonar como anteriormente. Finalmente llenar el recipiente sobresaliendo el volumen del recipiente y apisonar de la

forma ya indicada. Nivelar la superficie con los dedos o una espátula.

- e. Para el peso suelto, se llena el recipiente hasta el reboce con un cucharón, descargando el agregado a una altura que no exceda los 50 mm encima del borde superior del mismo. Evitar la segregación de tamaño de partículas de la muestra. Nivelar la superficie del agregado.
- f. Se determina la masa del recipiente más el contenido y la masa del recipiente vacío y registrar los valores.
- g. Para ambos casos se utilizará la siguiente fórmula para hallar el peso unitario correspondiente.

$$PU = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

PU = peso unitario de la muestra.

G = peso de recipiente más la muestra.

T = peso del recipiente vacío.

V = volumen del recipiente (INACAL, 2011).

2.2.6.6. Contenido de Humedad

Consisten en medir la humedad de una muestra de agregado, ya que este puede estar alterado por calor o humedad, es necesaria para hacer la corrección por humedad y que las mediciones sean más refinadas, el ensayo se realiza con ayuda de un horno cuya temperatura es controlada.

La norma que hace referencia a este ensayo es la NTP 339.185 para lo cual se sigue el siguiente procedimiento:

- a. Tomar una cantidad de muestra no menor a la indicada en la NTP 339.185, para agregado fino 500 g, para agregado grueso de Tamaño Máximo Nominal de 3/8" 1500 g.
- b. Se lleva la muestra a secar al horno evitando la pérdida de partículas, también pudiéndose secar por medio del uso de una cocina.

- c. La muestra estará lo suficientemente seca cuando el calor adicional cause una pérdida menor de 0.1% de pérdida adicional de masa, es decir cuando la masa seca sea constante (INACAL, 2013).

2.2.6.7. Abrasión en la Máquina de los Ángeles

Es un ensayo que se realiza para medir la degradación del agregado, incluye abrasión, impacto y trituración; el ensayo se realiza en un tambor de acero en cuyo interior hay bolas de acero que, al ser recogidas por una pestaña interna, son arrojadas al lado opuesto creando así un efecto de trituración por impacto. Después de un determinado número de revoluciones el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.

Para este ensayo se toma de referencia NTP 400.019, cuyo procedimiento es el siguiente:

- a. Preparar la muestra, esto refiere a lavarla y secarla hasta que el peso sea constante.
- b. Separar y pesar el agregado como lo indica la Tabla N° 10 para luego recombinarlo.

Tabla N° 10 Gradación de las muestras para el ensayo de Abrasión

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado , g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 ½ ")	25.0 mm (1")	1250 ± 25	-	-	-
25.0 mm (1")	19.0 mm (¾")	1250 ± 25	-	-	-
19.0 mm (¾")	12.5 mm (½")	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
12.5 mm (½")	9.5 mm (⅜")	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
9.5 mm (⅜")	6.3 mm (¼")	-	-	2500 ± 10	-
6.3 mm (¼")	4.75 mm (N°4)	-	-	2500 ± 10	-
4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	-	-	-	5000
TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: NTP 400.019

- c. Colocar la muestra en la máquina de Los Ángeles, junto con la cantidad de esferas indicadas en la Norma, éstas irán de acuerdo a la gradación, para nuestro caso es tipo C (8 esferas) y dejarla rotar 500 rpm.
- d. Descargar el material de la máquina y realizar la separación de la muestra por las mallas usadas de acuerdo a la gradación del agregado.
- e. Realizar el cálculo de la pérdida por abrasión e impacto de la muestra, esta debe ser expresada con aproximación de 1% por masa (diferencia de masa inicial y final de la muestra) (INACAL, 2014).

2.2.7. Ensayo al Cemento.

2.2.7.1. Método de ensayo para determinar la reactividad potencial alcalina de agregados. Método de la barra de mortero

Este método de ensayo proporciona un medio para la detección de la reactividad potencial alcalí-sílice del agregado que se pretende usar en el concreto mediante barras de morteros, dentro de un periodo de 16 días, que pueda dar por resultado una expansión interna perjudicial. El método de ensayo se basa en la norma ASTM C 1260-07.

Es especialmente útil para los agregados que reaccionan lentamente o que produzcan una expansión retardada en la reacción.

2.2.7.2. Método de Prueba Estándar para Determinar la Potencial Reactividad Alcalino-Sílice de Combinaciones de Materiales Cementicios y Agregados (Método de Barra de Mortero Acelerado)

El método de ensayo se basa en la norma ASTM C 1567-11 y su procedimiento es idéntico en gran parte a la norma ASTM C 1260-07, su única variación corresponde a la adición o reemplazo de cemento por materiales cementantes. En este método se usará como material cementante el vidrio finamente molido Calcin.

2.2.8. Métodos de diseño de Mezclas de Concreto

Existen diversas formas de establecer un diseño apropiado para el concreto, por lo cual es usual tener ciertas características que son condiciones mínimas que debe cumplir el concreto para su fin en las obras.

Para el diseño de mezcla de concreto de Adoquines se debe considerar que el concreto en estado fresco es una mezcla seca, todos los demás criterios pueden ser comparados con el concreto convencional para estructuras.

Condiciones que se deben considerar para diseñar:

- Resistencia a compresión mínima.
- Relación agua-cemento.
- Asentamiento.
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Contenido máximo de aire.
- Requisitos adicionales como aditivos o tipos de cementos especiales (Ing. Rivva López, 2012).

2.2.8.1. Método del Comité 211 del ACI

Teniendo lo indicado por Rivva Lopez para el empleo del Método del Comité 211 del ACI, hace uso de unas tablas y siguiendo una secuencia que se detalla a continuación:

- a. Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada y la desviación estándar de la compañía constructora.

Se calcula en dos formas:

- i. Cuando se tiene un registro de ensayos basados en por lo menos 30 resultados de ensayos consecutivos a compresión o dos grupos de resultados de ensayos a compresión que totalicen por lo menos 30, la resistencia promedio requerida se calcula con las siguientes ecuaciones de las cuales se escoge el de mayor valor:

$$f_{cr} = f_c + 1.34s \dots (a)$$

$$f_{cr} = f_c + 2.33s - 35 \dots (b)$$

Donde:

f_{cr} : Fuerza de compresión promedio requerida.

f_c : Fuerza de compresión de diseño.

S_s : Desviación estándar.

La desviación estándar se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_s = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Donde:

S_s : Desviación estándar.

n : Numero de ensayos.

$X_1, X_2 \dots X_n$: Resultados de resistencia de muestras de ensayo individuales.

\bar{X} : Promedio de todos los ensayos individuales de una serie.

Si se tiene dos grupos de resultados de ensayos a compresión que totalicen por lo menos 30 y efectuados en dicho periodo, la desviación estándar a usar es el promedio estadístico de las desviaciones estándar calculadas para cada grupo de ensayos, para determinarla se utiliza la siguiente ecuación:

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{(n_1-1)(s_1)^2 + (n_2-1)(s_2)^2}{n_1+n_2-2}}$$

Donde:

\bar{S} : Promedio estadístico de las desviaciones estándar cuando se utiliza los registros de ensayo para calcular la desviación estándar, en kg/cm^2 .

s_1, s_2 : Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2 respectivamente, en kg/cm^2 .

n_1, n_2 : Número de ensayos en cada grupo, respectivamente.

Si se cuenta con un registro de resultados de ensayos a compresión basada en 15 a 29 pruebas consecutivas, se determina la desviación estándar y luego se multiplica por un factor de corrección que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 11 Factor de Corrección.

Ensayos	Factor de corrección
Menos de 15	Usar ecuación (b)
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1.00

Fuente: Rivva Lopez, Enrique, 2013

- ii. Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos a compresión que permita el cálculo de la desviación estándar, el cálculo de la resistencia promedio requerida se realizara usando la siguiente tabla:

Tabla N° 12 Resistencia a la Compresión Promedio.

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

Fuente: Rivva Lopez, Enrique, 2013

- b. Selección de tamaño máximo nominal del agregado, la norma NTP 400.037 define al “Tamaño Máximo” como aquel que “corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso” y define al “Tamaño Máximo Nominal” como aquel que “corresponde el menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido”.

La tabla Nª 8 presenta los límites para cada tamaño máximo nominal que están comprendidas entre 2” y 3/8”, esta tabla corresponde a la clasificación de la Norma ASTM C 33.

Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económicamente disponible, siempre que él sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. Se considera que, en ningún caso, el tamaño máximo nominal del agregado grueso deberá exceder de los siguientes valores:

- Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados.
 - Un tercio del peralte de las losas.
 - Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras; tendones o ductos de pre-esfuerzos (Rivva Lopez, 2013).
- c. Selección del asentamiento, para su elección se debe saber el grado de consistencia que se requiere para el concreto en estado fresco, de acuerdo a su consistencia, la mezclas de concreto se clasifican en:
- Mezclas secas; aquellas cuyo asentamiento esta entre cero y dos pulgadas (0 mm a 50 mm).
 - Mezclas plásticas; aquellas cuyo asentamiento esta entre tres y cuatro pulgadas (75 mm a 100 mm).
 - Mezclas fluidas; aquellas cuyo asentamiento esta entre cinco a mas pulgadas (mayor de 125 mm).

Existen varios métodos para determinar el asentamiento de la mezcla de concreto, pero el método de Cono de Abrams de la norma NTP 339.035 da una mejor idea de las características de la mezcla de concreto. Los resultados del ensayo deben seguir los límites establecidos para el tipo de construcción.

Tabla N° 13 Asentamiento por Tipo de Construcción.

Tipo de Construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones Simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: Rivva Lopez, Enrique, 2013

- d. Selección de volumen unitario de agua de diseño, se selecciona en base a la consistencia que se requiere para el concreto en estado fresco y dimensiones y textura del agregado grueso, la cantidad de agua seleccionada, asume que el agregado grueso se encuentra

seco, se debe realizar después un reajuste tomando en cuenta el contenido de humedad y absorción de los agregados.

Tabla N° 14 Volumen Unitario de Agua.

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Rivva Lopez, Enrique, 2013

- e. Selección del contenido de aire, la mezcla de concreto presentara burbujas de aire atrapadas de manera natural o incorporadas intencionalmente, el porcentaje de aire total atrapado dependerá del tamaño del agregado grueso; y según sea el caso, incorporado de acuerdo a las condiciones de exposición suave, moderada y severa.

Tabla N° 15 Contenido de Aire Atrapado

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

Fuente: Rivva Lopez, Enrique, 2013

- f. Selección de la relación agua-cemento, está en función de su resistencia compresión requerida, si la mezcla tiene aire incorporado o no, durabilidad y a los requisitos de acabado de la misma.

Tabla N° 16 Relación Agua-Cemento por Resistencia

f'_{cr} (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

Fuente: Rivva Lopez, Enrique, 2013

- g. Determinación del factor cemento, se obtiene una vez conocido el volumen unitario de agua y la relación agua cemento seleccionada, se calcula mediante la división del volumen unitario de agua y relación agua cemento obteniendo el número de kilogramos de cemento por unidad cubica de concreto.

$$C = \frac{A}{\frac{a}{c}}$$

Donde:

C: peso del cemento en kg/m^3

A: volumen del agua en l/m^3

a/c: relación agua cemento

- h. Determinación del contenido de agregado grueso, se parte obteniendo el coeficiente b/b_0 de la tabla, que se obtiene en base al tamaño máximo nominal del agregado grueso y módulo de fineza del agregado fino a emplearse en la mezcla; multiplicando el coeficiente y el peso unitario seco compactado se obtiene la cantidad de agregado grueso que debe emplearse en la mezcla expresado en kg/m^3 .

Tabla N° 17 Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen del Agregado Grueso, Seco y Compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Rivva Lopez, Enrique, 2013

- i. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso una vez conocidos sus pesos.

$$V_{\text{abs}} = V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{aire}} + V_{\text{ag. grueso}}$$

- j. Determinación del volumen absoluto de agregado fino, será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos.

$$V_{\text{ag. fino}} = 1 - V_{\text{abs}}$$

- k. Determinación del peso seco del agregado fino, el peso del agregado fino será igual al producto del volumen calculado y de su gravedad específica.

$$W_{\text{ag. fino}} = V_{\text{ag. fino}} \times \gamma_{\text{ag. fino}}$$

- l. Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino y agregado grueso, se obtiene la cantidad de los ingredientes de la mezcla de concreto por metro cubico de concreto.
- m. Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado, se debe corregir en función de las condiciones de humedad de los agregados.
- n. Determinación de la proporción en peso, de diseño y de obra.
- o. Determinación de los pesos por tanda de un saco (Rivva Lopez, 2013).

2.2.8.2. Método Walker

Método de diseño de mezcla desarrollado por el profesor norteamericano Stanton Walker en relación con el hecho de que, sea cual fuera la resistencia de diseño del concreto y por tanto su relación agua-cemento, contenido de cemento y características del agregado fino, la cantidad de agregado grueso es la misma, ello cuando se aplica el procedimiento de diseño desarrollado por el Comité 211 del ACI.

Por tal motivo el profesor desarrollo una tabla donde toma en cuenta la relación fino-grueso que varía en función de la pasta de la mezcla, el perfil y tamaño máximo nominal del agregado grueso y módulo de fineza del agregado fino.

La secuencia del diseño para determinar la cantidad de material a usar por metro cubico de concreto se muestra a continuación:

- a. Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada y la desviación estándar de la compañía constructora.
- b. Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- c. Selección del asentamiento de acuerdo a la tabla N° 13.
- d. Selección del volumen unitario del agua de diseño, se usará la siguiente tabla, y se selecciona el volumen unitario de agua en función del TMN y perfil del agregado grueso, y asentamiento de la mezcla.

Tabla N° 18 Volumen Unitario de Agua Sin Aire Incorporado

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Gruoso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m^3 , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: Rivva Lopez, Enrique, 2013

- e. Selección del contenido de aire de la tabla N°15.
- f. Selección de la relación agua-cemento por resistencia y por durabilidad de la tabla N°16.
- g. Determinación del factor cemento.
- h. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua y aire.
- i. Determinación del volumen absoluto de agregado total.
- j. Determinación del porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

Tabla N° 19 Porcentaje de Agregado Fino

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Agregado Redondeado				Agregado Angular			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cubico				Factor cemento expresado en sacos por metro cubico			
	5	6	7	8	5	6	7	8
Agregado Fino - Modulo de fineza de 2.3 a 2.4								
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
Agregado Fino - Modulo de fineza de 2.6 a 2.7								
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	10	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
Agregado Fino - Modulo de fineza de 3.0 a 3.1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

Fuente: Rivva Lopez, Enrique, 2013

- k. Determinación del volumen absoluto de agregado grueso.
- l. Determinación de los pesos secos de los agregados fino y grueso.
- m. Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.
- n. Determinación de la proporción en peso de diseño y de obra.
- o. Determinación del peso por tanda de un saco.

2.2.8.3. Método del Módulo de Finura de la combinación de agregados

En el método de módulo de fineza de la combinación de agregados, los agregados fino y grueso varían para las diferentes resistencias, siendo esta variación función, principalmente, de la relación agua-cemento y del contenido total de agua, expresados a través del contenido de cemento de la mezcla.

Se establece una ecuación que relaciona el módulo de fineza de los agregados fino y grueso, así como su incidencia porcentual en el volumen absoluto total del agregado. Dicha ecuación nos permite determinar el valor del módulo de fineza de la combinación de agregados más conveniente para condiciones dadas de la mezcla.

$$m = r_r \times m_r + r_g \times m_g$$

Donde:

m : Módulo de fineza de la combinación.

m_r : Módulo de fineza del agregado fino.

m_g : Módulo de fineza del agregado grueso.

r_r : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

r_g : Porcentaje de agregado grueso en relación al volumen absoluto total de agregado.

Los valores obtenidos de la ecuación están indicados en la tabla, dichos valores están referidos a agregado angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos de orden del 35%.

La proporción de agregado fino, de módulo de fineza conocido, en relación al volumen absoluto total de agregado necesario para obtener un módulo de fineza determinado en la combinación de agregados puede ser calculada a partir de la siguiente ecuación:

$$r_r = \frac{m_g - m}{m_g - m_r}$$

El valor obtenido de la ecuación multiplicado por el volumen absoluto de agregado, no permite obtener el volumen absoluto de agregado fino, por diferencia se puede determinar el volumen absoluto de agregado grueso.

Ambos volúmenes multiplicados por sus respectivos pesos específicos se obtiene el peso seco de cada agregado por unidad de volumen de concreto.

Secuencia de diseño:

- a. Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada y la desviación estándar de la compañía constructora.
- b. Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- c. Selección del asentamiento, ver Tabla N° 13.
- d. Selección del volumen unitario del agua de diseño, ver Tabla N° 14.
- e. Selección del contenido de aire, ver Tabla N° 15.
- f. Selección de la relación agua-cemento por resistencia y por durabilidad, ver Tabla N° 16.
- g. Determinación del factor cemento.
- h. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua y aire.
- i. Determinación del volumen absoluto del agregado.
- j. Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados.

Tabla N° 20 Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/metro cubico indicados			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: Rivva Lopez, Enrique, 2013

- k. Cálculo del valor r_f .
- l. Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado.
- m. Determinación de los pesos secos de los agregados fino y grueso.
- n. Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.
- o. Determinación de la proporción en peso de diseño y de obra.
- p. Determinación del peso por tanda de un saco.

2.2.8.4. Método de Diseño Vitervo O'Reilly

El método de diseño elaborado por el profesor Vitervo O'Reilly Díaz, consiste en determinar experimentalmente la combinación porcentual de agregado grueso y fino, se logra haciendo una variación en la densidad del concreto mediante los pesos unitarios de los agregados, que ofrezca el mínimo contenido de vacíos obteniendo una mezcla más compacta para alcanzar mayores resistencias. La secuencia de diseño es la siguiente:

- a. Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada y la desviación estándar de la compañía constructora.
- b. Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- c. Selección del asentamiento, ver Tabla N° 13.
- d. Selección del volumen unitario del agua de diseño, ver Tabla N° 14.
- e. Selección del contenido de aire, ver Tabla N°15.
- f. Selección de la relación agua-cemento por resistencia y por durabilidad, ver Tabla N°16.
- g. Determinación del factor cemento.
- h. Determinación de la relación optima de agregados que ofrezca la menor cantidad de vacíos, se halla de manera experimental realizando el peso unitario suelto y compactado de la combinación de agregados, se plantea diversas relaciones de fino y grueso ($r_f:r_g$, 65:35, 70:30, 75:25, 80:20, 85:15, 100:00). Se grafica los resultados y se escoge la relación porcentual de fino y grueso que tenga el mayor peso.
- i. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua y aire.
- j. Determinación del volumen absoluto del agregado.
- k. Calculo de los volúmenes absolutos del agregado, se calcula multiplicando el volumen absoluto del agregado por el porcentaje de incidencia escogida que nos de la menos cantidad de vacíos.
- l. Determinación de los pesos secos de los agregados fino y grueso.
- m. Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.

- n. Determinación de la proporción en peso de diseño y de obra.
- o. Determinación de los pesos por tanda de un saco (O'Reilly Díaz, 1993).

2.2.9. Plan de Seguridad

Cada actividad que se le realice cuenta con riesgo, nada es absolutamente seguro, una parte importante del trabajo a realizar es aplicar medidas necesarias para controlar estos riesgos y proveer un ambiente seguro de trabajo para nosotros, esta medida se le conoce como IPERC.

IPERC es la Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos, es una metodología sistemática y ordenada, para mitigar y evitar los riesgos. Es una de las más usadas por la industria, particularmente por la minería.

Se la puede clasificar de la siguiente manera:

- **IPERC de Línea Base** en donde al inicio de la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional de la empresa y luego anualmente se controlan todos peligros y sus riesgos asociados presentes en todos los procesos de la empresa.
- **IPERC Específico** es la que se aplica cada vez que hay un cambio en la empresa, por ejemplo, un nuevo proceso, la instalación de una nueva máquina etc. Para que se controlen los nuevos peligros y sus riesgos asociados originado por el cambio y que estos por la pobre o nula planificación del cambio cause accidentes.
- **IPERC Continuo** es el que está placado por los trabajadores antes de iniciar los trabajos en las tareas que diariamente les son asignadas, una herramienta muy conocida es el ATS, Análisis de Seguridad en el Trabajo (Ing. Castillo Anyosa, 2015).

El proceso IPERC tiene muchas aplicaciones que poco a poco va incorporando estas herramientas para la mejora en la gestión de seguridad.

Se debe tener como objetivos identificar el peligro, evaluar los riesgos asociados al trabajo realizado, y determinar medidas de control.

En el presente proyecto hay una medida de riesgo por el manejo del vidrio, ya que es un elemento frágil y cortante por lo cual primero se identificará los peligros, luego se evaluará, para minimizar y controlan riesgos.

Se presenta a continuación el formato que sirve para evaluar y la matriz IPERC continuo la que se adecua más al trabajo a realizar y la cual se usara para esta investigación:

Tabla N° 21 Formato IPERC Continuo

IPERC CONTINUO								
DESCRIPCION DEL PELIGRO	RIESGO	EVALUACION IPER			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	EVALUACION DEL RIESGO RESIDUAL		
		A	M	B		A	M	B
SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO								
1								
2								

Fuente: DS-024-2016-EM-ANEXO-7

Tabla N° 22 Matriz de Evaluación de Riesgos IPERC continuo

SEVERIDAD		MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS				
CATASTROFICO	1	1	2	4	7	11
FATALIDAD	2	3	5	8	12	16
PERMANENTE	3	6	9	13	17	20
TEMPORAL	4	10	14	18	21	23
MENOR	5	15	19	22	24	25
		A	B	C	D	E
		COMUN	HA SUCEDIDO	PODRIA SUCEDER	RARO QUE SUCEDA	PRACTICAMENTE IMPOSIBLE QUE SUCEDA
FRECUENCIA						

Fuente: DS-024-2016-EM-ANEXO-7

Tabla N° 23 Descripción de Matriz IPERC Continuo

NIVEL DE RIESGO		DESCRIPCION	PLAZO DE CORRECCION
	ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar PELIGRO se paraliza los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
	MEDIO	Inicar medidas para eliminar/reducir ek riesgo. Evaluar si la accion se puede ejecutar de manera inmediata	0-72 HORAS
	BAJO	Este riesgo puede ser tolerable	1 MES

Fuente: DS-024-2016-EM-ANEXO-7

Para llenar el formato de IPERC continuo, primero se describe el peligro al que estamos expuesto, el cual se describe a continuación:

1. Manipulación de vidrio
2. Traslado del vidrio
3. Limpieza del vidrio
4. Trituración del vidrio
5. Almacenamiento del vidrio triturado
6. Polvo de vidrio

Luego se describe los riesgos que pueden ocasionar los peligros los cuales son: Daños al personal de laboratorio y al ambiente de trabajo.

Luego se designa a cada peligro su respectivo riesgo en la matriz IPERC, luego se realiza su respectiva “evaluación IPERC” con ayuda de la matriz “Evaluación de riesgos IPERC continuo” tabla N° 22 y “Descripción de matriz IPERC continuo” tabla N° 23; con todo lo mencionado se llena el formato de la tabla N° 21, la cual se muestra a continuación:

Tabla N° 24 Matriz IPERC Continuo del Manejo de Vidrio Triturado y Molido

IPERC CONTINUO								
DESCRIPCION DEL PELIGRO	RIESGO	EVALUACION IPER			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	EVALUACION DEL RIESGO RESIDUAL		
		A	M	B		A	M	B
MANIPULACION DEL VIDRIO	DAÑOS A PERSONAS			22	USO DE GUANTES DE SEGURIDAD			25
TRASLADO DEL VIDRIO	DAÑOS A PERSONAS			24	USO DE RECIPIENTES			25
LIMPIEZA DEL VIDRIO	DAÑOS A PERSONAS			22	USO DE GUANTES DE SEGURIDAD			25
TRITURACION DEL VIDRIO	DAÑOS A PERSONAS Y AMBIENTE DE TRABAJO			18	USO DE LENTES, CHALECO MANGA LARGA Y GUANTES DE SEGURIDAD			25
ALMACENAMIENTO DEL VIDRIO TRITURADO	DAÑO A PERSONAS			24	USO DE RECIPIENTES HERMETICOS			25
POLVO DE VIDRIO	DAÑOS A PERSONAS			18	USO DE MASCARILLAS AUTOFILTRANTES			25

Fuente: Elaboración Propia

Medidas de control a implementar:

- **Uso de guantes:** este aspecto es importante ya que el manejo del vidrio puede ocasionar cortes y se mitiga este riesgo con el uso de guantes para vidrio.

- **Uso de lentes:** el vidrio triturado puede en su momento de manipulación salpicar y caer en los ojos causando un daño permanente en la vista, y este riesgo se controla con el uso de lentes de seguridad.
- **Uso de barbijos:** controlara el riesgo de inhalar el vidrio triturado llamado Calcin.
- **Uso de Mameluco Tyvek:** sirve para protegerse de cualquier daño que puedan hacer los agentes materiales peligrosos como el vidrio y vidrio triturado.
- **Uso de recipientes:** servirá para almacenar el vidrio recolectado y almacenaje después de su trituración, debido a que es un material punzo cortante no debe estar expuesto al entorno de trabajo, esta medida mitigara el riesgo.
- **Señalización en recipientes:** los recipientes a utilizarse, deberán tener una señal a modo de indicar que su contenido es peligroso y puede generar cortes si su correcto manejo.

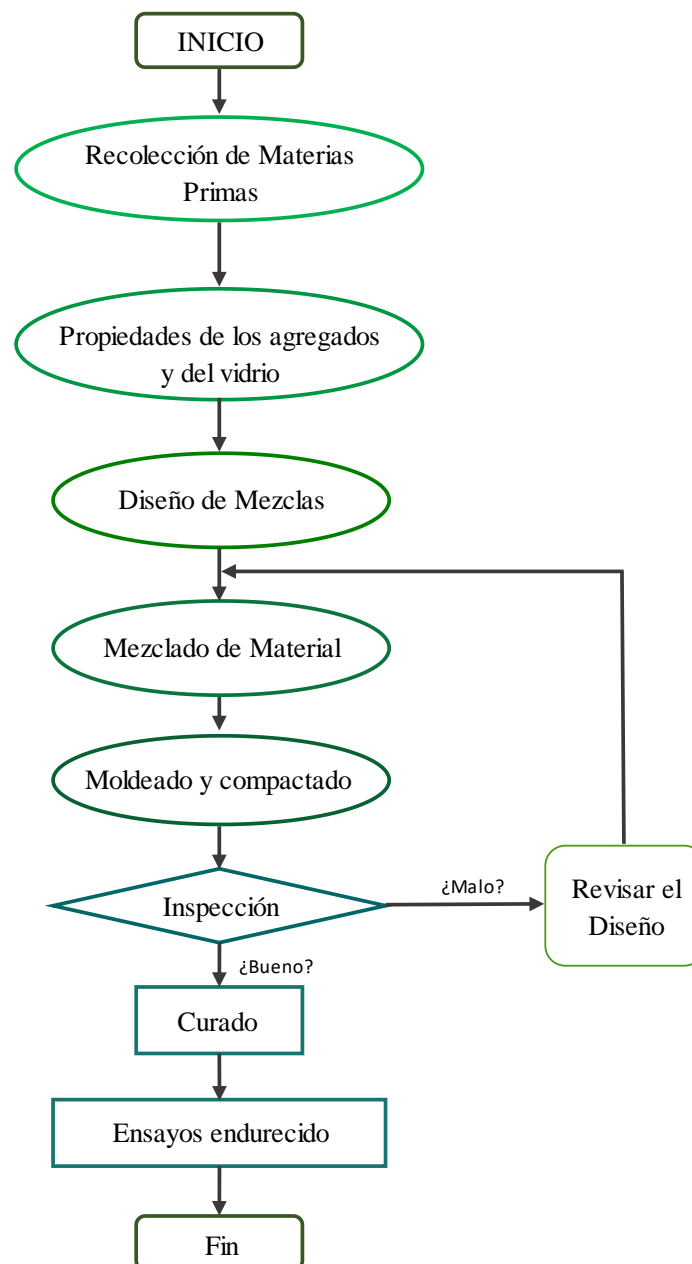
CAPITULO III

3. PROCESO DE PRODUCCION Y CARACTERIZACION DE MATERIALES

3.1. Proceso de Producción de Adoquines

Para el proceso de elaboración de adoquines artesanales se esquematiza de acuerdo a la figura N° 1.

Figura N° 1 Diagrama de Proceso de Elaboración del Adoquín



Fuente: Elaboración Propia

3.1.1. Recolección de Materiales.

Para la elaboración de adoquines se debe tener los siguientes materiales: Agregado grueso no mayor a 3/8” y agregado fino con un módulo de fineza entre los valores 2.2 a 3.1; agua potable y aditivo plastificante.

La descripción de la recolección del vidrio está indicada en el apartado 3.3.

3.1.2. Propiedades de los agregados y del vidrio.

Las propiedades de los materiales que intervienen en la mezcla de concreto de adoquines nos ayudan a determinar la dosificación adecuada.

En el caso del vidrio, se presume que podría quitar agua al diseño, por lo cual se hace los ensayos respectivos para determinar que tanta agua puede requerir.

3.1.3. Diseños de Mezclas.

En los diseños se busca que el adoquín resista de acuerdo a norma, sin embargo, comercialmente las resistencias más requeridas son: Adoquín Tipo I se busca que alcance 320 kg/cm^2 y el Adoquín Tipo II deberá ser 420 kg/cm^2 .

3.1.4. Mezclados de material.

El concreto del Adoquín deberá tener una consistencia seca, por lo cual su forma de mezcla se realiza a través de una mezcladora de paletas horizontales, de no contar con esta máquina se opta por el mezclado manual, siguiendo la siguiente secuencia:

- a. Humedecer las herramientas: el bugui, cucharón.
- b. Dosificar los materiales de acuerdo al diseño.
- c. Humedecer el agregado grueso y fino con parte del agua del diseño y mezclar hasta homogeneizar.
- d. Colocar el Vidrio triturado o molido de ser el caso.
- e. Una vez homogeneizado, esparcir la mezcla y poner el cemento para revolverlo.
- f. Verter el restante de agua con el aditivo y revolver hasta que la pasta esta homogénea.
- g. Se toman la temperatura y se procede vaciar al molde.

3.1.5. Moldeado y Compactado.

Se cuenta con un molde para 5 adoquines y su respectiva compactadora, se coloca el concreto hasta la mitad y se realiza 25 golpes con varilla de 3/8" cada dos capas, seguidos de golpes con el martillo de goma a los lados del molde, luego se compacta 15 veces con el operario de un lado y 15 veces del lado contrario.

Figura N° 2 Compactación Manual



Fuente: Elaboración Propia

3.1.6. Inspección.

Al ser desmoldado el adoquín, no deberá presentar asentamiento alguno, esto debido a que el desmolde es inmediato, así mismo se debe evitar que el molde no genere grietas, caso contrario se vuelve a rediseñar o a realizar el vaciado según sea el caso.

Figura N° 3 Adoquín óptimo al momento de desmoldar



Fuente: Elaboración Propia

3.1.7. Curado.

Los adoquines mecanizados por su gran cantidad de producción al día, cuentan con un curado en cámaras de rociado de agua.

Lo adoquines artesanales, como son el caso, se realiza el curado una vez que el adoquín ha endurecido lo cual sucede en un rango de 5 a 24 horas.

Figura N° 4 Curado de Adoquines



Fuente: Elaboración Propia

3.1.8. Ensayos Endurecidos.

Los ensayos requeridos por la norma son: Compresión, Absorción, Comprobación de Dimensiones y Abrasión.

3.2. Propiedades de los Agregados

3.2.1. Granulometría de los Agregados

3.2.1.1. Agregado Grueso.

Para realizar el ensayo nos basamos en las cantidades mínimas que exige la NTP 400.012 así como las características de los tamices.

Considerando que el agregado para adoquines es de 3/8" se toma una muestra de 1000 g, y se procede a ensayar.

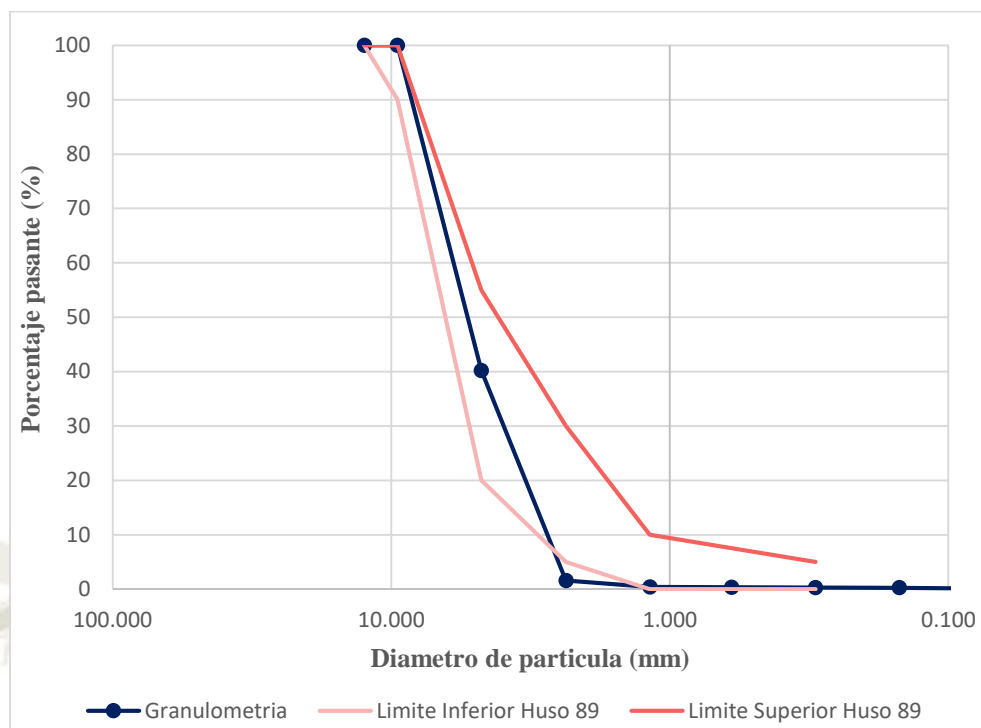
Tabla N° 25 Análisis Granulométrico para la Piedra Chancada 3/8"

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0
N°4	4.750	597.50	59.8	59.8	40.2
N°8	2.360	385.50	38.6	98.4	1.6
N°16	1.180	12.00	1.2	99.6	0.4
N°30	0.600	0.50	0.1	99.7	0.3
N°50	0.300	0.50	0.1	99.7	0.3
N°100	0.150	0.50	0.1	99.8	0.2
N°200	0.075	1.00	0.1	99.9	0.1
BANDEJ A	-	1.30	0.1	100.0	0.0
	PESO TOTAL	998.80	100.0		

Fuente: Elaboración Propia

Los límites utilizados para el Gráfico N° 1, son los indicado por la NTP 400.037 del huso 89 (ver tabla N° 8).

Gráfico N° 1 Curva Granulométrica del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Se decide usar el agregado grueso a pesar de no cumplir con las gradaciones especificadas, donde en el tamiz N° 8 tiene un bajo porcentaje, debido a que existen estudios anteriores con el material procedente de la cantera “La Poderosa” cuyos resultados no producen un efecto negativo en el concreto, lo cual esta permitido de acuerdo al numeral 9.1 de la NTP 400.037 , indicando que se puede hacer uso del agregado que no cumpla con la granulometría, cuando existan estos estudios.

De la Tabla N° 25 se toman los valores respectivos para calcular el módulo de fineza (MF)

$$MF = \frac{59.82+98.42+99.62+99.67+99.72+99.77}{100}$$

$$MF = 5.57$$

Figura N° 5 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.2. Agregado Fino.

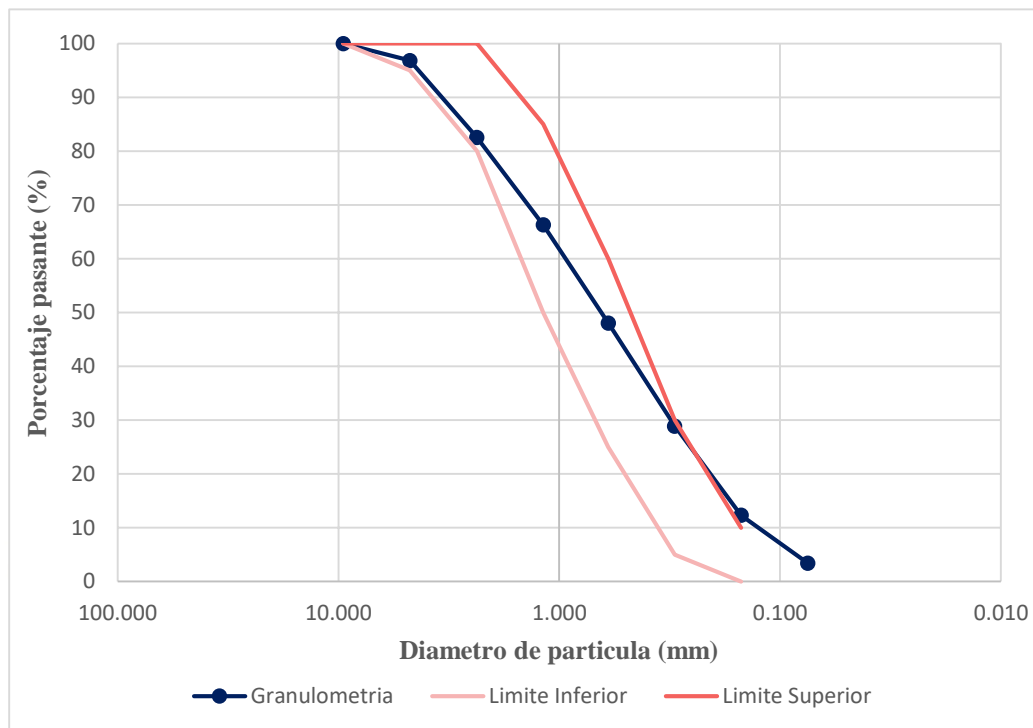
Se toma para el ensayo una muestra de 500 g para realizar el ensayo de granulometría al agregado fino, esto según la indicación de la NTP 400.012.

Tabla N° 26 Análisis Granulométrico del Agregado Fino

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0
N°4	4.750	15.75	3.2	3.2	96.8
N°8	2.360	71.33	14.3	17.5	82.5
N°16	1.180	80.93	16.2	33.7	66.3
N°30	0.600	91.01	18.3	51.9	48.1
N°50	0.300	95.48	19.1	71.1	28.9
N°100	0.150	82.70	16.6	87.7	12.3
N°200	0.075	44.35	8.9	96.6	3.4
BANDEJA	-	17.07	3.4	100.0	0.0
	PESO TOTAL	498.62	100.0		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 2 Curva Granulométrica del Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Se determina usar el agregado fino, a pesar de que no cumple con las gradaciones especificadas para el tamiz N° 100, siendo el porcentaje de exceso en un 2.3% del límite máximo y una sola malla, por lo tanto, se opta por realizar el ensayo de azul de metileno para determinar si los finos pasantes de la malla N° 200 son dañinos para el concreto de donde se obtuvo resultados favorables para su empleo.

Los límites aplicados para la comparación en el anterior gráfico, vienen dados por la Tabla N° 5 basadas en la norma.

Con los valores de la tabla N° 23 se determina el módulo de fineza (MF) de agregado fino.

$$MF = \frac{3.16+17.46+33.69+51.95+71.10+87.68}{100}$$

$$MF = 2.65$$

Figura N° 6 Análisis Granulométrico al Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. Ensayo azul de metileno de la fracción que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200)

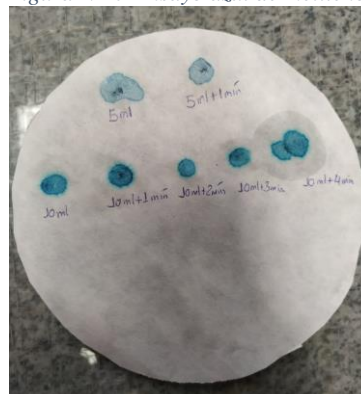
Tabla N° 27 Calculo de Valor de azul de metileno

Cálculo del Valor de Azul de Metileno	
Tipo de Muestra	Cantidad
Ag. Fino pasante #200	30.0 g
Datos	
Vol. de Azul de Metileno	10.0 ml
Valor de Azul de Metileno	3.3 mg/g

Fuente: Elaboración Propia

Se realiza dos ensayos con la misma muestra y donde se obtiene un valor de azul de metileno de 3.3 mg/g para ambos casos, lo cual indica que la fracción fina tiene un desempeño excelente.

Figura N° 7 Ensayo azul de metileno



Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos.

Siguiendo los procedimientos establecidos en la NTP 400.021 se obtiene los siguientes resultados.

Tabla N° 28 Pesos Específicos y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso

N° de muestra	1	2
Peso de muestra saturada con superficie seca (g)	2020.0	2041.0
Peso de muestra + canastilla sumergida (g)	2159.0	2174.0
Peso de canastilla sumergida (g)	885.0	885.0
Peso de muestra seca (g)	1998.0	2019.0
Peso muestra sumergida (g)	1274.0	1289.0
Volumen de la muestra (cm ³)	746.0	752.0
Peso específico de masa (g/cm ³) a 23 °C	2.68	2.68
Pe _{sss} (g/cm ³) a 23 °C	2.71	2.71
Pe _a (g/cm ³) a 23 °C	2.76	2.76
Absorción (%)	1.1	1.1
CORRECCIÓN POR TEMPERATURA A 20 °C		
Coefficiente de Temperatura K	0.99933	0.99933
Peso específico de masa (g/cm ³) a 20 °C	2.68	2.68
Pe _{sss} (g/cm ³) a 20 °C	2.71	2.71
Peso específico aparente (g/cm ³) a 20 °C	2.76	2.76

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 8 Toma de datos de la muestra N°2 sumergida en agua



Fuente: Elaboración Propia

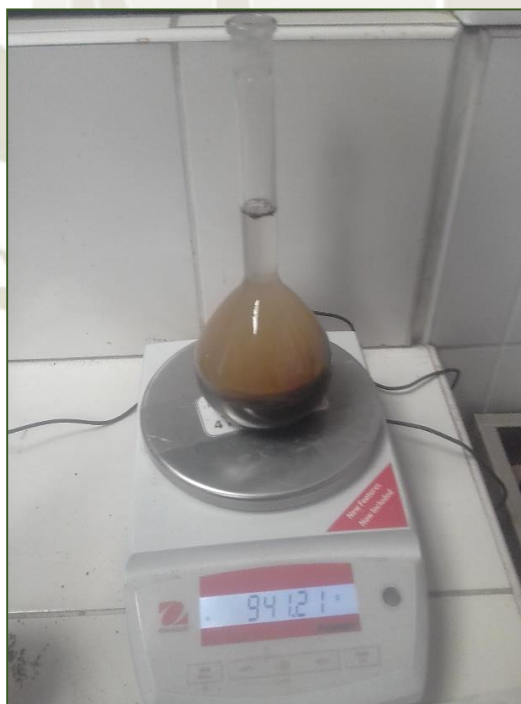
3.2.4. Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos.

Tabla N° 29 Gravedad Especifica del Agregado Fino y Porcentaje de Absorción

N° de Muestra	1	2
Masa de la muestra seca al horno. (g)	483.70	483.00
Masa de la fiola llenado con agua hasta la marca. (g)	644.53	644.53
Masa de la fiola con agua y la muestra hasta la marca. (g)	941.22	939.97
Masa de la muestra superficialmente saturada (g)	500.00	500.00
Peso específico de masa (g/cm^3) a 23 °C	2.38	2.36
Pe_{sss} (g/cm^3) a 23 °C	2.46	2.44
Peso específico aparente (g/cm^3) a 23 °C	2.59	2.58
Absorción (%)	3.4	3.5
CORRECCIÓN POR TEMPERATURA A 20 °C		
Coefficiente de Temperatura K	0.99933	0.99933
Peso específico de masa (g/cm^3) a 20 °C	2.38	2.36
Pe_{sss} (g/cm^3) a 20 °C	2.46	2.44
Peso específico aparente (g/cm^3) a 20 °C	2.58	2.57

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 9 Determinación de Peso de Fiola, Agua y Agregado



Fuente: Elaboración Propia

3.2.5. Peso Unitario Suelto y Compactado

Se determina usar el recipiente de $1/10 \text{ pie}^3$ tanto para el agregado grueso como para el fino, ya que ambos son pasantes de la malla $1/2''$. Así mismo, se realizaron tres ensayos para cada tipo de agregado, con el objetivo de obtener un promedio más acertado y mayor precisión.

3.2.5.1. Agregado Grueso

Tabla N° 30 Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso

N° de muestra	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	5408.5	5410.5	5392.0
Peso de molde (g)	1649.0	1649.0	1649.0
Peso de la muestra (g)	3759.5	3761.5	3743.0
Volumen del Molde (cm^3)	2813.2	2813.2	2813.2
Peso unitario suelto (g/cm^3)	1.34	1.34	1.33
Peso unitario promedio (kg/m^3)	1334.66		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 31 Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso

N° de muestra	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	5902.0	5891.5	5906.0
Peso de molde (g)	1649.0	1649.0	1649.0
Peso de la muestra (g)	4253.0	4242.5	4257.0
Volumen del Molde (cm^3)	2813.2	2813.2	2813.2
Peso unitario suelto (g/cm^3)	1.51	1.51	1.51
Peso unitario promedio (kg/m^3)	1511.03		

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5.2. Agregado Fino

Tabla N° 32 Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

N° de muestra	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	5779.0	5778.0	5761.0
Peso de molde (g)	1650.0	1650.0	1650.0
Peso de la muestra (g)	4129.0	4128.0	4111.0
Volumen del Molde (cm^3)	2799.1	2799.1	2799.1
Peso unitario suelto (g/cm^3)	1.48	1.47	1.47
Peso unitario promedio (kg/m^3)	1472.85		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 33 Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

N° de muestra	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	6327.0	6313.0	6316.0
Peso de molde (g)	1650.0	1650.0	1650.0
Peso de la muestra (g)	4677.0	4663.0	4666.0
Volumen del Molde (cm ³)	2799.1	2799.1	2799.1
Peso unitario suelto (g/cm ³)	1.67	1.67	1.67
Peso unitario promedio (kg/m ³)	1667.94		

Fuente: Elaboración Propia

3.2.6. Peso Unitario Suelto y Compactado de la combinación de agregados

Con este ensayo se busca hallar la mejor relación de agregados gruesos y finos al combinarlos, se realiza este ensayo aplicando el procedimiento indicado en la NTP 400.017.

Se plantea diversas relaciones entre fino y grueso ($r_f:r_g$, 65:35, 70:30, 75:25, 80:20, 85:15, 100:00). Se grafica los resultados y se escoge la relación porcentual de fino y grueso que tenga el mayor peso.

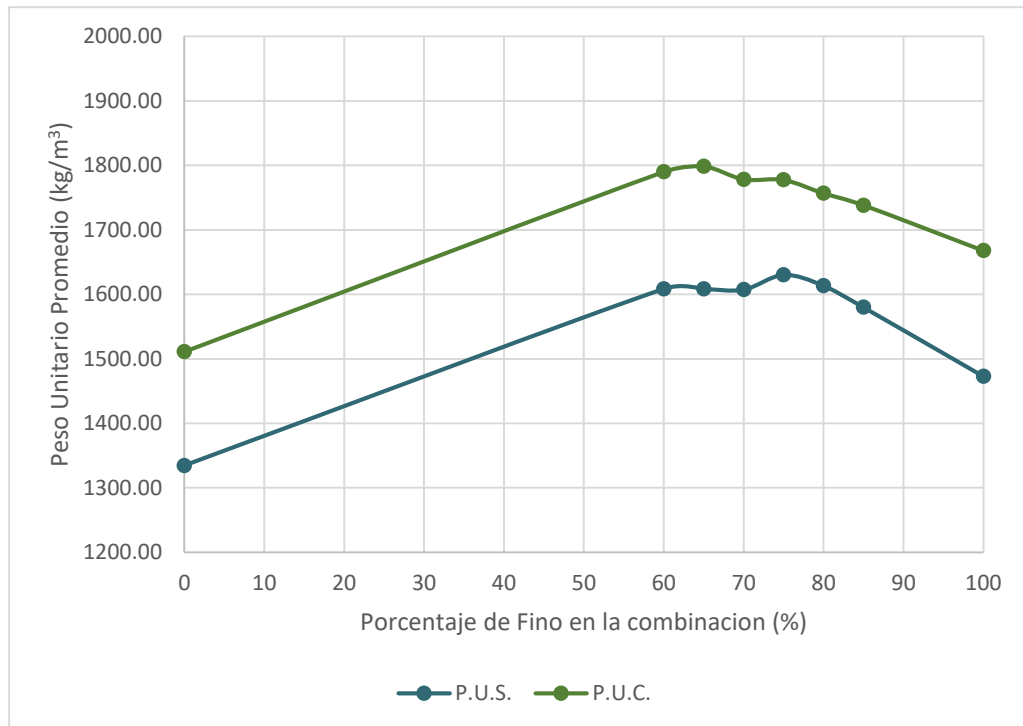
Tabla N° 34 P.U.S. y C. de la Combinación de los Agregados en Diferentes Proporciones

PORCENTAJE DE COMBINACIÓN		VOL. (cm ³)	P. MOLDE (g)	P.S. 1 (g)	P.S. 2 (g)	P.S.3 (g)	P.S. PROM. (g)	P.U.S. PROM. (kg/m ³)	P.C. 1 (g)	P.C. 2 (g)	P.C. 3 (g)	P. C. PROM. (g)	P.U.C. PROM. (kg/m ³)
Grueso	Fino												
15%	85%	2799.09	1728.5	4431.0	4412.5	4424.0	4422.5	1579.98	4858.0	4880.0	4859.0	4865.7	1738.30
20%	80%	2799.09	1728.5	4526.5	4517.0	4506.0	4516.5	1613.56	4917.5	4908.5	4926.5	4917.5	1756.82
25%	75%	2799.09	1728.5	4566.0	4557.0	4567.0	4563.3	1630.29	4963.0	4964.0	5000.0	4975.7	1777.60
30%	70%	2799.09	1728.5	4512.0	4478.5	4508.0	4499.5	1607.48	4979.5	4983.5	4971.5	4978.2	1778.49
35%	65%	2799.09	1728.5	4498.5	4494.5	4512.5	4501.8	1608.32	5034.0	5033.5	5036.0	5034.5	1798.62
40%	60%	2799.09	1728.5	4466.5	4502.5	4539.5	4502.8	1608.67	4971.0	5030.0	5031.0	5010.7	1790.10

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 30, se realizaron combinaciones de los agregados en diferentes porcentajes a fin de determinar sus pesos unitarios sueltos y compactados para el Método de Diseño Vitervo O'Reilly, para lo cual se realiza el gráfico N° 3.

Gráfico N° 3 Curvas de P.U.S. Y P.U.C. de la Combinación de Agregados en diferentes porcentajes



Fuente: Elaboración Propia

3.2.7. Contenido de Humedad

Tabla N° 35 Contenido de Humedad de los Agregados

	AGREGADO	
	FINO	GRUESO
MASA INICIAL (g)	1200.0	1500.0
MASA SECA (g)	1145.5	1499.5
C.H. (%)	4.8%	0.03%

Fuente: Elaboración Propia

3.2.8. Desgaste de Agregado Grueso

Tabla N° 36 Resultado de Resistencia a la Abrasión y al Desgaste

Que pasa	Retenido sobre	Masa inicial (g)	Masa final (g)	% de Pérdida
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	2500.0	761.5	70%
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N°4)	2500.0	1531.0	39%
TOTAL		5000.0	2292.5	54%

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Producción de Vidrio Molido

2.3.1. Proceso de recolección y liberación de impurezas

Para la recolección de vidrio se contactó a una distribuidora de Vidrio de la corporación Fukurawa, ubicada en la Av. Independencia N° 1339 A, en la Ciudad Arequipa.

El proceso de recolección trata de llevar un recipiente de almacén, en este caso baldes de 20 litros, para recogerlos cada cierto tiempo luego de su llenado.

Para el proceso de liberación de impurezas se ha de considerar que el vidrio que se recolecta no está expuesto a desechos orgánicos, los retazos que se van desechando son colocados en los baldes encargados para dicha recolección el factor que podría contaminar al vidrio en este caso son partículas en el aire, por lo cual luego de la recolección y recogimiento de los envases, se procede a lavar los retazos de vidrios con los implementos de seguridad ya detallados en el apartado 2.2.9. de este texto.

Luego del proceso de lavado, el vidrio es colocado en baldes limpios y son cerrados para evitar alguna mala manipulación externa.

Al concluir la recolección de Vidrio durante dos meses, se acumuló 765 kg de vidrio.

Figura N° 10 Almacenaje del Vidrio Limpio



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2. Trituración del Vidrio y Selección

El vidrio por su característica de ser frágil, puede ser triturado de la misma manera como se hace con el agregado, teniendo en cuenta las medidas de seguridad de su manejo antes, durante y después del proceso. Así de esta forma se realizó de dos formas que se explica a continuación:

- **Trituración Lenta:** Se emplea la Máquina de Abrasión de los Ángeles, se coloca en la máquina el vidrio en retazos una cantidad máxima de 10 kg y se programa 600 revoluciones si la mayor cantidad de retazos es de espesor delgado o 800 revoluciones si la mayor cantidad de retazos son de espesor grueso, el proceso de trituración demora entre 30 a 40 minutos.

Después de la trituración en la máquina de Abrasión de los Ángeles se tamiza con una malla de abertura de 9.50 mm (3/8”) para retener el vidrio de tamaño mayor y se volverlo a triturar en la máquina. La ventaja de triturar en la Máquina de los Ángeles es que el vidrio se lima en el proceso de trituración y el material resultante es manipulable.

- **Trituración Rápida:** Se emplea la chancadora de agregados para una producción más rápida, se coloca el vidrio en la chancadora para una producción del tamaño de 3/8”, la chancadora tiene un rendimiento de 360 m³/h, a fin de eliminar los filos del vidrio, se coloca en la máquina de los ángeles 10 kg y se programa para 100 revoluciones.

Una vez triturado, el vidrio obtiene diversos diámetros, de los cuales se tamiza por la malla de 3/8” para someterlo al análisis granulométrico. También se va seleccionando aquel Vidrio Molido que pase la malla N°100, ya que este polvillo se considerara como Calcin en el resto del proyecto; se recomienda usar la trituración rápida para obtener el vidrio molido en mayor cantidad aumentando las revoluciones a 600.

2.3.3. Ensayos al vidrio molido y triturado

Debido a que el vidrio molido triturado no tiene una normatividad de uso en su estado de reciclado, es que realizamos dos ensayos para determinar la granulometría con el que se está trabajando y a la vez el peso específico y

absorción, en estos últimos, en dos diferentes condiciones como grueso y como fino.

2.3.3.1. Granulometría del vidrio

Debido a que el agregado grueso tiene un TMN de 3/8" y se plantea analizar el comportamiento del vidrio como agregado es que se realiza la previa selección de partículas pasantes de la malla 3/8".

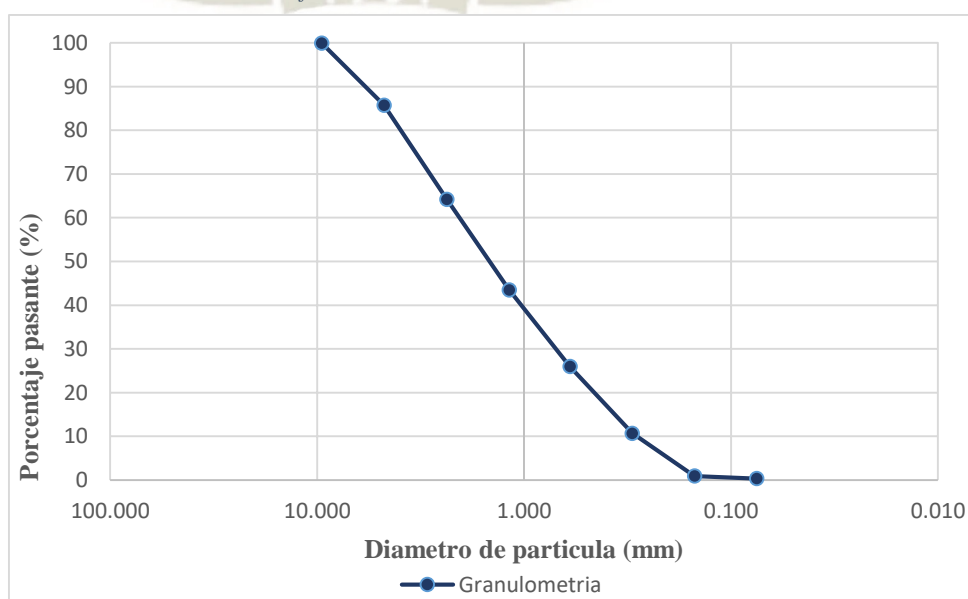
El ensayo es realizado como el procedimiento indicado en la NTP 400.012.

Tabla N° 37 Análisis Granulométrico del vidrio molido pasante malla 3/8"

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE
3/8"	9.500	2.33	0.1	0.1	99.9
N°4	4.750	356.42	14.3	14.3	85.7
N°8	2.360	538.55	21.5	35.8	64.2
N°16	1.180	517.41	20.7	56.5	43.5
N°30	0.600	438.33	17.5	74.0	26.0
N°50	0.300	380.90	15.2	89.3	10.7
N°100	0.150	244.89	9.8	99.1	0.9
N°200	0.075	14.15	0.6	99.7	0.3
BANDEJA	-	6.33	0.3	99.9	0.1
PESO TOTAL		2499.30	100.00		

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 4 Curva Granulométrica del Vidrio



Fuente: Elaboración Propia

A partir de la curva granulométrica del vidrio triturado, se realiza la clasificación del vidrio triturado en vidrio triturado fino y vidrio triturado grueso.

- Vidrio Triturado Fino

Es aquel cuya granulometría está delimitada por las mallas siguientes: Que todo el material pase la malla N° 8 (2.36 mm) y retenida en la N° 100 (0.150 mm).

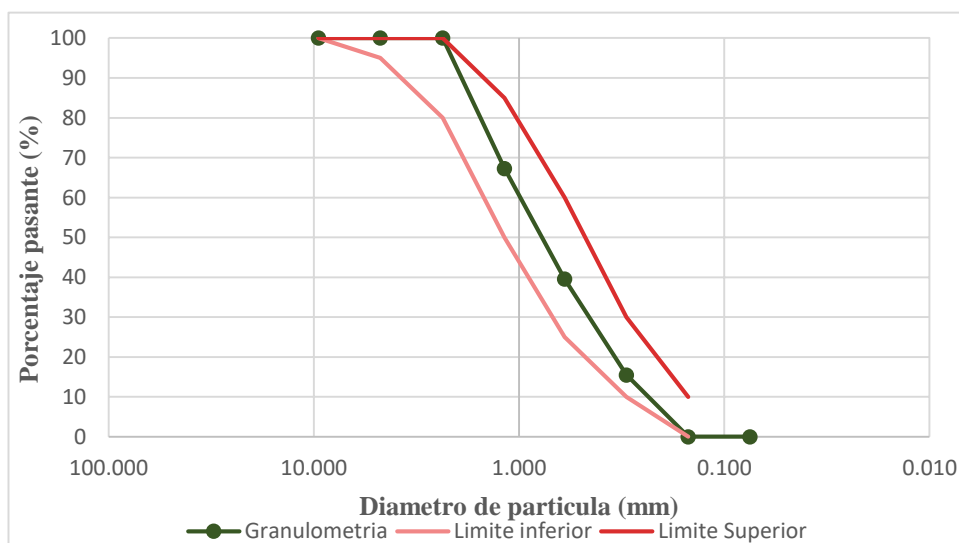
El ensayo es realizado como el procedimiento indicado en la NTP 400.012.

Tabla N° 38 Granulometría del Vidrio Triturado Fino

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0
N°4	4.750	0.00	0.0	0.0	100.0
N°8	2.360	0.00	0.0	0.0	100.0
N°16	1.180	517.41	32.7	32.7	67.3
N°30	0.600	438.33	27.7	60.4	39.6
N°50	0.300	380.90	24.1	84.5	15.5
N°100	0.150	244.89	15.5	100.0	0.0
N°200	0.075	0.00	0.0	100.0	0.0
BANDEJA	-	0.00	0.0	100.0	0.0
PESO TOTAL		1581.52	100.00		

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5 Granulometría del Vidrio Triturado Fino



Fuente: Elaboración Propia

Los límites aplicados para la comparación en el anterior gráfico, vienen dados por la Tabla N° 7 basadas en la norma.

De la Tabla N° 38 se determina que el % de diferencia es 0.01% que no excede el 0.3% que la norma exige por lo cual se da por correcto al ensayo, al igual que el agregado fino se procede a calcular el módulo de fineza tomando las cantidades del porcentaje acumulativo retenido 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100, para poder calcular el módulo de fineza (MF) del Vidrio Triturado Fino.

$$MF = 2.78$$

- Vidrio Triturado Grueso

Es aquel cuya granulometría está delimitada por las mallas siguientes: Que todo el material pase la malla N° 1/4" y retenida en la N° 8 (2.360 mm).

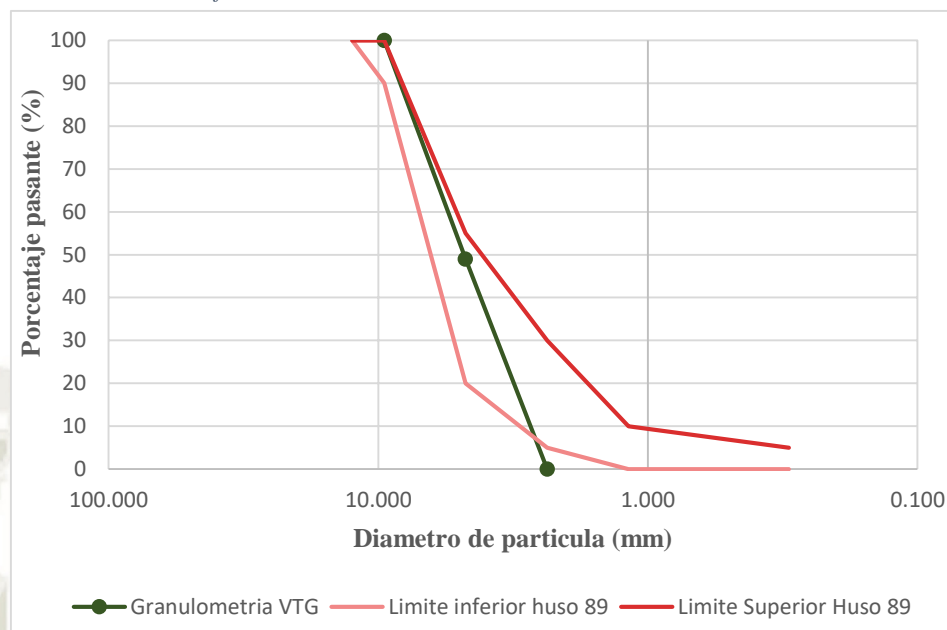
El ensayo es realizado como el procedimiento indicado en la NTP 400.012.

Tabla N° 39 Granulometría del Vidrio Grueso

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0
N°4	4.750	538.55	51.0	51.00	49.0
N°8	2.360	517.41	49.0	100.0	0.0
N°16	1.180	0.00	0.0	100.0	0.0
N°30	0.600	0.00	0.0	100.0	0.0
N°50	0.300	0.00	0.0	100.0	0.0
N°100	0.150	0.00	0.0	100.0	0.0
N°200	0.075	0.00	0.0	100.0	0.0
BANDEJA	-	0.00	0.0	100.0	0.0
PESO TOTAL		1055.96	100.00		

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 6 Granulometría de Vidrio Triturado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

Los límites aplicados para la comparación en el anterior gráfico, vienen dados por la Tabla N° 8 tal cual el agregado grueso

Se calcula el módulo de finesa (MF) para el Vidrio Triturado Grueso

$$MF = 5.51$$

2.3.3.2. Peso Específico y absorción del vidrio

A partir de la gráfica granulométrica es que se va a clasificar el vidrio triturado en grueso y en fino.

- **Ensayo según la NTP 400.021**

Para el ensayo se hace uso del vidrio triturado grueso que está clasificado de la pasante de 1/4" y lo retenido de la malla N° 8.

Tabla N° 40 Peso Específico y Absorción del Vidrio Triturado Grueso

Peso de muestra saturada con superficie seca (g)	2269.00
Peso de muestra + canastilla sumergida (g)	2250.00
Peso de canastilla sumergida (g)	891.00
Peso de muestra seca (g)	2267.50
Peso muestra sumergida (g)	1359.00
Volumen de la muestra (cm ³)	910.00
Peso específico de masa (g/cm ³) a 23°C	2.49
Pe _{sss} g/cm ³ a 23°C	2.49
Peso específico aparente (g/cm ³) a 23°C	2.50
Absorción (%)	0.1
CORRECCIÓN POR TEMPERATURA A 20°C	
Coeficiente de Temperatura K	0.99933
Peso específico de masa (g/cm ³) a 20°C	2.49
Pe _{sss} (g/cm ³) a 20°C	2.49
Peso específico aparente (g/cm ³) a 20°C	2.50

Fuente: Elaboración Propia

- **Ensayo según la NTP 400.022**

Para el ensayo se hace uso del vidrio triturado fino que está clasificado de la pasante de la malla N°8 y lo retenido de la malla N°100.

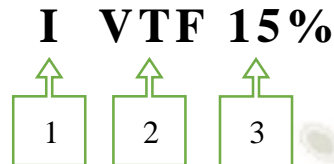
Tabla N° 41 Peso Específico y Absorción del Vidrio Triturado Fino

Masa de la muestra seca al horno (g)	497.5
Masa de la fiola llenado con agua hasta la marca (g)	672.3
Masa de la fiola con agua y la muestra hasta la marca (g)	971
Masa de la muestra superficialmente saturada (g)	500
Peso específico de masa (g/cm ³) a 23°C	2.47
Pe _{sss} (g/cm ³) a 23°C	2.48
Peso específico aparente (g/cm ³) a 23°C	2.50
Absorción (%)	0.5
CORRECCIÓN POR TEMPERATURA A 20°C	
Coeficiente de Temperatura K	0.99933
Peso específico de masa (g/cm ³) a 20°C	2.47
Pe _{sss} (g/cm ³) a 20°C	2.48
Peso específico aparente (g/cm ³) a 20°C	2.50

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Escenarios para el diseño con vidrio

Es necesario establecer en esta parte una nomenclatura para los próximos diseños del siguiente capítulo, por lo cual se plantea escenarios y se detalla la nomenclatura a usar en la siguiente esquematización.



Donde en

1: Hace referencia al tipo de adoquín tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$) y adoquín tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$) con la numeración romana respectiva

2: Hace referencia al tipo de escenario: vidrio triturado fino (VTF), vidrio triturado grueso (VTG), vidrio molido en reemplazo (VMR) y vidrio molido añadido (VMA).

3: hace referencia al porcentaje de vidrio que se proporciona al adoquín.

A continuación, se explica cada escenario y los porcentajes propuestos.

2.3.4. Escenario con Vidrio Triturado Fino (VTF)

Se plantea añadir el vidrio triturado fino en porcentajes 15%, 20%, 25% y 30% del volumen total de agregado fino y grueso.

2.3.5. Escenario con Vidrio Triturado Grueso (VTG)

Se plantea reemplazar el agregado grueso por vidrio triturado grueso en porcentajes 15%, 30% y 45%.

2.3.6. Escenario con Vidrio Molido en Reemplazo del cemento (VMR)

Se plantea reemplazar el cemento por vidrio molido en porcentajes 15%, 20%, 25% y 30% del volumen total del cemento.

2.3.7. Escenario con Vidrio Molido Añadido (VMA)

Se plantea añadir el vidrio molido en porcentajes 15%, 20% y 25% del volumen total del cemento.

CAPITULO IV

4. DESCRIPCION DE LAS METODOLOGIAS DE DISEÑO

Se buscará mediante los métodos de diseño, las proporciones de mezcla que nos brinde un concreto con la resistencia requerida en obra, para lo cual se debe tener conocimiento de las propiedades físicas de los materiales que integran la mezcla de concreto.

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto, para ser utilizadas en la preparación de Adoquines de concreto tipo I y tipo II, para su uso en pavimentos, en la ciudad de Arequipa.

Las resistencias de diseño para los adoquines son:

Resistencia a compresión $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$, adoquín de concreto tipo I.

Resistencia a compresión $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, adoquín de concreto tipo II.

Por lo cual es importante mencionar las características de los materiales con los cuales se va a diseñar, se detallan a continuación:

- **Cemento:** Cemento Portland IP – “ Yura”
- **Peso Específico:** 2.85 g/cm^3
- **Agua:** Agua Potable del Laboratorio de la “UCSM”
- **Agregados:** propiedades detalladas en la Tabla N° 37

Tabla N° 42 Resumen de Propiedades de los Agregados Grueso y Fino

DATOS DE LABORATORIO	Grava	Arena
Peso Específico de masa a 23 °C	2.68	2.37
Peso Unitario Suelto (kg/m^3)	1334.67	1465.84
Peso Unitario Compactado (kg/m^3)	1511.05	1659.93
Módulo de Fineza	5.57	2.65
Tamaño Máximo Nominal (in.)	3/8"	-
Contenido de Humedad (%)	0%	4.80%
Absorción (%)	1.14%	3.44%

Fuente: Elaboración Propia

Con las características mencionadas, se realiza el diseño mediante los métodos de diseño mencionado en el apartado **2.2.8**.

El diseño óptimo será el punto de partida para evaluar la influencia de la adición de vidrio molido y triturado, mediante la adición y reemplazo de algunos materiales componentes del

concreto, relacionando el porcentaje adicionado con sus propiedades mecánicas y físicas del adoquín.

4.1. Método de Diseño de Mezcla del Comité 211 del ACI

4.1.1. Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín Tipo I

a. **Selección de la resistencia a compresión promedio:** Debido a que no contamos con un registro de roturas, se calculara de usando la tabla N° 12:

$$f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2, f'_{cr} = f'_c + 84; \text{ entonces } f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$$

b. **Selección del tamaño máximo nominal del agregado:** Se seleccionó un TMN de 3/8" para concreto de adoquines.

c. **Selección del asentamiento:** El asentamiento será de 0" a 1" ya que la mezcla de concreto para adoquines debe ser de consistencia seca.

d. **Selección de volumen unitario de agua de diseño:** De acuerdo a la consistencia requerida de nuestro concreto y el TMN de nuestro agregado, de la tabla N° 14 se obtiene un volumen unitario de agua de 207 l/m^3 .

e. **Selección del contenido de aire:** De la tabla N° 15, se tiene como contenido de aire de atrapado de 3% para un TMN de 3/8".

f. **Selección de la relación agua-cemento:** La relación agua/cemento es inversamente proporcional a la resistencia de diseño, según la tabla N° 16 se escoge como relación $a/c = 0.42$ para un concreto de 404 kg/cm^2 sin aire incorporado.

g. **Determinación del factor cemento:** Conociendo el volumen unitario de agua y la relación agua/cemento se puede calcular la cantidad de cemento a usar por metro cubico de concreto de la siguiente forma:

$$C = \frac{207 \text{ kg/m}^3}{0.42}$$

$$C = 496.64 \text{ kg/m}^3$$

$$C = 11.69 \text{ sacos/m}^3$$

h. **Determinación del contenido de agregado grueso:** De la tabla N°17, para un módulo de fineza de 2.65 y un TMN de 3/8", le corresponde un volumen de agregado grueso compactado de 0.475 m^3 por unidad cubica de concreto. Luego se calcula el peso de la siguiente forma:

$$W_{\text{ag. Grueso}} = 1511.05 \times 0.475 = 717.75 \text{ kg}$$

- i. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso:** Conocido los pesos y propiedades físicas de los materiales se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Cemento:} \quad 496.64 / (2.85 \times 1000) = 0.174 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua:} \quad 207 / 1000 = 0.207 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire atrapado:} \quad 3\% = 0.030 \text{ m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso:} \quad 717.75 / (2.68 \times 1000) = 0.268 \text{ m}^3$$

$$\text{Total:} \quad 0.679 \text{ m}^3$$

- j. Determinación del volumen absoluto y peso de agregado fino:**

$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} = 1.000 - 0.679 = 0.321 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 2.37 \times 1000 \times 0.321 = 760.77 \text{ kg/m}^3$$

- k. Determinación de la cantidad de aditivo:** Al ser una mezcla de concreto de consistencia seca, se usará Aditivo Sikka Plastificante, lo cual permitirá que nuestra mezcla sea trabajable. Según las especificaciones técnicas se usará una dosis de 300 ml / saco:

$$\text{Densidad del aditivo} = 1.2 \text{ g/ml}$$

$$\text{Aditivo} = 0.300 \times 1.2 \times 11.69 = 4.21 \text{ kg/m}^3$$

- l. Valores de Diseño:**

$$\text{Cemento:} \quad 496.64 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua:} \quad 207 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Ag. Fino Seco:} \quad 760.77 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso Seco:} \quad 717.75 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aditivo Plastificante:} \quad 4.21 \text{ kg/m}^3$$

- m. Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado:**

$$\text{Contenido de humedad del agregado grueso:} \quad 0.00 \%$$

$$\text{Contenido de humedad del agregado fino:} \quad 4.80 \%$$

$$\text{Absorción del agregado grueso:} \quad 1.14 \%$$

$$\text{Absorción del agregado fino:} \quad 3.44 \%$$

$$\text{Ag. Fino Húmedo} = 760.77 \times \left(1 + \frac{4.80}{100}\right) = 797.29 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso Húmedo} = 717.75 \times \left(1 + \frac{0.00}{100}\right) = 717.75 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua del Ag. Fino} = 760.77 \times \left(\frac{4.80-3.44}{100} \right) = 10.35 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua del Ag. Grueso} = 717.75 \times \left(\frac{0.00-1.14}{100} \right) = -8.18 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua total} = 10.35 - 8.18 = +2.16 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 207 - (+2.16) = 204.84 \text{ l/m}^3$$

n. Valores de diseño corregidos por humedad:

Cemento: 496.64 kg/m³

Agua: 204.84 l/m³

Ag. Fino Húmedo: 797.29 kg/m³

Ag. Grueso Húmedo: 717.75 kg/ m³

Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m³

o. Determinación de la proporción en peso:

Cemento: 496.64 / 496.64 = 1

Agua: 204.84 / 496.64 = 0.41

Ag. Fino Húmedo: 797.29 / 496.64 = 1.61

Ag. Grueso Húmedo: 717.05 / 496.64 = 1.45

Aditivo Plastificante: 4.21 / 496.64 = 0.01

p. Determinación de los pesos por tanda de un saco:

Cemento: 1 x 42.5 = 42.5 kg/saco

Agua: 0.41 x 42.5 = 17.53 l/saco

Ag. Fino Húmedo: 1.61 x 42.5 = 68.23 kg/saco

Ag. Grueso Húmedo: 1.45 x 42.5 = 61.42 kg/saco

Aditivo Plastificante: 0.01 x 42.5 = 0.36 kg/saco

q. Cuadro resumen:

Tabla N° 43 Proporciones de Diseño Método ACI $f_c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.64 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	204.84 l/m ³	0.41	17.53 l/saco
Agregado Fino	797.28 kg/m ³	1.61	68.23 kg/saco
Agregado Grueso	717.75 kg/ m ³	1.45	61.42 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín Tipo II

El procedimiento desarrollado del diseño de mezcla, es el mismo que se desarrolló en el diseño de mezcla del adoquín tipo I, por lo cual se muestra para $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, la siguiente tabla:

Tabla N° 44 Diseño de Mezcla Método ACI $f'c=420\text{kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos / m ³
Determinación contenido agregado grueso	V = 0.475 m ³ , $W_{ag} = 717.75 \text{ kg/m}^3$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Ag. Grueso: = 0.268 m ³ Total: = 0.728 m ³
Determinación del volumen absoluto de Ag. Fino	$V_{af} = 0.272 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino	$W_{af} = 644.64 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 635.75 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 644.64 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 717.75 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{agH} = 717.75 \text{ kg/m}^3$ $W_{afH} = 675.58 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 0.58 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 45 Proporciones de Diseño Método ACI $f'_c=420\text{kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	206.42 l/m ³	0.32	13.80 l/saco
Agregado Fino	675.58 kg/m ³	1.06	45.16 kg/saco
Agregado Grueso	717.75 kg/m ³	1.13	47.98 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 l/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Método de Diseño de Mezcla Walker

4.2.1. Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín

Tipo I

- a. **Selección de la resistencia a compresión promedio:** Debido a que no contamos con un registro de roturas, se calculara de usando la Tabla N° 12:

$$f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2, f'_{cr} = f'_c + 84 ; \text{ entonces } f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$$
- b. **Selección del tamaño máximo nominal del agregado:** Se seleccionó un TMN de 3/8" para concreto de adoquines.
- c. **Selección del asentamiento:** El asentamiento será de 0" a 1" ya que la mezcla de concreto para adoquines debe ser de consistencia seca.
- d. **Selección de volumen unitario de agua de diseño:** De acuerdo a la consistencia requerida de nuestro concreto, el TMN y el perfil angular de nuestro agregado grueso, de la tabla N° 18 se obtiene un volumen unitario de agua de 212 l/m³.
- e. **Selección del contenido de aire:** De la tabla N° 15 se tiene como contenido de aire de atrapado de 3% para un TMN de 3/8".
- f. **Selección de la relación agua-cemento:** La relación agua/cemento es inversamente proporcional a la resistencia de diseño, según la tabla N° 16 se escoge como relación a/c = 0.42 para un concreto de 404 kg/cm² sin aire incorporado.

- g. Determinación del factor cemento:** Conociendo el volumen unitario de agua y la relación agua/cemento se puede calcular la cantidad de cemento a usar por metro cubico de concreto de la siguiente forma:

$$C = \frac{212 \text{ kg/m}^3}{0.42}$$

$$C = 508.64 \text{ kg/m}^3$$

$$C = 11.97 \text{ sacos/m}^3$$

- h. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño y aire:** Conocido los pesos y propiedades físicas de los materiales se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Cemento: } 508.64 / (2.85 \times 1000) = 0.178 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 212 / 1000 = 0.212 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire atrapado: } 3\% = 0.030 \text{ m}^3$$

$$\text{Total: } 0.420 \text{ m}^3$$

- i. Determinación del volumen absoluto de agregado total:**

$$\text{Volumen absoluto de agregado total} = 1.000 - 0.420 = 0.580 \text{ m}^3$$

- j. Determinación del porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado:** Se determina usando la tabla N° 19 , para un TMN de 3/8", MF = 2.65, perfil angular y una cantidad de cemento de 11.97 sacos/m³ de concreto se tiene un porcentaje de agregado fino de:

$$\text{Porcentaje de Ag. Fino} = 52.10\%$$

$$V_{af} = 0.521 \times 0.580 = 0.302 \text{ m}^3$$

- k. Determinación del volumen absoluto de agregado grueso:**

$$V_{ag} = 0.580 - 0.302 = 0.278 \text{ m}^3$$

- l. Determinación de los pesos secos de los agregados fino y grueso:**

$$W_{af} = 0.302 \times 2.37 \times 1000 = 715.53 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{ag} = 0.278 \times 2.68 \times 1000 = 744.01 \text{ kg/m}^3$$

- 1. Determinación de la cantidad de aditivo:** Al ser una mezcla de concreto de consistencia seca, se usará Aditivo Sikka Plastificante, lo cual permitirá que nuestra mezcla sea trabajable. Según las especificaciones técnicas se usará una dosis de 300 ml / saco:

$$\text{Densidad del aditivo} = 1.2 \text{ g/ml}$$

$$\text{Aditivo} = 0.300 \times 1.2 \times 11.97 = 4.31 \text{ kg/m}^3$$

m. Valores de Diseño:

Cemento:	508.64 kg/m ³
Agua:	212 l/m ³
Ag. Fino Seco:	715.53 kg/m ³
Ag. Grueso Seco:	744.01 kg/ m ³
Aditivo Plastificante:	4.31 kg/m ³

n. Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado:

Contenido de humedad del agregado grueso: 0.00 %

Contenido de humedad del agregado fino: 4.80 %

Absorción del agregado grueso: 1.14 %

Absorción del agregado fino: 3.44 %

$$\text{Ag. Fino Húmedo} = 715.53 \times \left(1 + \frac{4.80}{100}\right) = 749.88 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso Húmedo} = 744.01 \times \left(1 + \frac{0.00}{100}\right) = 744.01 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua del Ag. Fino} = 715.53 \times \left(\frac{4.80-3.44}{100}\right) = 9.73 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua del Ag. Grueso} = 744.01 \times \left(\frac{0.00-1.14}{100}\right) = -8.48 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua total} = 9.73 - 8.48 = 1.25 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 212 - (1.25) = 210.75 \text{ l/m}^3$$

o. Valores de diseño corregidos por humedad:

Cemento:	508.64 kg/m ³
Agua:	210.75 l/m ³
Ag. Fino Húmedo:	749.88 kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo:	744.01 kg/ m ³
Aditivo Plastificante:	4.31 kg/m ³

p. Determinación de la proporción en peso:

Cemento:	508.64 / 508.64	= 1
Agua:	212.72 / 508.64	= 0.41
Ag. Fino Húmedo:	775.42 / 508.64	= 1.47
Ag. Grueso Húmedo:	745.04 / 508.64	= 1.46
Aditivo Plastificante:	4.31 / 508.64	= 0.01

q. Determinación de los pesos por tanda de un saco:

Cemento:	1 x 42.5	= 42.5 kg/saco
Agua:	0.41 x 42.5	= 17.61 l/saco
Ag. Fino Húmedo:	1.47 x 42.5	= 62.66 kg/saco
Ag. Grueso Húmedo:	1.46 x 42.5	= 62.17 kg/saco
Aditivo Plastificante:	0.01 x 42.5	= 0.36 kg/saco

r. Cuadro resumen:

Tabla N° 46 Proporciones de Diseño Método Walker $f'c=320\text{kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	508.64 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	210.75 l/m ³	0.41	17.61 l/saco
Agregado Fino	749.88 kg/m ³	1.47	62.66 kg/saco
Agregado Grueso	744.01 kg/m ³	1.46	62.17 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.31 l/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 420\text{kg/cm}^2$ Adoquín

Tipo II

Tabla N° 47 Diseño de mezcla Método Walker $f'c=420\text{kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518\text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0"a 1"
Selección del volumen unitario de agua	212 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 651.11 kg/m ³ C = 15.32 sacos / m ³
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.228 m ³ Agua: = 0.212 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.470 m ³
Determinación del porcentaje del Ag. Fino	%Agregado Fino = 42.04%
Determinación del peso Ag. Fino y Grueso	$W_{af} = 527.60\text{kg/m}^3$ $W_{ag} = 822.56\text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.52 kg/m ³

Valores de diseño	Cemento:	651.11 kg/m ³
	Agua:	212 l/m ³
	Ag. Fino Seco:	527.60 kg/m ³
	Ag. Grueso Seco:	822.56 kg/ m ³
	Aditivo Plastificante:	5.52 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{agH} = 552.93 \text{ kg/m}^3$	
	$W_{afH} = 822.56 \text{ kg/m}^3$	
Aporte de agua	$A_w = -2.20 \text{ l/m}^3$	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 48 Proporciones de Diseño Método WALKER $f'_c=420\text{kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	508.64 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	214.20 l/m ³	0.33	13.98 l/saco
Agregado Fino	552.93 kg/m ³	0.85	36.09 kg/saco
Agregado Grueso	822.56 kg/m ³	1.26	53.69 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.52 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Método de Modulo de Finura de la Combinación de Agregados

4.3.1. Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín

Tipo I

- a. **Selección de la resistencia a compresión promedio:** Debido a que no contamos con un registro de roturas, se calculara de usando la Tabla N° 12:

$$f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2, f'_{cr} = f'_c + 84; \text{ entonces } f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$$

- b. **Selección del tamaño máximo nominal del agregado:** TMN de 3/8".
- c. **Selección del asentamiento:** El asentamiento será de 0" a 1".
- d. **Selección de volumen unitario de agua de diseño:** De acuerdo a la consistencia requerida de nuestro concreto, el TMN de nuestro agregado grueso, de la tabla N° 14 se obtiene un volumen unitario de agua de 207 l/m³.
- e. **Selección del contenido de aire:** De la tabla N° 15 se tiene como contenido de aire de atrapado de 3% para un TMN de 3/8".

- f. Selección de la relación agua-cemento:** La relación agua/cemento es inversamente proporcional a la resistencia de diseño, según la tabla N° 16 se escoge como relación $a/c = 0.42$ para un concreto de 404 kg/cm^2 sin aire incorporado.
- g. Determinación del factor cemento:** Conociendo el volumen unitario de agua y la relación agua/cemento se puede calcular la cantidad de cemento a usar por metro cubico de concreto de la siguiente forma:

$$C = \frac{207 \text{ kg/m}^3}{0.42}$$

$$C = 496.64 \text{ kg/m}^3$$

$$C = 11.69 \text{ sacos/m}^3$$

- h. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño y aire:** Conocido los pesos y propiedades físicas de los materiales se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Cemento: } 496.64 / (2.85 \times 1000) = 0.174 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 207 / 1000 = 0.207 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire atrapado: } 3\% = 0.030 \text{ m}^3$$

$$\text{Total: } 0.411 \text{ m}^3$$

- i. Determinación del volumen absoluto de agregado total:**

$$\text{Volumen absoluto de agregado total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$$

- j. Calculo del módulo de fineza de la combinación de agregados:** De la tabla N° 20 se obtiene un módulo de fineza de:

$$m = 4.40$$

- k. Cálculo del valor r_r :** Conocido el módulo de fineza de la combinación de agregados, los módulos de fineza de los agregados, se calcula el porcentaje de agregado fino r_r con la siguiente ecuación:

$$r_r = \frac{m_g - m}{m_g - m_r}$$

$$r_r = \frac{5.57 - 4.40}{5.57 - 2.65} = 40.07\%$$

- l. Calculo de los volúmenes absolutos del agregado:**

$$V_{af} = 0.4007 \times 0.589 = 0.236 \text{ m}^3$$

$$V_{ag} = 0.589 - 0.236 = 0.353 \text{ m}^3$$

- m. Determinación de los pesos secos de los agregados fino y grueso:**

$$W_{af} = 0.236 \times 2.37 \times 1000 = 559.33 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{ag} = 0.353 \times 2.68 \times 1000 = 946.03 \text{ kg/m}^3$$

- n. Determinación de la cantidad de aditivo:** Al ser una mezcla de concreto de consistencia seca, se usará Aditivo Sikka Plastificante, lo cual permitirá que nuestra mezcla sea trabajable. Según las especificaciones técnicas se usará una dosis de 300 ml / saco:

$$\text{Densidad del aditivo} = 1.2 \text{ g/ml}$$

$$\text{Aditivo} = 0.300 \times 1.2 \times 11.69 = 4.21 \text{ kg/m}^3$$

o. Valores de Diseño:

Cemento:	496.64	kg/m ³
Agua:	207	l/m ³
Ag. Fino Seco:	559.33	kg/m ³
Ag. Grueso Seco:	946.03	kg/m ³
Aditivo Plastificante:	4.21	kg/m ³

p. Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado:

Contenido de humedad del agregado grueso: 0.00 %

Contenido de humedad del agregado fino: 4.80 %

Absorción del agregado grueso: 1.14 %

Absorción del agregado fino: 3.44 %

$$\text{Ag. Fino Húmedo} = 559.33 \times \left(1 + \frac{4.80}{100}\right) = 586.18 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso Húmedo} = 946.03 \times \left(1 + \frac{0.00}{100}\right) = 946.03 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua del Ag. Fino} = 578.21 \times \left(\frac{4.80-3.44}{100}\right) = 7.61 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua del Ag. Fino} = 946.03 \times \left(\frac{0.00-1.14}{100}\right) = -10.78 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua total} = 7.61 - 10.78 = -3.18 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 207 - (-3.18) = 210.18 \text{ l/m}^3$$

q. Valores de diseño corregidos por humedad:

Cemento:	496.64 kg/m ³
Agua:	210.18 l/m ³
Ag. Fino Húmedo:	586.18 kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo:	946.03 kg/ m ³
Aditivo Plastificante:	4.21 kg / m ³

r. Determinación de la proporción en peso:

Cemento:	496.46 / 496.64	= 1
Agua:	210.18 / 496.64	= 0.42
Ag. Fino Húmedo:	586.18 / 496.64	=1.18
Ag. Grueso Húmedo:	946.03 / 496.64	=1.90
Aditivo Plastificante:	4.21 / 496.64	= 0.01

s. Determinación de los pesos por tanda de un saco:

Cemento:	1 x 42.5	= 42.50 kg/saco
Agua:	0.42 x 42.5	= 17.99 l/saco
Ag. Fino Húmedo:	1.18 x 42.5	= 50.16 kg/saco
Ag. Grueso Húmedo:	1.90 x 42.5	= 80.96 kg/saco
Aditivo Plastificante:	0.01 x 42.5	= 0.36 kg/ saco

t. Cuadro resumen:

Tabla N° 49 Proporciones de Diseño Método Modulo de Fineza f'c=320kg/cm²

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.64 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	210.18 l/m ³	0.42	17.99 l/saco
Agregado Fino	586.18 kg/m ³	1.18	50.16 kg/saco
Agregado Grueso	946.03 kg/m ³	1.90	80.96 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín

Tipo II

Tabla N° 50 Diseño de Mezcla por Método de Modulo de Fineza $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/ m ³ C = 14.96 sacos/ m ³
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Módulo de fineza de la combinación de agregados	m = 4.67
Cálculo del valor r_r	$r_r = 30.82\%$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.3082 \times 0.540 = 0.166 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 - 0.374 = 0.374 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino y Grueso	$W_{af} = 394.46 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 1001.15 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 635.75 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 394.46 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 1001.15 kg/ m ³ Aditivo Plastificante: 5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{agH} = 413.39 \text{ kg/m}^3$ $W_{afH} = 1001.15 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = -6.05 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 51 Proporciones de Diseño Método Modulo de Fineza $f_c=420\text{kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	213.05 l/m ³	0.34	14.24 l/saco
Agregado Fino	413.39 kg/m ³	0.65	27.64 kg/saco
Agregado Grueso	1001.15 kg/m ³	1.57	66.93 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Método de Diseño Vitervo O'Reilly

4.4.1. Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín

Tipo I

- a. **Selección de la resistencia a compresión promedio:** Debido a que no contamos con un registro de roturas, se calculara de usando la Tabla N° 12:

$$f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2, f'_{cr} = f'_c + 84 ; \text{ entonces } f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$$
- b. **Selección del tamaño máximo nominal del agregado:** TMN de 3/8".
- c. **Selección del asentamiento:** El asentamiento será de 0" a 1".
- d. **Selección de volumen unitario de agua de diseño:** De acuerdo a la consistencia requerida de nuestro concreto, el TMN de nuestro agregado grueso, de la tabla N° 14 se obtiene un volumen unitario de agua de 207 l/m³.
- e. **Selección del contenido de aire:** De la tabla N° 15 se tiene como contenido de aire de atrapado de 3% para un TMN de 3/8".
- f. **Selección de la relación agua-cemento:** Según la tabla N° 16 se escoge como relación a/c = 0.42 para un concreto de 404 kg/cm² sin aire incorporado.
- g. **Determinación del factor cemento:** Conociendo el volumen unitario de agua y la relación agua/cemento se puede calcular la cantidad de cemento a usar por metro cubico de concreto de la siguiente forma:

$$C = \frac{207 \text{ kg/m}^3}{0.42}$$

$$C = 496.64 \text{ kg/m}^3$$

$$C = 11.69 \text{ sacos/m}^3$$

h. Determinación de la relación óptima de agregados: De la gráfica N° 3 se tiene los pesos unitarios suelto y compactado de la combinación de los agregados fino y grueso, se escoge la combinación que tenga la menor cantidad de vacíos y mayor incidencia de agregado fino, la relación porcentual escogido es $r_f: r_g = 70:30$.

i. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño y aire: Conocido los pesos y propiedades físicas de los materiales se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Cemento: } 496.64 / (2.85 \times 1000) = 0.174 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 207 / 1000 = 0.207 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire atrapado: } 3\% = 0.030 \text{ m}^3$$

$$\text{Total: } 0.411 \text{ m}^3$$

j. Determinación del volumen absoluto de agregado total:

$$\text{Volumen absoluto de agregado total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$$

k. Calculo de los volúmenes absolutos del agregado:

$$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$$

$$V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$$

l. Determinación de los pesos secos de los agregados fino y grueso:

$$W_{af} = 0.412 \times 2.37 \times 1000 = 977.15 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{ag} = 0.177 \times 2.68 \times 1000 = 473.56 \text{ kg/m}^3$$

m. Determinación de la cantidad de aditivo: Al ser una mezcla de concreto de consistencia seca, se usará Aditivo Sikka Plastificante, lo cual permitirá que nuestra mezcla sea trabajable. Según las especificaciones técnicas se usará una dosis de 300 ml / saco:

$$\text{Densidad del aditivo} = 1.2 \text{ g/ml}$$

$$\text{Aditivo} = 0.300 \times 1.2 \times 11.69 = 4.21 \text{ kg/m}^3$$

n. Valores de Diseño:

$$\text{Cemento: } 496.64 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua: } 207 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Ag. Fino Seco: } 977.15 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso Seco: } 473.56 \text{ kg/m}^3$$

Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m³

o. Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado:

Contenido de humedad del agregado grueso: 0.00 %

Contenido de humedad del agregado fino: 4.80 %

Absorción del agregado grueso: 1.14 %

Absorción del agregado fino: 3.44 %

$$\text{Ag. Fino Húmedo} = 977.15 \times \left(1 + \frac{4.80}{100}\right) = 1024.05 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso Húmedo} = 473.56 \times \left(1 + \frac{0.00}{100}\right) = 473.56 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua del Ag. Fino} = 977.15 \times \left(\frac{4.80-3.44}{100}\right) = 13.29 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua del Ag. Grueso} = 473.56 \times \left(\frac{0.00-1.14}{100}\right) = -5.40 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Aporte de agua total} = 13.29 - 5.40 = 7.89 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 207 - (7.89) = 199.11 \text{ l/m}^3$$

p. Valores de diseño corregidos por humedad:

Cemento: 496.64 kg/m³

Agua: 199.11 l/m³

Ag. Fino Húmedo: 1024.05 kg/m³

Ag. Grueso Húmedo: 473.56 kg/m³

Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m³

q. Determinación de la proporción en peso:

Cemento: 496.46 / 496.64 = 1

Agua: 199.11 / 496.64 = 0.40

Ag. Fino Húmedo: 1024.05 / 496.64 = 2.06

Ag. Grueso Húmedo: 473.56 / 496.64 = 0.95

Aditivo Plastificante: 4.21 / 496.64 = 0.01

r. Determinación de los pesos por tanda de un saco:

Cemento: 1 x 42.5 = 42.50 kg/saco

Agua: 0.40 x 42.5 = 17.04 l/saco

Ag. Fino Húmedo: 2.06 x 42.5 = 87.63 kg/saco

Ag. Grueso Húmedo: 0.95 x 42.5 = 40.52 kg/saco

Aditivo Plastificante: 0.01 x 42.5 = 0.36 kg/saco

s. Cuadro resumen:

Tabla N° 52 Proporciones de Diseño Método de Diseño Vitervo O'Reilly $f'c=320\text{kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.46 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.11 l/m ³	0.40	17.04 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m ³	0.95	40.52 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2. Elaboración del diseño de mezcla para adoquín $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ Adoquín

Tipo II

Tabla N° 53 Diseño de Mezcla Método de Diseño Vitervo O'Reilly $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino y Grueso	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³

Valores de diseño	Cemento:	651.11 kg/m ³
	Agua:	207 l/m ³
	Ag. Fino Seco:	926.10 kg/m ³
	Ag. Grueso Seco:	434.16 kg/ m ³
	Aditivo Plastificante:	5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{agH} = 938.86 \text{ kg/m}^3$	
	$W_{afH} = 434.16 \text{ kg/m}^3$	
Aporte de agua	$A_w = 7.23 \text{ l/m}^3$	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 54 Proporciones de Diseño Método de Diseño Vitervo O'Reilly $f'_c=420\text{kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.77 l/m ³	0.31	13.35 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m ³	0.68	29.02 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Triturado Fino para Adoquín Tipo I de $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$.

Para este diseño tendremos en consideración la siguiente tabla N° 55.

Tabla N° 55 Propiedades de los Materiales I

DATOS DE LABORATORIO	Cemento	Grava	Arena	Vidrio Triturado Fino
Peso Específico de masa (g/cm ³) a 23°C	2.85	2.68	2.37	2.47
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	-	1334.67	1465.84	-
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	-	1511.05	1659.93	-
Módulo de Fineza	-	5.57	2.65	-
Tamaño Máximo Nominal (in.)	-	3/8"	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	0%	4.80%	0.00%
Absorción (%)	-	1.14%	3.44%	0.52%

Fuente: Elaboración Propia

4.5.1. Diseño con incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados

Tabla N° 56 Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.42
Determinación factor cemento	C = 496.64 kg/m ³ C = 11.69 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag,total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio molido	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$ $V_v = 0.589 \times 0.150 = 0.088 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 218.22 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.21 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 496.64 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 473.56 kg/m ³ Vidrio Molido: 218.22 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_{vH} = 218.22 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 6.76 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 57 Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.46 kg/m^3	1.00	42.5 kg/saco
Agua	200.24 l/m^3	0.40	17.14 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m^3	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m^3	0.95	40.52 kg/saco
Vidrio Molido	218.22 kg/m^3	0.44	18.67 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m^3	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2. Diseño con incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados

Tabla N° 58 Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m^3
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.42
Determinación factor cemento	C = 496.64 kg/m^3 C = 11.69 sacos/m^3
Determinación de la relación óptima de agregados	$r_f : r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m^3 Agua: = 0.207 m^3 Aire atrapado: = 0.030 m^3 Total: = 0.411 m^3
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio molido	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$ $V_v = 0.589 \times 0.200 = 0.118 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 290.97 \text{ kg/m}^3$

Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.21 kg/m^3
Valores de diseño	Cemento: 496.64 kg/m^3
	Agua: 207 l/m^3
	Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m^3
	Ag. Grueso Seco: 473.56 kg/m^3
	Vidrio Molido: 290.97 kg/m^3
	Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m^3
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_{vH} = 290.97 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 6.38 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 59 Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.46 kg/m^3	1.00	42.5 kg/saco
Agua	200.62 l/m^3	0.40	17.17 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m^3	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m^3	0.95	40.52 kg/saco
Vidrio Molido	290.97 kg/m^3	0.59	24.90 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m^3	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3. Diseño con incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados

Tabla N° 60 Diseño de Mezcla con Incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m^3
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	$a/c = 0.42$
Determinación factor cemento	$C = 496.64 \text{ kg/m}^3$ $C = 11.69 \text{ sacos/m}^3$
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$

Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio molido	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$ $V_v = 0.589 \times 0.250 = 0.147 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 363.71 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.21 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 496.64 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 473.56 kg/m ³ Vidrio Molido: 363.71 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_{vH} = 363.71 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 6.00 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 61 Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación De 25% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.46 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	201.00 l/m ³	0.40	17.20 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m ³	0.95	40.52 kg/saco
Vidrio Molido	363.71 kg/m ³	0.73	31.12 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.5.4. Diseño con incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados

Tabla N° 62 Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.42
Determinación factor cemento	C = 496.64 kg/m ³ C = 11.69 sacos/m ³
Determinación de la relación óptima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio molido	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$ $V_v = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 436.45 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.21 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 496.64 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 473.56 kg/m ³ Vidrio Molido: 436.45 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_{vH} = 436.45 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 5.62 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 63 Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.46 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	201.38 l/m ³	0.40	17.23 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m ³	0.95	40.52 kg/saco
Vidrio Molido	436.45 kg/m ³	0.88	37.35 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Triturado Fino para Adoquín Tipo II de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

Se toma en cuenta las mismas propiedades especificadas en la tabla N° 55.

4.6.1. Diseño con incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados

Tabla N° 64 Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f : r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag,total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio molido	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$

	$V_v = 0.540 \times 0.150 = 0.081 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 200.07 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m^3
Valores de diseño	Cemento: 635.75 kg/m^3 Agua: 207 l/m^3 Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m^3 Ag. Grueso Seco: 434.16 kg/m^3 Vidrio Molido: 200.07 kg/m^3 Aditivo Plastificante: 5.39 kg/m^3
Corrección por humedad	$W_{agH} = 938.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{afH} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_{vH} = 200.07 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 6.19 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 65 Proporciones de Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f^c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m^3	1.00	42.50 kg/saco
Agua	200.81 l/m^3	0.32	13.42 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m^3	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m^3	0.68	29.02 kg/saco
Vidrio Molido	200.07 kg/m^3	0.31	13.37 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m^3	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: elaboración Propia

4.6.2. Diseño con incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados

Tabla N° 66 Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f^c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f^c_r = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m^3
Selección del contenido de aire	3%

Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	r _f : r _g = 70:30
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	V _{ag.total} = 1.000 – 0.460 = 0.540 m ³
Determinación del volumen de agregados y vidrio molido	V _{af} = 0.540 x 0.700 = 0.378 m ³ V _{ag} = 0.540x0.300 = 0.162 m ³ V _v = 0.540x0.200 = 0.108 m ³
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	W _{af} = 895.86 kg/m ³ W _{ag} = 434.16 kg/m ³ W _v = 266.76 kg/m ³
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 635.75 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 434.16 kg/ m ³ Vidrio Molido: 266.76 kg/ m ³ Aditivo Plastificante: 5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	W _{ag H} = 938.86 kg/m ³ W _{af H} = 434.16 kg/m ³ W _{v H} = 266.76 kg/m ³
Aporte de agua	A _w = 5.85 l/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 67 Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.50 kg/saco
Agua	201.15 l/m ³	0.32	13.45 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m ³	0.68	29.02 kg/saco
Vidrio Molido	266.76 kg/m ³	0.42	17.83 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.6.3. Diseño con incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados

Tabla N° 68 Diseño de Mezcla con Incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f : r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag, total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio molido	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$ $V_v = 0.540 \times 0.250 = 0.135 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 333.45 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³

Valores de diseño	Cemento:	635.75 kg/m ³
	Agua:	207 l/m ³
	Ag. Fino Seco:	895.86 kg/m ³
	Ag. Grueso Seco:	434.16 kg/ m ³
	Vidrio Molido:	333.45 kg/ m ³
	Aditivo Plastificante:	5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{agH} = 938.86$ kg/m ³	
	$W_{afH} = 434.16$ kg/m ³	
	$W_{vH} = 333.45$ kg/m ³	
Aporte de agua	$A_w = 5.50$ l/m ³	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 69 Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420$ kg/cm²

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.50 kg/saco
Agua	201.50 l/m ³	0.32	13.47 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m ³	0.68	29.02 kg/saco
Vidrio Molido	333.45 kg/m ³	0.52	22.29 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.6.4. Diseño con incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino en Base al Volumen de los Agregados

Tabla N° 70 Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420$ kg/cm²

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518$ kg/cm ²
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$

Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio molido	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$ $V_v = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 400.14 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 635.75 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 434.16 kg/m ³ Vidrio Molido: 400.14 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{ag H} = 938.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{af H} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_{v H} = 400.14 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 5.15 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 71 Proporciones del Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.50 kg/saco
Agua	201.85 l/m ³	0.32	13.49 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m ³	0.68	29.02 kg/saco
Vidrio Molido	400.14 kg/m ³	0.63	26.75 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.7. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Molido sustituyendo el cemento en Adoquín Tipo I de $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

Se toma en cuenta las propiedades del Agregado como lo indica en la Tabla N° 55.

4.7.1. Diseño de Mezcla reemplazando el 15% del cemento con Vidrio Molido

Tabla N° 72 Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.42
Determinación factor cemento	C = 496.64 kg/m ³ C = 11.69 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f : r_g = 70 : 30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag, total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 74.50 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 3.58 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 422.14 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 473.56 kg/m ³ Calcin: 74.50 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 3.58 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 473.56 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.89 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 73 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	422.14 kg/m^3	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.11 l/m^3	0.47	20.05 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m^3	2.06	103.10 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m^3	0.95	47.68 kg/saco
Calcin	74.50 kg/m^3	0.18	7.50 kg/saco
Aditivo Plastificante	3.58 kg/m^3	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.7.2. Diseño de Mezcla reemplazando el 20% del cemento con Vidrio Molido

Tabla N° 74 Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m^3
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.42
Determinación factor cemento	C = 496.64 kg/m^3 C = 11.69 sacos/ m^3
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m^3 Agua: = 0.207 m^3 Aire atrapado: = 0.030 m^3 Total: = 0.411 m^3
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 99.33 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 3.37 kg/m^3
Valores de diseño	Cemento: 397.31 kg/m^3 Agua: 207 l/m^3

	Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 473.56 kg/ m ³ Calcin: 99.33 kg/ m ³ Aditivo Plastificante: 3.37 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 473.56 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.89 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 75 Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	422.14 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.11 l/m ³	0.50	21.30 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.58	109.54 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m ³	1.19	50.66 kg/saco
Calcin	99.33 kg/m ³	0.25	10.63 kg/saco
Aditivo Plastificante	3.37 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.7.3. Diseño de Mezcla reemplazando el 25% del cemento con Vidrio Molido

Tabla N° 76 Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	$a/c = 0.42$
Determinación factor cemento	$C = 496.64 \text{ kg/m}^3$ $C = 11.69 \text{ sacos/m}^3$
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³

Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 124.16 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 3.16 kg/m^3
Valores de diseño	Cemento: 372.48 kg/m^3 Agua: 207 l/m^3 Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m^3 Ag. Grueso Seco: 473.56 kg/m^3 Calcin: 124.16 kg/m^3 Aditivo Plastificante: 3.16 kg/m^3
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 473.56 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.89 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 77 Proporciones Del Diseño De Mezcla Reemplazando El 25% Del Cemento Con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	372.48 kg/m^3	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.11 l/m^3	0.53	22.72 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m^3	2.75	116.84 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m^3	1.27	54.03 kg/saco
Calcin	124.16 kg/m^3	0.33	14.17 kg/saco
Aditivo Plastificante	3.16 kg/m^3	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.7.4. Diseño de Mezcla reemplazando el 30% del cemento con Vidrio Molido

Tabla N° 78 Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m^3
Selección del contenido de aire	3%

Selección de la relación a/c	$a/c = 0.42$
Determinación factor cemento	$C = 496.64 \text{ kg/m}^3$ $C = 11.69 \text{ sacos/m}^3$
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: $= 0.174 \text{ m}^3$ Agua: $= 0.207 \text{ m}^3$ Aire atrapado: $= 0.030 \text{ m}^3$ Total: $= 0.411 \text{ m}^3$
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{\text{ag total}} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{\text{af}} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{\text{ag}} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{\text{af}} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{\text{ag}} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_{\text{c}} = 148.99 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo $= 2.94 \text{ kg/m}^3$
Valores de diseño	Cemento: 347.65 kg/m^3 Agua: 207 l/m^3 Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m^3 Ag. Grueso Seco: 473.56 kg/m^3 Calcin: 148.99 kg/m^3 Aditivo Plastificante: 2.94 kg/m^3
Corrección por humedad	$W_{\text{af H}} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{\text{ag H}} = 473.56 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.89 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 79 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido
 $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	347.65 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.11 l/m ³	0.57	24.34 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.95	125.19 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m ³	1.36	57.89 kg/saco
Calcin	148.99 kg/m ³	0.43	18.21 kg/saco
Aditivo Plastificante	2.94 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.8. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Molido sustituyendo el cemento en Adoquín Tipo II de $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

4.8.1. Diseño de Mezcla reemplazando al 15% del cemento con Vidrio Molido

Tabla N° 80 Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 95.36 \text{ kg/m}^3$

Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.58 kg/m^3
Valores de diseño	Cemento: 540.39 kg/m^3
	Agua: 207 l/m^3
	Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m^3
	Ag. Grueso Seco: 434.16 kg/m^3
	Calcin: 95.36 kg/m^3
	Aditivo Plastificante: 4.58 kg/m^3
Corrección por humedad	$W_{afH} = 938.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 434.16 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.23 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 81 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido
 $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	540.39 kg/m^3	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.77 l/m^3	0.37	15.71 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m^3	1.74	73.84 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m^3	0.80	34.15 kg/saco
Calcin	95.36 kg/m^3	0.18	7.50 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.58 kg/m^3	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.8.2. Diseño de Mezcla reemplazando al 20% del cemento con Vidrio Molido

Tabla N° 82 Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m^3
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	$a/c = 0.33$
Determinación factor cemento	$C = 635.75 \text{ kg/m}^3$ $C = 14.96 \text{ sacos/m}^3$
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$

Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 127.15 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.31 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 508.60 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 434.16 kg/m ³ Calcin: 127.15 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 4.31 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 938.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 434.16 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.23 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 83 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio
Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	508.60 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.77 l/m ³	0.39	16.69 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.85	78.45 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m ³	0.85	36.28 kg/saco
Calcin	127.15 kg/m ³	0.25	10.63 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.31 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.8.3. Diseño de Mezcla reemplazando al 25% del cemento con Vidrio Molido

Tabla N° 84 Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación óptima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag, total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 158.94 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.04 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 476.81 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 434.16 kg/m ³ Calcin: 158.94 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 4.04 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 938.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 434.16 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.23 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 85 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	476.81 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.77 l/m ³	0.42	17.81 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.97	83.68 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m ³	0.91	38.70 kg/saco
Calcin	158.94 kg/m ³	0.33	14.17 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.04 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.8.4. Diseño de Mezcla reemplazando al 30% del cemento con Vidrio Molido

Tabla N° 86 Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag, total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 190.72 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 3.77 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 445.02 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³

	Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 434.16 kg/m ³ Calcin: 190.72 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 3.77 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 938.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 434.16 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.23 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 87 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido
 $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	445.02 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.77 l/m ³	0.45	19.08 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	2.11	89.66 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m ³	0.98	41.46 kg/saco
Calcin	190.72 kg/m ³	0.43	18.21 kg/saco
Aditivo Plastificante	3.77 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.9. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Molido adicionado en Adoquín Tipo II de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

4.9.1. Diseño de Mezcla adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al peso del cemento

Tabla N° 88 Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en Base al Peso del Cemento
 $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	$a/c = 0.42$
Determinación factor cemento	$C = 496.64 \text{ kg/m}^3$ $C = 11.69 \text{ sacos/m}^3$
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$

Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 74.50 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.21 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 496.64 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 473.56 kg/m ³ Calcin: 74.50 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 473.56 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.89 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 89 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.64 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.11 l/m ³	0.40	17.04 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m ³	0.95	40.52 kg/saco
Calcin	74.50 kg/m ³	0.15	6.38 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.9.2. Diseño de Mezcla adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al peso del cemento.

Tabla N° 90 Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento
 $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.42
Determinación factor cemento	C = 496.64 kg/m ³ C = 11.69 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 99.33 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.21 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 496.64 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 473.56 kg/m ³ Calcin: 99.33 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 473.56 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.89 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 91 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.64 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.11 l/m ³	0.40	17.04 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m ³	0.95	40.52 kg/saco
Calcin	99.33 kg/m ³	0.20	8.50 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.9.3. Diseño de Mezcla adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al peso del cemento.

Tabla N° 92 Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.42
Determinación factor cemento	C = 496.64 kg/m ³ C = 11.69 sacos/m ³
Determinación de la relación óptima de agregados	$r_f : r_g = 70 : 30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag, total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.300 = 0.177 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 473.56 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 124.16 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.21 kg/m ³

Valores de diseño	Cemento:	496.64 kg/m ³
	Agua:	207 l/m ³
	Ag. Fino Seco:	977.15 kg/m ³
	Ag. Grueso Seco:	473.56 kg/m ³
	Calcin:	124.16 kg/m ³
	Aditivo Plastificante:	4.21 kg/m ³
Corrección por humedad	W _{afH} = 1024.05 kg/m ³ W _{agH} = 473.56 kg/m ³	
Aporte de agua	A _w = 7.89 l/m ³	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 93 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.64 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.11 l/m ³	0.40	17.04 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	473.56 kg/m ³	0.95	40.52 kg/saco
Calcin	99.33 kg/m ³	0.25	10.63 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.10. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Molido adicionado en Adoquín Tipo II de $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

4.10.1. Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al peso del cemento.

Tabla N° 94 Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³

Determinación de la relación óptima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag, total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 95.36 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 635.75 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 434.16 kg/m ³ Calcin: 95.36 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 938.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 434.16 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.23 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 95 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.77 l/m ³	0.31	13.35 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m ³	0.68	29.02 kg/saco
Calcin	95.36 kg/m ³	0.15	6.38 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.10.2. Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al peso del cemento.

Tabla N° 96 Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento
 $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag,total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 127.15 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 635.75 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 434.16 kg/m ³ Calcin: 127.15 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 938.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 434.16 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 7.23 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 97 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.77 l/m ³	0.31	13.35 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m ³	0.68	29.02 kg/saco
Calcin	127.15 kg/m ³	0.20	8.50 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.10.3. Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al peso del cemento

Tabla N° 98 Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al peso del Cemento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación óptima de agregados	$r_f : r_g = 70 : 30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag, total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.300 = 0.162 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Calcin	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 434.16 \text{ kg/m}^3$ $W_c = 158.94 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³

Valores de diseño	Cemento:	635.75 kg/m ³
	Agua:	207 l/m ³
	Ag. Fino Seco:	895.86 kg/m ³
	Ag. Grueso Seco:	434.16 kg/ m ³
	Calcin:	158.94 kg/ m ³
	Aditivo Plastificante:	5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	W _{af H} = 938.86 kg/m ³ W _{ag H} = 434.16 kg/m ³	
Aporte de agua	A _w = 7.23 l/m ³	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 99 Proporciones del Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento f'c = 420 kg/cm²

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	199.77 l/m ³	0.31	13.35 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	434.16 kg/m ³	0.68	29.02 kg/saco
Calcin	158.94 kg/m ³	0.25	10.63 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.11. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Triturado Grueso para Adoquín Tipo II de f'c = 320 kg/cm²

Para estos diseños se debe tomar en cuenta de las propiedades del Vidrio Triturado Grueso, como lo indican en la tabla N° 100.

Tabla N° 100 Propiedades de los Materiales II

DATOS DE LABORATORIO	Cemento	Grava	Arena	Vidrio Triturado Grueso
Peso Específico de masa (g/cm ³) a 23°C	2.85	2.68	2.37	2.49
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	-	1334.67	1465.84	-
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	-	1511.05	1659.93	-
Módulo de Fineza	-	5.57	2.65	-
Tamaño Máximo Nominal (in.)	-	3/8"	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	0%	4.80%	0.00%
Absorción (%)	-	1.14%	3.44%	0.07%

Fuente: Elaboración Propia

4.11.1. Diseño con reemplazo de 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado

Grueso

Tabla N° 101 Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado
Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.42
Determinación factor cemento	C = 496.64 kg/m ³ C = 11.69 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag, total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio grueso	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.3 \times 0.85 = 0.150 \text{ m}^3$ $V_v = 0.589 \times 0.3 \times 0.15 = 0.027 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 402.52 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 66.00 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.21 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 496.64 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 402.52 kg/m ³ Vidrio Molido: 66.00 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 402.52 \text{ kg/m}^3$ $W_{vH} = 66.00 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 8.65 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 102 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.46 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	198.35 l/m ³	0.40	16.97 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	402.52 kg/m ³	0.81	34.45 kg/saco
Vidrio Molido	66.00 kg/m ³	0.13	5.65 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.11.2. Diseño con reemplazo de 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso.

Tabla N° 103 Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.42
Determinación factor cemento	C = 496.64 kg/m ³ C = 11.69 sacos/m ³
Determinación de la relación óptima de agregados	$r_f : r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag, total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio grueso	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.3 \times 0.7 = 0.124 \text{ m}^3$ $V_v = 0.589 \times 0.3 \times 0.3 = 0.053 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 331.49 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 131.99 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.21 kg/m ³

Valores de diseño	Cemento: 496.64 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 331.49 kg/ m ³ Vidrio Molido: 131.99 kg/ m ³ Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 331.49 \text{ kg/m}^3$ $W_{vH} = 131.99 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 9.42 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 104 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.46 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	197.58 l/m ³	0.40	16.91 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	331.49 kg/m ³	0.67	28.37 kg/saco
Vidrio Molido	131.99 kg/m ³	0.27	11.30 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.11.3. Diseño con reemplazo de 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso

Tabla N° 105 Diseño de Mezcla Reemplazando el 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 404 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	$a/c = 0.42$
Determinación factor cemento	$C = 496.64 \text{ kg/m}^3$ $C = 11.69 \text{ sacos/m}^3$
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$

Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.174 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.411 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.411 = 0.589 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio grueso	$V_{af} = 0.589 \times 0.700 = 0.412 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.589 \times 0.3 \times 0.55 = 0.097 \text{ m}^3$ $V_v = 0.589 \times 0.3 \times 0.45 = 0.080 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 977.15 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 260.46 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 197.99 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 4.21 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 496.64 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 977.15 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 260.46 kg/m ³ Vidrio Molido: 197.99 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 4.21 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{afH} = 1024.05 \text{ kg/m}^3$ $W_{agH} = 260.46 \text{ kg/m}^3$ $W_{vH} = 197.99 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 10.18 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 106 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	496.46 kg/m ³	1.00	42.5 kg/saco
Agua	196.82 l/m ³	0.40	16.84 l/saco
Agregado Fino	1024.05 kg/m ³	2.06	87.63 kg/saco
Agregado Grueso	260.46 kg/m ³	0.52	22.29 kg/saco
Vidrio Molido	197.99 kg/m ³	0.40	16.94 kg/saco
Aditivo Plastificante	4.21 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.12. Diseños con el Método Vitervo O'Reilly con Vidrio Triturado Grueso para Adoquín Tipo II de $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

4.12.1. Diseño con reemplazo de 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso

Tabla N° 107 Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag, total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio Triturado	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.3 \times 0.85 = 0.138 \text{ m}^3$ $V_v = 0.540 \times 0.3 \times 0.15 = 0.024 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 369.04 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 60.51 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 635.75 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 369.04 kg/m ³ Vidrio Molido: 60.51 kg/m ³ Aditivo Plastificante: 5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	$W_{ag H} = 938.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{af H} = 369.04 \text{ kg/m}^3$ $W_{v H} = 60.51 \text{ kg/m}^3$

Aporte de agua	$A_w = 7.93 \text{ l/m}^3$
----------------	----------------------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 108 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.50 kg/saco
Agua	199.07 l/m ³	0.31	13.31 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	369.04 kg/ m ³	0.58	24.67 kg/saco
Vidrio Molido	60.51 kg/ m ³	0.10	4.04 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.12.2. Diseño con reemplazo de 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso

Tabla N° 109 Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m ³
Selección del contenido de aire	3%
Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación optima de agregados	$r_f: r_g = 70:30$
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	$V_{ag.total} = 1.000 - 0.460 = 0.540 \text{ m}^3$
Determinación del volumen de agregados y vidrio Triturado	$V_{af} = 0.540 \times 0.700 = 0.378 \text{ m}^3$ $V_{ag} = 0.540 \times 0.3 \times 0.70 = 0.113 \text{ m}^3$

	$V_v = 0.540 \times 0.3 \times 0.30 = 0.049 \text{ m}^3$
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	$W_{af} = 895.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{ag} = 303.91 \text{ kg/m}^3$ $W_v = 121.01 \text{ kg/m}^3$
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m^3
Valores de diseño	Cemento: 635.75 kg/m^3 Agua: 207 l/m^3 Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m^3 Ag. Grueso Seco: 303.91 kg/m^3 Vidrio Molido: 121.01 kg/m^3 Aditivo Plastificante: 5.39 kg/m^3
Corrección por humedad	$W_{agH} = 938.86 \text{ kg/m}^3$ $W_{afH} = 303.91 \text{ kg/m}^3$ $W_{vH} = 121.01 \text{ kg/m}^3$
Aporte de agua	$A_w = 8.63 \text{ l/m}^3$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 110 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m^3	1.00	42.50 kg/saco
Agua	198.37 l/m^3	0.31	13.26 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m^3	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	303.91 kg/m^3	0.48	20.32 kg/saco
Vidrio Molido	121.01 kg/m^3	0.19	8.09 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m^3	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.12.3. Diseño con reemplazo de 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso.

Tabla N° 111 Diseño de Mezcla Reemplazando el 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Selección de la resistencia promedio	$f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$
Selección del tamaño máximo nominal	TMN = 3/8 "
Selección del asentamiento	SLUMP = 0" a 1"
Selección del volumen unitario de agua	207 l/m^3
Selección del contenido de aire	3%

Selección de la relación a/c	a/c = 0.33
Determinación factor cemento	C = 635.75 kg/m ³ C = 14.96 sacos/m ³
Determinación de la relación óptima de agregados	r _f : r _g = 70:30
Volúmenes absolutos	Cemento: = 0.223 m ³ Agua: = 0.207 m ³ Aire atrapado: = 0.030 m ³ Total: = 0.460 m ³
Determinación del volumen absoluto de agregado total	V _{ag,total} = 1.000 – 0.460 = 0.540 m ³
Determinación del volumen de agregados y vidrio Triturado	V _{af} = 0.540 x 0.700 = 0.378 m ³ V _{ag} = 0.540x0.3x0.55 = 0.089 m ³ V _v = 0.540x0.3x0.45 = 0.073 m ³
Determinación del peso Ag. Fino, Grueso y Vidrio	W _{af} = 895.86 kg/m ³ W _{ag} = 238.79 kg/m ³ W _v = 181.52 kg/m ³
Determinación de la cantidad de aditivo	Aditivo = 5.39 kg/m ³
Valores de diseño	Cemento: 635.75 kg/m ³ Agua: 207 l/m ³ Ag. Fino Seco: 895.86 kg/m ³ Ag. Grueso Seco: 238.79 kg/ m ³ Vidrio Molido: 181.52 kg/ m ³ Aditivo Plastificante: 5.39 kg/m ³
Corrección por humedad	W _{ag H} = 938.86 kg/m ³ W _{af H} = 238.79 kg/m ³ W _{v H} = 181.52 kg/m ³
Aporte de agua	A _w = 9.33 l/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 112 Proporciones del Diseño de Mezcla Reemplazando el 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Pesos corregido por humedad	Proporción en pesos	Pesos por tanda de sacos
Cemento	635.75 kg/m ³	1.00	42.50 kg/saco
Agua	197.67 l/m ³	0.31	13.21 l/saco
Agregado Fino	938.86 kg/m ³	1.48	62.76 kg/saco
Agregado Grueso	238.79 kg/m ³	0.38	15.96 kg/saco
Vidrio Molido	181.52 kg/m ³	0.29	12.13 kg/saco
Aditivo Plastificante	5.39 kg/m ³	0.01	0.36 kg/saco

Fuente: Elaboración Propia

4.12.4. Resumen de los Diseños

4.12.4.1. Diseños para el Adoquín Tipo I $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Se detallan desde la Tabla N° 113 hasta la Tabla N° 130

4.12.4.2. Diseños para el Adoquín Tipo II $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

Se detallan desde la Tabla N° 131 hasta la Tabla N° 148

Tabla N° 113 Resumen del Diseño de Mezcla Método ACI $f_c=320\text{kg/cm}^2$

METODO ACI - DISEÑO DE MEZCLA $f_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
ACI 320	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.15 kg
	Agua	207.00	0.42	204.84	0.41	17.53	1.30 lt
	Agregado Fino	760.77	1.53	797.29	1.61	68.23	5.07 kg
	Agregado Grueso	717.75	1.45	717.75	1.45	61.42	4.56 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.75 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 114 Resumen del Diseño de Mezcla Método WALKER $f_c=320\text{kg/cm}^2$

METODO WALKER - DISEÑO DE MEZCLA $f_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
WALKER 320	Cemento	508.64	1.00	508.64	1.00	42.50	3.23 kg
	Agua	212.00	0.42	210.75	0.41	17.61	1.34 lt
	Agregado Fino	715.53	1.41	749.88	1.47	62.66	4.76 lt
	Agregado Grueso	744.01	1.46	744.01	1.46	62.17	4.73 lt
	Aditivo Plastificante	4.31	0.01	4.31	0.01	0.36	27.4 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 115 Resumen del Diseño de Mezcla Método Modulo de Fineza $f'c=320\text{kg/cm}^2$

METODO MODULO FINEZA- DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
MF320	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.15 kg
	Agua	207.00	0.42	210.18	0.42	17.99	1.33 lt
	Agregado Fino	559.33	1.13	586.18	1.18	50.16	3.72 kg
	Agregado Grueso	946.03	1.90	946.03	1.90	80.96	6.01 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.75 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 116 Resumen del Diseño de Mezcla Método Vitervo O'reilly $f'c=320\text{kg/cm}^2$

METODO VITERVO O'REILLY - DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
PATRON I 320	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.15 kg
	Agua	207.00	0.42	199.11	0.40	17.04	1.26 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	87.63	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	0.95	473.56	0.95	40.52	3.01 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.75 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 117 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 15% INCORPORACION DE VIDRIO TRITURADO FINO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVTF15%	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.15 kg
	Agua	207.00	0.42	200.24	0.40	17.14	1.27 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	87.63	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	0.95	473.56	0.95	40.52	3.01kg
	Vidrio triturado fino	218.22	0.44	218.22	0.44	18.67	1.39 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.76 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 118 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 20% INCORPORACION DE VIDRIO TRITURADO FINO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVTF20%	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.15 kg
	Agua	207.00	0.42	200.62	0.40	17.17	1.27 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	87.63	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	0.95	473.56	0.95	40.52	3.01 kg
	Vidrio triturado fino	290.97	0.59	290.97	0.59	24.90	1.85 kg
	Aditivo Plastificante	4.31	0.01	4.21	0.01	0.36	26.75 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 119 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 25% INCORPORACION DE VIDRIO TRITURADO FINO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVTF25%	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.15 kg
	Agua	207.00	0.42	201.00	0.40	17.20	1.27 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	87.63	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	0.95	473.56	0.95	40.52	3.01 kg
	Vidrio triturado fino	363.71	0.73	363.71	0.73	31.12	2.31 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.75 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 120 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 30% INCORPORACION DE VIDRIO TRITURADO FINO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVTF30%	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.15 kg
	Agua	207.00	0.42	201.38	0.41	17.23	1.28 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	87.63	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	0.95	473.56	0.95	40.52	3.01 kg
	Vidrio triturado fino	436.45	0.88	436.45	0.88	37.35	2.77 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.75 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 121 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 15% ADICION DE CALCIN EN REEMPLAZO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVMR15%	Cemento	422.14	1.00	422.14	1.00	42.50	2.68 kg
	Agua	207.00	0.49	199.11	0.47	20.05	1.26 lt
	Agregado Fino	977.15	2.31	1024.05	2.43	103.10	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	1.12	473.56	1.12	47.68	3.01 kg
	Calcin	74.50	0.18	74.50	0.18	7.50	0.47 kg
	Aditivo Plastificante	3.58	0.01	3.58	0.01	0.36	22.74 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 122 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 20% ADICION DE CALCIN EN REEMPLAZO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVMR20%	Cemento	397.31	1.00	397.31	1.00	42.50	2.52 kg
	Agua	207.00	0.52	199.11	0.50	21.30	1.26 lt
	Agregado Fino	977.15	2.46	1024.05	2.58	109.54	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	1.19	473.56	1.19	50.66	3.01 kg
	Calcin	99.33	0.25	99.33	0.25	10.63	0.63 kg
	Aditivo Plastificante	3.37	0.01	3.37	0.01	0.36	21.40 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 123 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 25% ADICION DE CALCIN EN REEMPLAZO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVMR25%	Cemento	372.48	1.00	372.48	1.00	42.50	2.36 kg
	Agua	207.00	0.56	199.11	0.53	22.72	1.26 lt
	Agregado Fino	977.15	2.62	1024.05	2.75	116.84	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	1.27	473.56	1.27	54.03	3.01 kg
	Calcin	124.16	0.33	124.16	0.33	14.17	0.78 kg
	Aditivo Plastificante	3.16	0.01	3.16	0.01	0.36	20.06 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 124 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 30% ADICION DE CALCIN EN REEMPLAZO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVMR30%	Cemento	347.65	1.00	347.65	1.00	42.50	2.21 kg
	Agua	207.00	0.60	199.11	0.57	24.34	1.26 lt
	Agregado Fino	977.15	2.81	1024.05	2.95	125.19	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	1.36	473.56	1.36	57.89	3.01 kg
	Calcin	148.99	0.43	148.99	0.43	18.21	0.94 kg
	Aditivo Plastificante	2.94	0.01	2.94	0.01	0.36	18.72 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 125 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en Base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 15% DE CALCIN INCORPORADO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVMA15%	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.16 kg
	Agua	207.00	0.42	199.11	0.40	17.04	1.27 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	87.63	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	0.95	473.56	0.95	40.52	3.01 kg
	Calcin	74.50	0.15	74.50	0.15	6.38	0.47 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.76 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 126 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 20% DE CALCIN INCORPORADO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVMA20%	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.16 kg
	Agua	207.00	0.42	199.11	0.40	17.04	1.27 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	87.63	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	0.95	473.56	0.95	40.52	3.01 kg
	Calcin	99.33	0.20	99.33	0.20	8.50	0.63 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.76 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 127 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 25% DE CALCIN INCORPORADO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVMA25%	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	56.67	3.16 kg
	Agua	207.00	0.42	199.11	0.40	22.72	1.27 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	116.84	6.51 kg
	Agregado Grueso	473.56	0.95	473.56	0.95	54.03	3.01 kg
	Calcin	124.16	0.20	124.16	0.20	14.17	0.79 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.48	26.76 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 128 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 15% VIDRIO TRITURADO GRUESO REEMPLAZO DEL AG. GRUESO - ADOQUÍN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVTG15%	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.16 kg
	Agua	207.00	0.42	198.35	0.40	16.97	1.26 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	87.63	6.51 kg
	Agregado Grueso	402.52	0.81	402.52	0.81	34.45	2.56 kg
	Vidrio triturado grueso	66.00	0.13	66.00	0.13	5.65	0.42 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.76 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 129 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 30% VIDRIO TRITURADO GRUESO REEMPLAZO DEL AG. GRUESO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVTG30%	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.16 kg
	Agua	207.00	0.42	197.58	0.40	16.91	1.26 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	87.63	6.51 kg
	Agregado Grueso	331.49	0.67	331.49	0.67	28.37	2.11 kg
	Vidrio triturado grueso	131.99	0.27	131.99	0.27	11.30	0.84 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.76 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 130 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ - 45% VIDRIO TRITURADO GRUESO REEMPLAZO DEL AG. GRUESO - ADOQUIN TIPO I							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IVTG45%	Cemento	496.64	1.00	496.64	1.00	42.50	3.16 kg
	Agua	207.00	0.42	196.82	0.40	16.84	1.25 lt
	Agregado Fino	977.15	1.97	1024.05	2.06	87.63	6.51 kg
	Agregado Grueso	260.46	0.52	260.46	0.52	22.29	1.66 kg
	Vidrio triturado grueso	197.99	0.40	197.99	0.40	16.94	1.26 kg
	Aditivo Plastificante	4.21	0.01	4.21	0.01	0.36	26.76 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 131 Resumen del Diseño de Mezcla Método ACI $f'c=420\text{kg/cm}^2$

METODO ACI - DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
ACI420	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	206.42	0.32	13.80	1.75 lt
	Agregado Fino	644.64	1.01	675.58	1.06	45.16	5.72 kg
	Agregado Grueso	717.75	1.13	717.75	1.13	47.98	6.08 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 132 Resumen del Diseño de Mezcla Método WALKER $f'c=420\text{kg/cm}^2$

METODO WALKER - DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
WALKER 420	Cemento	651.11	1.00	651.11	1.00	42.50	4.14 kg
	Agua	212.00	0.33	214.20	0.33	13.98	1.36 lt
	Agregado Fino	527.60	0.81	552.93	0.85	36.09	3.51 kg
	Agregado Grueso	822.56	1.26	822.56	1.26	53.69	5.23 kg
	Aditivo Plastificante	5.52	0.01	5.52	0.01	0.36	35.07 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 133 Resumen del Diseño de Mezcla Método Modulo De Fineza $f'c=420\text{kg/cm}^2$

METODO MODULO FINEZA- DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
MF420	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	213.05	0.34	14.24	1.8 lt
	Agregado Fino	394.46	0.62	413.39	0.65	27.64	3.5 kg
	Agregado Grueso	1001.15	1.57	1001.15	1.57	66.93	8.48 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 134 Resumen del Diseño de Mezcla Método Vitervo O'Reilly $f'c=420\text{kg/cm}^2$

METODO VITERVO O'REILLY - DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
PATRON II 420	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	199.77	0.31	13.35	1.69 lt
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.68	434.16	0.68	29.02	3.68 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 135 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 15% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 15% INCORPORACION DE VIDRIO TRITURADO FINO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVTF15%	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	200.81	0.32	13.42	1.70 lt
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.68	434.16	0.68	29.02	3.68 kg
	Vidrio triturado fino	200.07	0.31	200.07	0.31	13.37	1.69 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 136 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 20% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 20% INCORPORACION DE VIDRIO TRITURADO FINO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVTF20%	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	201.15	0.32	13.45	1.70 lt
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.68	434.16	0.68	29.02	3.68 kg
	Vidrio triturado fino	266.76	0.42	266.76	0.42	17.83	2.26 kg
	Aditivo Plastificante	5.52	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 137 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 25% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 25% INCORPORACION DE VIDRIO TRITURADO FINO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVTF25%	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	201.50	0.32	13.47	1.70 lt
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.68	434.16	0.68	29.02	3.68 kg
	Vidrio triturado fino	333.45	0.52	333.45	0.52	22.29	2.82 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 138 Resumen de Diseño de Mezcla con Incorporación de 30% de Vidrio Triturado Fino, $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 30% INCORPORACION DE VIDRIO TRITURADO FINO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVTF30%	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	201.85	0.32	13.49	1.71 lt
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.68	434.16	0.68	29.02	3.68 kg
	Vidrio triturado fino	400.14	0.63	400.14	0.63	26.75	3.39 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 139 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 15% ADICION DE CALCIN EN REEMPLAZO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVMR15%	Cemento	540.39	1.00	540.39	1.00	42.50	4.58 kg
	Agua	207.00	0.38	199.77	0.37	15.71	1.69 lt
	Agregado Fino	895.86	1.66	938.86	1.74	73.84	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.80	434.16	0.80	34.15	3.68 kg
	Calcin	95.36	0.18	95.36	0.18	7.50	0.80 kg
	Aditivo Plastificante	4.58	0.01	4.58	0.01	0.36	38.81 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 140 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 20% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 20% ADICION DE CALCIN EN REEMPLAZO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVMR20%	Cemento	508.60	1.00	508.60	1.00	42.50	4.31 kg
	Agua	207.00	0.41	199.77	0.39	16.69	1.69 lt
	Agregado Fino	895.86	1.76	938.86	1.85	78.45	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.85	434.16	0.85	36.28	3.68 kg
	Calcin	127.15	0.25	127.15	0.25	10.63	1.07 kg
	Aditivo Plastificante	4.31	0.01	4.31	0.01	0.36	36.53 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 141 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 25% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 25% ADICION DE CALCIN EN REEMPLAZO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVMR25%	Cemento	476.81	1.00	476.81	1.00	42.50	4.04 kg
	Agua	207.00	0.43	199.77	0.42	17.81	1.69 lt
	Agregado Fino	895.86	1.88	938.86	1.97	83.68	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.91	434.16	0.91	38.70	3.68 kg
	Calcin	158.94	0.33	158.94	0.33	14.17	1.34 kg
	Aditivo Plastificante	4.04	0.01	4.04	0.01	0.36	34.24 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 142 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Cemento con Vidrio Molido $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 30% ADICION DE CALCIN EN REEMPLAZO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVMR30%	Cemento	445.02	1.00	445.02	1.00	42.50	3.77 kg
	Agua	207.00	0.47	199.77	0.45	19.08	1.69 lt
	Agregado Fino	895.86	2.01	938.86	2.11	89.66	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.98	434.16	0.98	41.46	3.68 kg
	Calcin	190.72	0.43	190.72	0.43	18.21	1.62 kg
	Aditivo Plastificante	3.77	0.01	3.77	0.01	0.36	31.97 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 143 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 15% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 15% DE CALCIN INCORPORADO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVMA15%	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	199.77	0.31	13.35	1.69 lt
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.68	434.16	0.68	29.02	3.68 kg
	Calcin	95.36	0.15	95.36	0.15	6.38	0.81 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 144 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 20% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 20% DE CALCIN INCORPORADO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m ³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVMA20%	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	199.77	0.31	13.35	1.69 lt
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.68	434.16	0.68	29.02	3.68 kg
	Calcin	127.15	0.20	127.15	0.20	8.50	1.08 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 145 Resumen de Diseño de Mezcla Adicionando el 25% de Vidrio Molido en base al Peso del Cemento $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 25% DE CALCIN INCORPORADO AL CEMENTO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVMA25%	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	199.77	0.31	13.35	1.69 lt
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	434.16	0.68	434.16	0.68	29.02	3.68 kg
	Calcin	158.94	0.25	158.94	0.25	10.63	1.35 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 146 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 15% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 15% VIDRIO TRITURADO GRUESO REEMPLAZO DEL AG. GRUESO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVTG15%	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	199.07	0.31	13.31	1.69 lt
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	369.04	0.58	369.04	0.58	24.67	3.13 kg
	Vidrio triturado grueso	60.51	0.10	60.51	0.10	4.04	0.51 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 147 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 30% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 30% VIDRIO TRITURADO GRUESO REEMPLAZO DEL AG. GRUESO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVTG30%	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	198.37	0.31	13.26	1.68 lt
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	303.91	0.48	303.91	0.48	20.32	2.58 kg
	Vidrio triturado grueso	121.01	0.19	121.01	0.19	8.09	1.03 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 148 Resumen de Diseño de Mezcla Reemplazando el 45% del Agregado Grueso con Vidrio Triturado Grueso $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ - 25% VIDRIO TRITURADO GRUESO REEMPLAZO DEL AG. GRUESO - ADOQUIN TIPO II							
CODIGO	MATERIALES	VALORES DE DISEÑO SECO		VALORES DE DISEÑO HUMEDO			
		PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESO (kg/m³)	PROPORCION EN PESOS	PESOS TANDA SACOS (kg/saco)	PESOS TANDA 5 ADOQUINES
IIVTG45%	Cemento	635.75	1.00	635.75	1.00	42.50	5.39 kg
	Agua	207.00	0.33	197.67	0.31	13.21	1.68 kg
	Agregado Fino	895.86	1.41	938.86	1.48	62.76	7.96 kg
	Agregado Grueso	238.79	0.38	238.79	0.38	15.96	2.02 kg
	Vidrio triturado grueso	181.52	0.29	181.52	0.29	12.13	1.54 kg
	Aditivo Plastificante	5.39	0.01	5.39	0.01	0.36	45.67 g

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

5. ENSAYOS DE DESEMPEÑO DE LA MEZCLA FRESCA Y ENDURECIDA

5.1. Ensayos al Concreto Fresco

5.1.1. Temperatura del Concreto Fresco

Tabla N° 149 Temperaturas de Diseños Generales

CODIGO	TEMPERATURA (°C)
ACI320	17.0
ACI420	14.2
WALKER	16.1
MODF	15.2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 150 Temperaturas de Concreto Fresco de Resistencia 320 kg/cm²

CODIGO	TEMPERATURA (°C)
PATRON I	16.9
IVTF15%	15.9
IVTF20%	16.6
IVTF25%	15.9
IVTF30%	16.7
IVMR15%	15.7
IVMR20%	15.1
IVMR25%	14.4
IVMR30%	16.1
IVMA15%	14.8
IVMA20%	15.6
IVMA25%	15.8
IVTG15%	16
IVTG30%	15.8
IVTG45%	15.4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 151 Temperaturas de Concreto Fresco de Resistencia 420 kg/cm²

CODIGO	TEMPERATURA (°C)
PATRON II	15.8
IIVTF15%	15.1
IIVTF20%	15.7
IIVTF25%	15.4
IIVTF30%	14.9
IIVMR15%	15.1
IIVMR20%	15.9
IIVMR25%	15.2
IIVMR30%	16.3
IIVMA15%	16.2
IIVMA20%	17.8
IIVMA25%	17.8
IIVTG15%	17.2
IIVTG30%	16.2
IIVTG45%	15.0

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Slump del Concreto Fresco

En la Imagen N° 11 se toma el dato del Slump menor de 1 cm aproximadamente, mediante el ensayo del cono de Abrams.

Al tratarse de adoquines cuyo concreto debe ser seco y de slump cero, este será medido y comprobado al momento de desencofrar como parte de la inspección (ver imagen N° 12).

Figura N° 11 Slump de diseño oficial



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 12 Medición de asentamiento al desencofrar



Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Peso Unitario y Rendimiento

5.1.3.1. Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Generales sin Vidrio

Tabla N° 152 Peso Unitario y Rendimiento de los Métodos de Diseño Generales sin Vidrio

DISEÑO	PESO CONCRETO (kg)	VOLUMEN RECIPIENTE (m ³)	PESO UNIT. (kg/m ³)	MASA TOTAL (kg)	RENDIMIENTO (m ³)	VOL. DE DISEÑO (m ³)	RENDIMIENTO RELATIVO
PATRON I	15.236	0.006974	2184.87	2193.36	1.00	1.00	1.00
PATRON II	15.205	0.006974	2180.44	2208.54	1.01	1.00	1.01
ACI 420	15.877	0.006974	2276.82	2235.50	0.98	1.00	0.98
ACI 320	16.146	0.006974	2315.34	2216.51	0.96	1.00	0.96
WALKER 420	15.750	0.006974	2258.53	2240.79	0.99	1.00	0.99
MF420	15.778	0.006974	2262.60	2263.34	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3.2. Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo I (f'c = 320 kg/cm²)

Tabla N° 153 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino

DISEÑO	PESO CONCRETO (kg)	VOLUMEN RECIPIENTE (m ³)	PESO UNIT. (kg/m ³)	MASA TOTAL (kg)	RENDIMIENTO (m ³)	VOL. DE DISEÑO (m ³)	RENDIMIENTO RELATIVO
IVTF15%	15.114	0.006974	2167.28	2412.72	1.11	1.00	1.11
IVTF20%	15.281	0.006974	2191.26	2485.84	1.13	1.00	1.13
IVTF25%	15.278	0.006974	2190.90	2558.96	1.17	1.00	1.17
IVTF30%	15.204	0.006974	2180.28	2632.08	1.21	1.00	1.21

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 154 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido en reemplazo del cemento

DISEÑO	PESO CONCRETO (kg)	VOLUMEN RECIPIENTE (m ³)	PESO UNIT. (kg/m ³)	MASA TOTAL (kg)	RENDIMIENTO (m ³)	VOL. DE DISEÑO (m ³)	RENDIMIENTO RELATIVO
IVMR15%	15.439	0.006974	2213.96	2193.36	0.99	1.00	0.99
IVMR20%	15.443	0.006974	2214.59	2193.36	0.99	1.00	0.99
IVMR25%	15.212	0.006974	2181.34	2193.36	1.01	1.00	1.01
IVMR30%	15.264	0.006974	2188.82	2193.36	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 155 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Añadido

DISEÑO	PESO CONCRETO (kg)	VOLUMEN RECIPIENTE (m ³)	PESO UNIT. (kg/m ³)	MASA TOTAL (kg)	RENDIMIENTO (m ³)	VOL. DE DISEÑO (m ³)	RENDIMIENTO RELATIVO
IVMA15%	15.161	0.006974	2174.02	2267.86	1.04	1.00	1.04
IVMA20%	15.203	0.006974	2180.14	2292.69	1.05	1.00	1.05
IVMA25%	15.165	0.006974	2174.66	2317.52	1.07	1.00	1.07

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 156 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso

DISEÑO	PESO CONCRETO (kg)	VOLUMEN RECIPIENTE (m ³)	PESO UNIT. (kg/m ³)	MASA TOTAL (kg)	RENDIMIENTO (m ³)	VOL. DE DISEÑO (m ³)	RENDIMIENTO RELATIVO
IVTG15%	15.370	0.006974	2204.02	2187.56	0.99	1.00	0.99
IVTG30%	15.319	0.006974	2196.75	2181.76	0.99	1.00	0.99
IVTG45%	15.299	0.006974	2193.91	2175.96	0.99	1.00	0.99

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3.3. Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo II (f'c = 420 kg/cm²)

Tabla N° 157 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino

DISEÑO	PESO CONCRETO (kg)	VOLUMEN RECIPIENTE (m ³)	PESO UNIT. (kg/m ³)	MASA TOTAL (kg)	RENDIMIENTO (m ³)	VOL. DE DISEÑO (m ³)	RENDIMIENTO RELATIVO
IIVTF15%	15.135	0.006974	2170.40	2409.65	1.11	1.00	1.11
IIVTF20%	15.143	0.006974	2171.56	2476.68	1.14	1.00	1.14
IIVTF25%	15.214	0.006974	2181.63	2543.72	1.17	1.00	1.17
IIVTF30%	15.277	0.006974	2190.67	2610.76	1.19	1.00	1.19

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 158 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido en reemplazo del cemento

DISEÑO	PESO CONCRETO (kg)	VOLUMEN RECIPIENTE (m ³)	PESO UNIT. (kg/m ³)	MASA TOTAL (kg)	RENDIMIENTO (m ³)	VOL. DE DISEÑO (m ³)	RENDIMIENTO RELATIVO
IIVMR15%	15.206	0.006974	2180.58	2208.54	1.01	1.00	1.01
IIVMR20%	15.142	0.006974	2171.39	2208.54	1.02	1.00	1.02
IIVMR25%	15.182	0.006974	2177.11	2208.54	1.01	1.00	1.01
IIVMR30%	15.117	0.006974	2167.81	2208.54	1.02	1.00	1.02

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 159 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Añadido

DISEÑO	PESO CONCRETO (kg)	VOLUMEN RECIPIENTE (m ³)	PESO UNIT. (kg/m ³)	MASA TOTAL (kg)	RENDIMIENTO (m ³)	VOL. DE DISEÑO (m ³)	RENDIMIENTO RELATIVO
IIVMA15%	15.158	0.006974	2173.60	2303.90	1.06	1.00	1.06
IIVMA20%	15.406	0.006974	2209.21	2335.69	1.06	1.00	1.06
IIVMA25%	15.299	0.006974	2193.83	2367.47	1.08	1.00	1.08

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 160 Peso Unitario y Rendimiento de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso

DISEÑO	PESO CONCRETO (kg)	VOLUMEN RECIPIENTE (m ³)	PESO UNIT. (kg/m ³)	MASA TOTAL (kg)	RENDIMIENTO (m ³)	VOL. DE DISEÑO (m ³)	RENDIMIENTO RELATIVO
IIVTG15%	15.215	0.006974	2181.87	2203.22	1.01	1.00	1.01
IIVTG30%	15.111	0.006974	2166.87	2197.90	1.01	1.00	1.01
IIVTG45%	15.208	0.006974	2180.90	2192.59	1.01	1.00	1.01

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Ensayos a Concreto Endurecido

5.2.1. Tolerancia Dimensional

En las siguientes tablas se muestran las variaciones promedias que se obtuvo de las medidas de cada parte del adoquín. Luego estas variaciones serán comparadas de acuerdo a la tabla N° 1.

Tabla N° 161 Variación Dimensional de los Adoquines sin Vidrio

Código	Variación Promedio Espesor (mm)	Variación Promedio Largo (mm)	Variación Promedio Ancho (mm)
PATRON I	2.29	2.83	2.21
ACI 320	2.05	1.62	1.71
PATRON II	1.62	2.12	1.17
ACI 420	1.16	2.66	1.01
WALKER 420	2.10	5.12	2.74
MF420	0.64	3.45	2.33

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 162 Variación Dimensional de los Adoquines Tipo I

Código	Variación Promedio Espesor (mm)	Variación Promedio Largo (mm)	Variación Promedio Ancho (mm)
PATRON I	2.29	2.83	2.21
IVTF15%	2.12	1.70	1.92
IVTF20%	2.94	1.51	1.72
IVTF25%	1.84	1.87	1.93
IVTF30%	0.95	1.85	1.69
IVMR15%	2.46	1.82	1.69
IVMR20%	1.75	1.65	1.57
IVMR25%	1.21	1.87	1.98
IVMR30%	3.50	3.78	2.26
IVMA15%	1.41	1.61	1.22
IVMA20%	2.13	1.34	1.36
IVMA25%	1.13	1.50	1.25
IVTG15%	1.23	1.49	1.30
IVTG30%	1.17	2.64	1.64
IVTG45%	0.96	2.78	2.39

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 163 Variación Dimensional de los Adoquines Tipo II

Código	Variación Promedio Espesor (mm)	Variación Promedio Largo (mm)	Variación Promedio Ancho (mm)
PATRON II	1.62	2.12	1.17
IIVTF15%	1.33	1.82	1.33
IIVTF20%	1.58	2.26	1.27
IIVTF25%	0.77	1.49	1.20
IIVTF30%	1.96	1.27	1.22
IIVMR15%	1.86	2.42	1.65
IIVMR20%	1.57	1.72	1.59
IIVMR25%	1.35	2.12	1.41
IIVMR30%	0.84	2.54	2.26
IIVMA15%	2.09	1.94	1.51
IIVMA20%	1.22	2.68	0.97
IIVMA25%	1.14	3.11	1.26
IIVTG15%	0.56	2.13	1.90
IIVTG30%	1.35	1.33	0.98
IIVTG45%	0.84	1.64	1.21

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2. Densidad del concreto del Adoquín

Para todos los escenarios propuestos, se realizó el ensayo a los especímenes a la edad de 28 días.

5.2.2.1. Densidades de los Adoquines Generales sin Vidrio

Tabla N° 164 Densidad de Adoquines Generales sin Vidrio

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
ACI 420	A	3753.5	3564.0	2117.5	1636.0	2178.48	2166.40
	B	3724.5	3564.0	2104.0	1620.5	2199.32	
	C	3726.0	3558.5	2098.5	1627.5	2186.48	
	D	3571.0	3384.0	1958.5	1612.5	2098.60	
	E	3712.5	3520.5	2089.5	1623.0	2169.13	
WALKER 420	A	3621.5	3452.5	2017.0	1604.5	2151.76	2148.05
	B	3710.0	3521.0	2060.0	1650.0	2133.94	
	C	3685.0	3508.5	2050.0	1635.0	2145.87	
	D	3693.0	3521.0	2062.0	1631.0	2158.80	
	E	3762.0	3564.5	2104.0	1658.0	2149.88	
MF 420	A	3766.5	3522.5	2094.0	1672.5	2106.13	2120.50
	B	3670.0	3412.0	2047.5	1622.5	2102.93	
	C	3764.5	3539.5	2104.5	1660.0	2132.23	
	D	3702.0	3475.5	2067.5	1634.5	2126.34	
	E	3722.5	3506.5	2080.0	1642.5	2134.86	
ACI 320	A	2884.0	2724.0	1634.5	1249.5	2180.07	2195.15
	B	2895.0	2737.0	1614.0	1281.0	2136.61	
	C	2843.5	2697.5	1632.5	1211.0	2227.50	
	D	2882.0	2735.0	1656.5	1225.5	2231.74	
	E	2848.0	2713.5	1614.5	1233.5	2199.84	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2.2. Densidades del Adoquín Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla N° 165 Densidad de Adoquines Tipo I Diseño Patrón

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
PATRON TIPO I	A	2804.0	2654.0	1525.5	1278.5	2075.87	2084.70
	B	2765.5	2614.5	1505.5	1260.0	2075.00	
	C	2793.0	2646.0	1522.5	1270.5	2082.64	
	D	2811.5	2671.5	1545.0	1266.5	2109.36	
	E	2766.0	2619.5	1507.0	1259.0	2080.62	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 166 Densidad de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
IVTF15%	A	2426.5	2279.0	1296.5	1130.0	2016.81	2046.44
	B	2490.0	2353.5	1345.0	1145.0	2055.46	
	C	2468.0	2338.0	1335.5	1132.5	2064.46	
	D	2452.5	2320.5	1324.5	1128.0	2057.18	
	E	2484.0	2343.0	1334.5	1149.5	2038.28	
IVTF20%	A	2737.5	2590.0	1493.5	1244.0	2081.99	2079.27
	B	2779.5	2633.0	1515.5	1264.0	2083.07	
	C	2846.5	2708.5	1558.5	1288.0	2102.87	
	D	2525.0	2393.0	1363.5	1161.5	2060.27	
	E	2583.5	2459.0	1394.5	1189.0	2068.12	
IVTF25%	A	2729.5	2594.0	1483.0	1246.5	2081.03	2077.48
	B	2740.0	2607.0	1492.5	1247.5	2089.78	
	C	2723.0	2579.0	1478.5	1244.5	2072.32	
	D	2775.5	2634.0	1508.5	1267.0	2078.93	
	E	2747.0	2591.0	1492.5	1254.5	2065.36	
IVTF30%	A	2602.0	2455.0	1416.0	1186.0	2069.98	2059.19
	B	2600.0	2453.5	1401.0	1199.0	2046.29	
	C	2702.0	2564.0	1471.0	1231.0	2082.86	
	D	2539.0	2396.5	1371.0	1168.0	2051.80	
	E	2626.0	2474.5	1416.0	1210.0	2045.04	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 167 Densidad de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido en reemplazo del cemento

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
IVMR15%	A	2679.5	2525.5	1466.0	1213.5	2081.17	2089.00
	B	2619.0	2471.5	1428.0	1191.0	2075.15	
	C	2576.0	2430.5	1408.0	1168.0	2080.91	
	D	2677.5	2530.0	1475.0	1202.5	2103.95	
	E	2664.5	2513.0	1470.0	1194.5	2103.81	
IVMR20%	A	2521.0	2366.0	1386.0	1135.0	2084.58	2088.69
	B	2590.5	2439.5	1415.0	1175.5	2075.29	
	C	2635.0	2480.0	1445.0	1190.0	2084.03	
	D	2492.0	2361.5	1367.0	1125.0	2099.11	
	E	2618.0	2478.5	1438.0	1180.0	2100.42	
IVMR25%	A	2445.0	2310.0	1320.0	1125.0	2053.33	2060.78
	B	2521.5	2380.0	1365.0	1156.5	2057.93	
	C	2582.0	2440.0	1400.0	1182.0	2064.30	
	D	2618.5	2475.0	1425.0	1193.5	2073.73	
	E	2508.5	2370.0	1355.0	1153.5	2054.62	
IVMR30%	A	2568.5	2410.0	1395.0	1173.5	2053.69	2056.83
	B	2586.0	2430.0	1410.0	1176.0	2066.33	
	C	2531.0	2380.0	1365.0	1166.0	2041.17	
	D	2483.5	2330.0	1345.0	1138.5	2046.55	
	E	2654.0	2500.0	1450.0	1204.0	2076.41	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 168 Densidad de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Añadido

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
IVMA15%	A	2656.0	2515.5	1432.0	1224.0	2055.15	2062.38
	B	2591.0	2464.0	1398.5	1192.5	2066.25	
	C	2623.5	2486.5	1415.0	1208.5	2057.51	
	D	2637.5	2502.0	1426.0	1211.5	2065.21	
	E	2604.5	2471.0	1409.5	1195.0	2067.78	
IVMA20%	A	2609.5	2475.0	1409.0	1200.5	2061.64	2060.69
	B	2696.0	2546.0	1460.5	1235.5	2060.70	
	C	2610.0	2464.0	1414.5	1195.5	2061.06	
	D	2662.0	2513.0	1440.0	1222.0	2056.46	
	E	2661.5	2515.5	1442.5	1219.0	2063.58	
IVMA25%	A	2572.5	2441.0	1391.0	1181.5	2066.02	2058.85
	B	2533.0	2402.5	1370.5	1162.5	2066.67	
	C	2549.0	2415.5	1380.0	1169.0	2066.30	
	D	2514.5	2379.5	1356.0	1158.5	2053.95	
	E	2517.0	2372.0	1355.0	1162.0	2041.31	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 169 Densidad de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
IVTG15%	A	2601.0	2476.5	1412.0	1189.0	2082.84	2095.76
	B	2613.5	2483.5	1426.0	1187.5	2091.37	
	C	2590.5	2459.0	1415.5	1175.0	2092.77	
	D	2632.5	2505.0	1439.0	1193.5	2098.87	
	E	2654.5	2525.0	1459.5	1195.0	2112.97	
IVTG30%	A	2682.0	2546.5	1470.0	1212.0	2101.07	2090.10
	B	2656.0	2522.5	1442.5	1213.5	2078.70	
	C	2633.5	2509.5	1431.5	1202.0	2087.77	
	D	2485.5	2362.5	1349.5	1136.0	2079.67	
	E	2666.0	2545.0	1456.0	1210.0	2103.31	
IVTG45%	A	2641.5	2516.5	1442.0	1199.5	2097.96	2085.11
	B	2618.0	2489.5	1423.0	1195.0	2083.26	
	C	2472.0	2342.5	1333.0	1139.0	2056.63	
	D	2596.0	2463.5	1418.0	1178.0	2091.26	
	E	2626.5	2500.0	1434.0	1192.5	2096.44	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2.3. Densidades del Adoquín Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla N° 170 Densidad de Adoquines Tipo II Diseño Patrón

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
PATRON II	A	3621.0	3437.5	1963.5	1657.5	2073.91	2073.90
	B	3678.5	3501.5	1991.0	1687.5	2074.96	
	C	3679.5	3500.0	2000.0	1679.5	2083.95	
	D	3568.0	3391.5	1928.0	1640.0	2067.99	
	E	3682.5	3508.5	1986.5	1696.0	2068.69	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 171 Densidad de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
IIVTF15%	A	3574.0	3404.0	1933.0	1641.0	2074.34	2070.95
	B	3708.0	3537.5	1998.0	1710.0	2068.71	
	C	3570.5	3406.0	1932.5	1638.0	2079.37	
	D	3556.5	3396.5	1911.5	1645.0	2064.74	
	E	3539.0	3381.5	1903.5	1635.5	2067.56	
IIVTF20%	A	3514.0	3358.0	1901.0	1613.0	2081.84	2070.32
	B	3536.5	3383.5	1914.5	1622.0	2086.00	
	C	3572.0	3411.0	1929.5	1642.5	2076.71	
	D	3493.5	3293.5	1874.5	1619.0	2034.28	
	E	3483.5	3333.0	1875.5	1608.0	2072.76	
IIVTF25%	A	3543.0	3386.5	1923.5	1619.5	2091.08	2082.36
	B	3534.5	3384.0	1917.0	1617.5	2092.12	
	C	3560.0	3396.5	1932.5	1627.5	2086.94	
	D	3454.0	3294.0	1875.0	1579.0	2086.13	
	E	3481.5	3312.5	1870.0	1611.5	2055.54	
IIVTF30%	A	3577.0	3413.5	1943.0	1634.0	2089.05	2092.63
	B	3590.0	3437.0	1949.5	1640.5	2095.09	
	C	3585.5	3427.0	1947.0	1638.5	2091.55	
	D	3645.5	3482.0	1985.5	1660.0	2097.59	
	E	3547.0	3382.5	1928.5	1618.5	2089.90	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 172 Densidad de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido en reemplazo del cemento

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
IIVMR15%	A	3546.0	3377.5	1911.5	1634.5	2066.38	2078.74
	B	3634.5	3462.5	1968.0	1666.5	2077.71	
	C	3629.0	3461.5	1964.5	1664.5	2079.60	
	D	3611.0	3443.0	1957.5	1653.5	2082.25	
	E	3652.5	3484.5	1983.5	1669.0	2087.78	
IIVMR20%	A	3579.0	3378.5	1931.5	1647.5	2050.68	2056.92
	B	3579.5	3386.0	1933.5	1646.0	2057.11	
	C	3600.5	3417.0	1939.0	1661.5	2056.58	
	D	3601.0	3411.5	1945.0	1656.0	2060.08	
	E	3586.5	3407.5	1932.5	1654.0	2060.16	
IIVMR25%	A	3589.0	3392.5	1944.5	1644.5	2062.94	2060.54
	B	3688.5	3497.0	1994.0	1694.5	2063.74	
	C	3537.0	3358.5	1906.0	1631.0	2059.17	
	D	3639.0	3434.0	1970.0	1669.0	2057.52	
	E	3540.5	3348.5	1914.5	1626.0	2059.35	
IIVMR30%	A	3535.0	3338.5	1906.0	1629.0	2049.42	2050.66
	B	3550.5	3358.5	1916.0	1634.5	2054.76	
	C	3547.5	3361.0	1916.0	1631.5	2060.07	
	D	3437.5	3250.5	1848.5	1589.0	2045.63	
	E	3556.0	3365.5	1909.0	1647.0	2043.41	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 173 Densidad de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Añadido

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
IIVMA15%	A	3477.0	3249.0	1866.5	1610.5	2017.39	2051.36
	B	3484.5	3262.5	1866.0	1618.5	2015.76	
	C	3585.0	3421.5	1936.5	1648.5	2075.52	
	D	3462.5	3272.0	1892.5	1570.0	2084.08	
	E	3499.0	3319.0	1891.0	1608.0	2064.05	
IIVMA20%	A	3611.5	3467.5	1955.0	1656.5	2093.27	2124.54
	B	3632.5	3479.5	1985.5	1647.0	2112.63	
	C	3688.0	3554.5	2022.0	1666.0	2133.55	
	D	3640.0	3503.0	2007.0	1633.0	2145.13	
	E	3628.0	3498.0	1992.0	1636.0	2138.14	
IIVMA25%	A	3578.5	3445.0	1946.0	1632.5	2110.26	2111.21
	B	3605.0	3477.0	1958.5	1646.5	2111.75	
	C	3604.5	3470.0	1958.0	1646.5	2107.50	
	D	3590.0	3451.0	1957.0	1633.0	2113.29	
	E	3613.5	3471.0	1971.0	1642.5	2113.24	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 174 Densidad de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)	D. PROM. (kg/m ³)
IIVTG15%	A	3600.0	3371.0	1954.0	1646.0	2048.00	2043.80
	B	3573.5	3349.5	1943.0	1630.5	2054.28	
	C	3596.5	3370.0	1952.0	1644.5	2049.26	
	D	3642.5	3412.0	1970.5	1672.0	2040.67	
	E	3476.0	3254.0	1870.5	1605.5	2026.78	
IIVTG30%	A	3550.5	3301.5	1911.5	1639.0	2014.34	2034.30
	B	3507.5	3299.5	1878.5	1629.0	2025.48	
	C	3543.5	3309.5	1905.5	1638.0	2020.45	
	D	3542.5	3348.0	1920.0	1622.5	2063.48	
	E	3563.5	3365.5	1920.0	1643.5	2047.76	
IIVTG45%	A	3538.0	3347.0	1909.5	1628.5	2055.27	2056.25
	B	3696.0	3481.5	2007.5	1688.5	2061.89	
	C	3494.5	3290.5	1884.0	1610.5	2043.15	
	D	3599.0	3375.5	1951.5	1647.5	2048.86	
	E	3613.5	3421.0	1962.5	1651.0	2072.08	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3. Absorción del Adoquín

5.2.3.1. Absorción de los Adoquines Generales sin Vidrio

Tabla N° 175 Absorción de Adoquines Generales sin Vidrio

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
ACI420	A	3753.5	3564.0	5.32%	5.10%
	B	3724.5	3564.0	4.50%	
	C	3726.0	3558.5	4.71%	
	D	3571.0	3384.0	5.53%	
	E	3712.5	3520.5	5.45%	
WALKER 420	A	3621.5	3452.5	4.90%	5.14%
	B	3710.0	3521.0	5.37%	
	C	3685.0	3508.5	5.03%	
	D	3693.0	3521.0	4.88%	
	E	3762.0	3564.5	5.54%	
MF420	A	3766.5	3522.5	6.93%	6.70%
	B	3670.0	3412.0	7.56%	
	C	3764.5	3539.5	6.36%	
	D	3702.0	3475.5	6.52%	
	E	3722.5	3506.5	6.16%	
ACI320	A	2884.0	2724.0	5.87%	5.48%
	B	2895.0	2737.0	5.77%	
	C	2843.5	2697.5	5.41%	
	D	2882.0	2735.0	5.37%	
	E	2848.0	2713.5	4.96%	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3.2. Absorción Adoquines Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla N° 176 Absorción del Diseño Patrón del Adoquín Tipo I

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
PATRON TIPO I	A	2804.0	2654.0	5.65%	5.56%
	B	2765.5	2614.5	5.78%	
	C	2793.0	2646.0	5.56%	
	D	2811.5	2671.5	5.24%	
	E	2766.0	2619.5	5.59%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 177 Absorción de los Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
IVTF15%	A	2426.5	2279.0	6.47%	5.91%
	B	2490.0	2353.5	5.80%	
	C	2468.0	2338.0	5.56%	
	D	2452.5	2320.5	5.69%	
	E	2484.0	2343.0	6.02%	
IVTF20%	A	2737.5	2590.0	5.69%	5.39%
	B	2779.5	2633.0	5.56%	
	C	2846.5	2708.5	5.10%	
	D	2525.0	2393.0	5.52%	
	E	2583.5	2459.0	5.06%	
IVTF25%	A	2729.5	2594.0	5.22%	5.46%
	B	2740.0	2607.0	5.10%	
	C	2723.0	2579.0	5.58%	
	D	2775.5	2634.0	5.37%	
	E	2747.0	2591.0	6.02%	
IVTF30%	A	2602.0	2455.0	5.99%	5.88%
	B	2600.0	2453.5	5.97%	
	C	2702.0	2564.0	5.38%	
	D	2539.0	2396.5	5.95%	
	E	2626.0	2474.5	6.12%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 178 Absorción de los Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Reemplazado

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
IVMR15%	A	2679.5	2525.5	6.10%	5.98%
	B	2619.0	2471.5	5.97%	
	C	2576.0	2430.5	5.99%	
	D	2677.5	2530.0	5.83%	
	E	2664.5	2513.0	6.03%	
IVMR20%	A	2521.0	2366.0	6.55%	6.03%
	B	2590.5	2439.5	6.19%	
	C	2635.0	2480.0	6.25%	
	D	2492.0	2361.5	5.53%	
	E	2618.0	2478.5	5.63%	
IVMR25%	A	2445.0	2310.0	5.84%	5.85%
	B	2521.5	2380.0	5.95%	
	C	2582.0	2440.0	5.82%	
	D	2618.5	2475.0	5.80%	
	E	2508.5	2370.0	5.84%	
IVMR30%	A	2568.5	2410.0	6.58%	6.42%
	B	2586.0	2430.0	6.42%	
	C	2531.0	2380.0	6.34%	
	D	2483.5	2330.0	6.59%	
	E	2654.0	2500.0	6.16%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 179 Absorción de Adoquines de Tipo I con Vidrio Molido Adicionado

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
IVMA15%	A	2656.0	2515.5	5.59%	5.41%
	B	2591.0	2464.0	5.15%	
	C	2623.5	2486.5	5.51%	
	D	2637.5	2502.0	5.42%	
	E	2604.5	2471.0	5.40%	
IVMA20%	A	2609.5	2475.0	5.43%	5.80%
	B	2696.0	2546.0	5.89%	
	C	2610.0	2464.0	5.93%	
	D	2662.0	2513.0	5.93%	
	E	2661.5	2515.5	5.80%	
IVMA25%	A	2572.5	2441.0	5.39%	5.63%
	B	2533.0	2402.5	5.43%	
	C	2549.0	2415.5	5.53%	
	D	2514.5	2379.5	5.67%	
	E	2517.0	2372.0	6.11%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 180 Absorción de los Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
IVTG15%	A	2601.0	2476.5	5.03%	5.17%
	B	2613.5	2483.5	5.23%	
	C	2590.5	2459.0	5.35%	
	D	2632.5	2505.0	5.09%	
	E	2654.5	2525.0	5.13%	
IVTG30%	A	2682.0	2546.5	5.32%	5.10%
	B	2656.0	2522.5	5.29%	
	C	2633.5	2509.5	4.94%	
	D	2485.5	2362.5	5.21%	
	E	2666.0	2545.0	4.75%	
IVTG45%	A	2641.5	2516.5	4.97%	5.22%
	B	2618.0	2489.5	5.16%	
	C	2472.0	2342.5	5.53%	
	D	2596.0	2463.5	5.38%	
	E	2626.5	2500.0	5.06%	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3.3. Absorción Adoquines Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla N° 181 Absorción del Diseño Patrón del Adoquín Tipo II

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
PATRON II	A	3621.0	3437.5	5.34%	5.14%
	B	3678.5	3501.5	5.05%	
	C	3679.5	3500.0	5.13%	
	D	3568.0	3391.5	5.20%	
	E	3682.5	3508.5	4.96%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 182 Absorción de los Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
IIVTF15%	A	3574.0	3404.0	4.99%	4.80%
	B	3708.0	3537.5	4.82%	
	C	3570.5	3406.0	4.83%	
	D	3556.5	3396.5	4.71%	
	E	3539.0	3381.5	4.66%	
IIVTF20%	A	3514.0	3358.0	4.65%	4.90%
	B	3536.5	3383.5	4.52%	
	C	3572.0	3411.0	4.72%	
	D	3493.5	3293.5	6.07%	
	E	3483.5	3333.0	4.52%	
IIVTF25%	A	3543.0	3386.5	4.62%	4.77%
	B	3534.5	3384.0	4.45%	
	C	3560.0	3396.5	4.81%	
	D	3454.0	3294.0	4.86%	
	E	3481.5	3312.5	5.10%	
IIVTF30%	A	3577.0	3413.5	4.79%	4.69%
	B	3590.0	3437.0	4.45%	
	C	3585.5	3427.0	4.63%	
	D	3645.5	3482.0	4.70%	
	E	3547.0	3382.5	4.86%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 183 Absorción de los Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Reemplazado

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
IIVMR15%	A	3546.0	3377.5	4.99%	4.90%
	B	3634.5	3462.5	4.97%	
	C	3629.0	3461.5	4.84%	
	D	3611.0	3443.0	4.88%	
	E	3652.5	3484.5	4.82%	
IIVMR20%	A	3579.0	3378.5	5.93%	5.57%
	B	3579.5	3386.0	5.71%	
	C	3600.5	3417.0	5.37%	
	D	3601.0	3411.5	5.55%	
	E	3586.5	3407.5	5.25%	
IIVMR25%	A	3589.0	3392.5	5.79%	5.66%
	B	3688.5	3497.0	5.48%	
	C	3537.0	3358.5	5.31%	
	D	3639.0	3434.0	5.97%	
	E	3540.5	3348.5	5.73%	
IIVMR30%	A	3535.0	3338.5	5.89%	5.71%
	B	3550.5	3358.5	5.72%	
	C	3547.5	3361.0	5.55%	
	D	3437.5	3250.5	5.75%	
	E	3556.0	3365.5	5.66%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 184 Absorción de Adoquines de Tipo II con Vidrio Molido Adicionado

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
IIVMA15%	A	3477.0	3249.0	7.02%	5.97%
	B	3484.5	3262.5	6.80%	
	C	3585.0	3421.5	4.78%	
	D	3462.5	3272.0	5.82%	
	E	3499.0	3319.0	5.42%	
IIVMA20%	A	3611.5	3467.5	4.15%	3.99%
	B	3632.5	3479.5	4.40%	
	C	3688.0	3554.5	3.76%	
	D	3640.0	3503.0	3.91%	
	E	3628.0	3498.0	3.72%	
IIVMA25%	A	3578.5	3445.0	3.88%	3.91%
	B	3605.0	3477.0	3.68%	
	C	3604.5	3470.0	3.88%	
	D	3590.0	3451.0	4.03%	
	E	3613.5	3471.0	4.11%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 185 Absorción de los Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino

DISEÑO	N°	PESO SATURADO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCION (%)	ABSORCION PROMEDIO (%)
IIVTG15%	A	3600.0	3371.0	6.79%	6.76%
	B	3573.5	3349.5	6.69%	
	C	3596.5	3370.0	6.72%	
	D	3642.5	3412.0	6.76%	
	E	3476.0	3254.0	6.82%	
IIVTG30%	A	3550.5	3301.5	7.54%	6.52%
	B	3507.5	3299.5	6.30%	
	C	3543.5	3309.5	7.07%	
	D	3542.5	3348.0	5.81%	
	E	3563.5	3365.5	5.88%	
IIVTG45%	A	3538.0	3347.0	5.71%	6.06%
	B	3696.0	3481.5	6.16%	
	C	3494.5	3290.5	6.20%	
	D	3599.0	3375.5	6.62%	
	E	3613.5	3421.0	5.63%	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4. Resistencia a la Compresión

5.2.4.1. Resistencia a Compresión de Adoquines sin vidrio

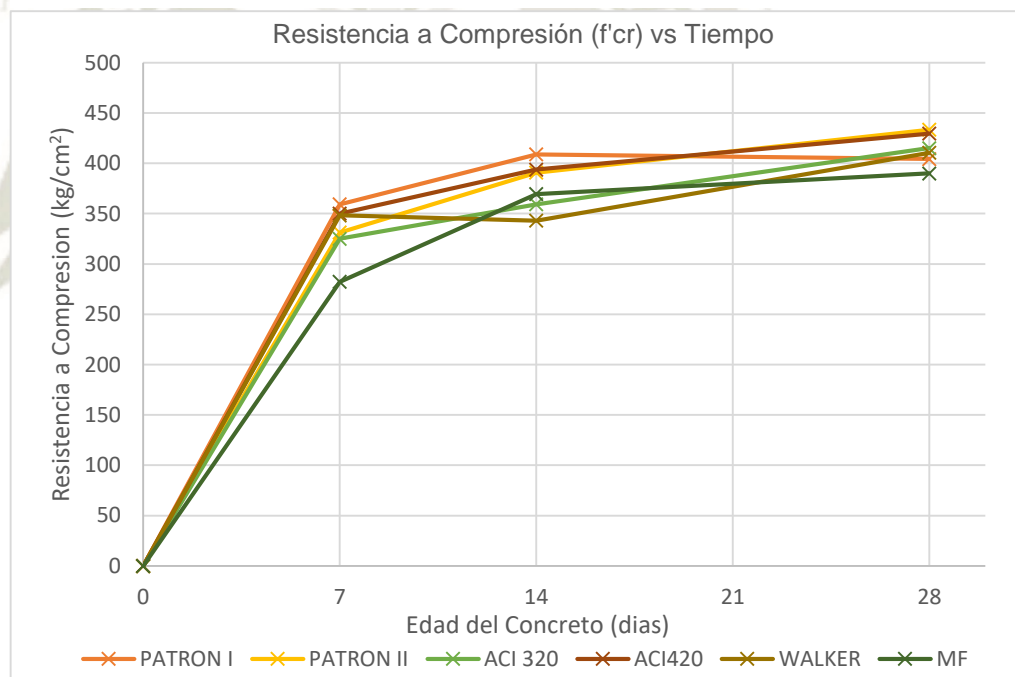
Tabla N° 186 Resistencias a la Compresión de Adoquines sin Vidrio

CODIGO (f'cr)	f'cr 7 días (kg/cm ²)*	f'cr 14 días (kg/cm ²)*	f'cr 28 días (kg/cm ²)*
PATRON I (404 kg/cm ²)	359.26 ± 21.52	408.84 ± 48.91	404.22 ± 31.49
PATRON II (518 kg/cm ²)	331.35 ± 40.53	390.74 ± 19.65	433.32 ± 12.96
ACI 320 (404 kg/cm ²)	325.01 ± 43.29	359.34 ± 41.83	415.17 ± 14.27
ACI 420 (518 kg/cm ²)	350.08 ± 42.85	393.76 ± 35.51	429.61 ± 32.81
WALKER (518 kg/cm ²)	348.33 ± 28.79	343.12 ± 22.51	410.46 ± 40.82
MF 420 (518 kg/cm ²)	282.23 ± 24.74	369.52 ± 65.89	390.00 ± 40.82

Fuente: Elaboración Propia

*La unidad de kgf/cm² está expresado en el SI, siendo este kg/cm²

Gráfico N° 7 Curvas de Resistencia a la Compresión de acuerdo a los diseños sin Vidrio



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 187 Variación en porcentajes respecto a su f'cr

CODIGO	f'cr 7 días	f'cr 14 días	f'cr 28 días
PATRON I	89%	101%	100%
PATRON II	64%	75%	84%
ACI 320	80%	89%	103%
ACI 420	68%	76%	83%
WALKER	67%	66%	79%
MF 420	54%	71%	75%

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4.2. Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)

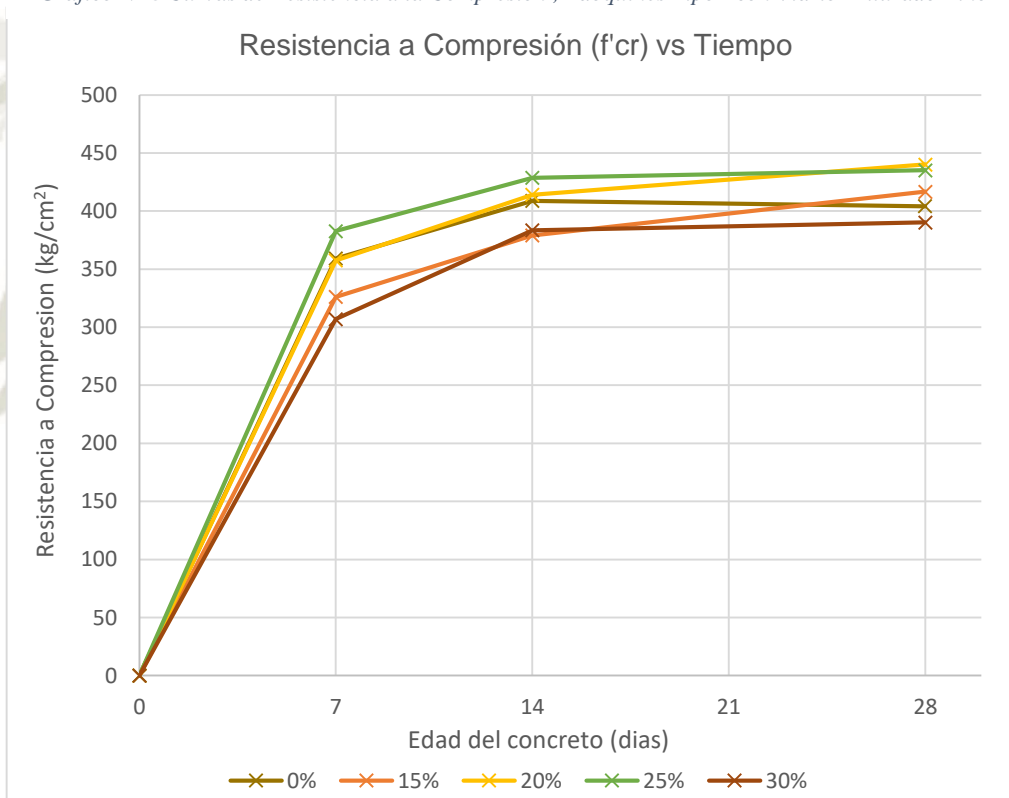
Tabla N° 188 Resistencia a la Compresión, Adoquín Tipo I con Vidrio Triturado Fino

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	$f'cr$ 7 días (kg/cm^2)*	$f'cr$ 14 días (kg/cm^2)*	$f'cr$ 28 días (kg/cm^2)*
IVTF	15	326.22 ± 22.40	379.01 ± 40.72	416.67 ± 31.25
	20	357.61 ± 23.51	414.13 ± 14.17	440.14 ± 19.44
	25	382.74 ± 20.50	428.69 ± 24.94	435.23 ± 38.75
	30	307.02 ± 13.32	383.55 ± 21.27	390.22 ± 17.98

Fuente: Elaboración Propia

*La unidad de kg/cm^2 está expresado en el SI, siendo este kg/cm^2

Gráfico N° 8 Curvas de Resistencia a la Compresión, Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 189 Variación en porcentajes respecto a su $f'cr = 404 \text{ kg/cm}^2$ para adoquines con Vidrio Triturado Fino

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	$f'cr$ 7 días	$f'cr$ 14 días	$f'cr$ 28 días
IVTF	15	81%	94%	103%
	20	89%	103%	109%
	25	95%	106%	108%
	30	76%	95%	97%

Fuente: Elaboración Propia

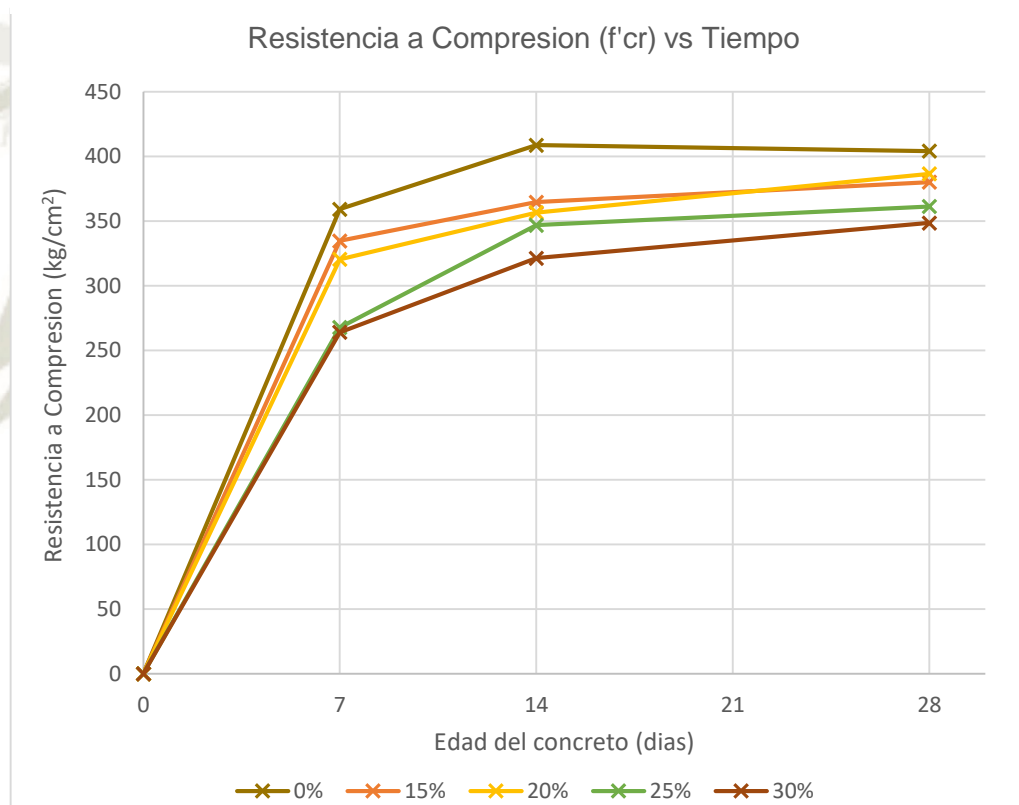
Tabla N° 190 Resistencia a la Compresión, Adoquín Tipo I con Vidrio Molido en reemplazo del cemento

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días (kg/cm ²)*	f'cr 14 días (kg/cm ²)*	f'cr 28 días (kg/cm ²)*
IVMR	15	334.84 ± 6.62	364.69 ± 31.82	380.23 ± 33.23
	20	320.58 ± 27.7	356.73 ± 17.86	386.63 ± 11.37
	25	267.77 ± 24.5	346.93 ± 11.09	361.38 ± 26.20
	30	264.07 ± 14.41	321.47 ± 31.98	348.64 ± 36.93

Fuente: Elaboración Propia

*La unidad de kgf/cm² está expresado en el SI, siendo este kg/cm²

Gráfico N° 9 Curvas de Resistencias a la Compresión de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido en reemplazo del cemento



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 191 Variación en porcentajes respecto a su f'cr = 404 kg/cm² para adoquines con Vidrio Molido en Reemplazo del cemento

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días	f'cr 14 días	f'cr 28 días
IVMR	15	83%	90%	94%
	20	79%	88%	96%
	25	66%	86%	89%
	30	65%	80%	86%

Fuente: Elaboración Propia

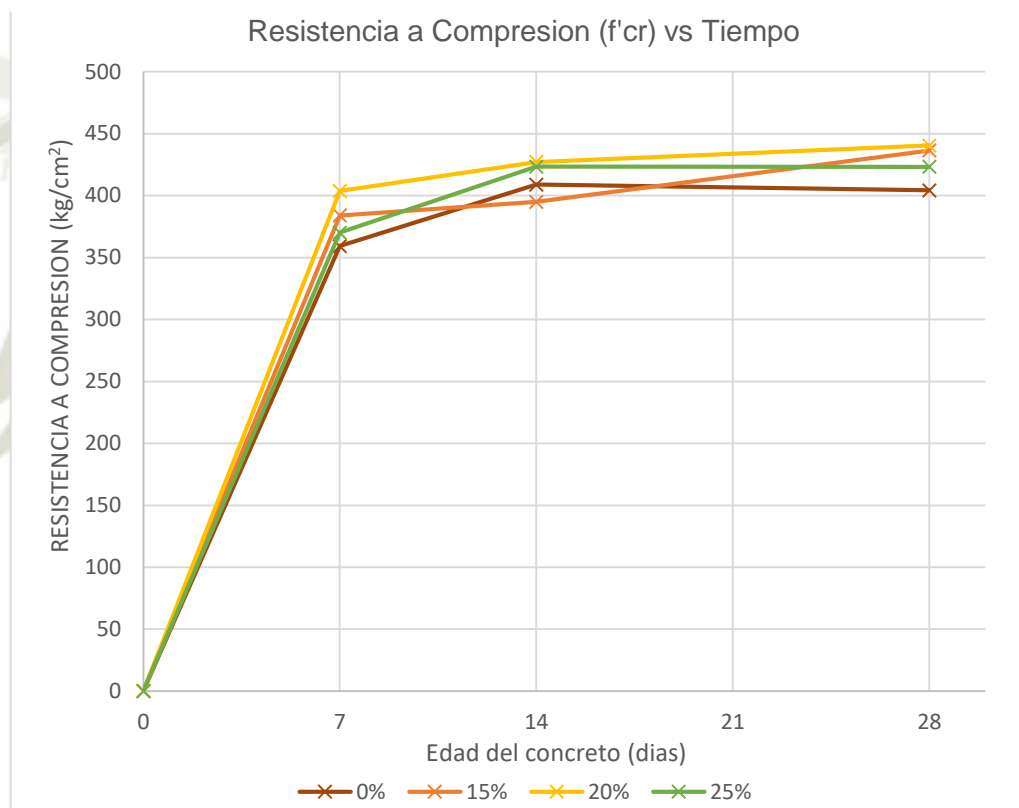
Tabla N° 192 Resistencia a Compresión, Adoquín Tipo I con Vidrio Molido Adicionado

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días (kg/cm ²)*	f'cr 14 días (kg/cm ²)*	f'cr 28 días (kg/cm ²)*
IVMA	15	383.93 ± 27.53	394.97 ± 33.86	436.37 ± 32.4
	20	403.75 ± 6.36	427.09 ± 10.43	440.34 ± 25.55
	25	370.05 ± 19.31	423.28 ± 5.84	423.23 ± 20.84

Fuente: Elaboración Propia

*La unidad de kgf/cm² está expresado en el SI, siendo este kg/cm²

Gráfico N° 10 Curvas de Resistencias a Compresión, Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Adicionado



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 193 Variación en porcentajes respecto a su f'cr = 404 kg/cm² para adoquines con Vidrio Molido Añadido

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días	f'cr 14 días	f'cr 28 días
IVMA	15	95%	98%	108%
	20	100%	106%	109%
	25	92%	105%	105%

Fuente: Elaboración Propia

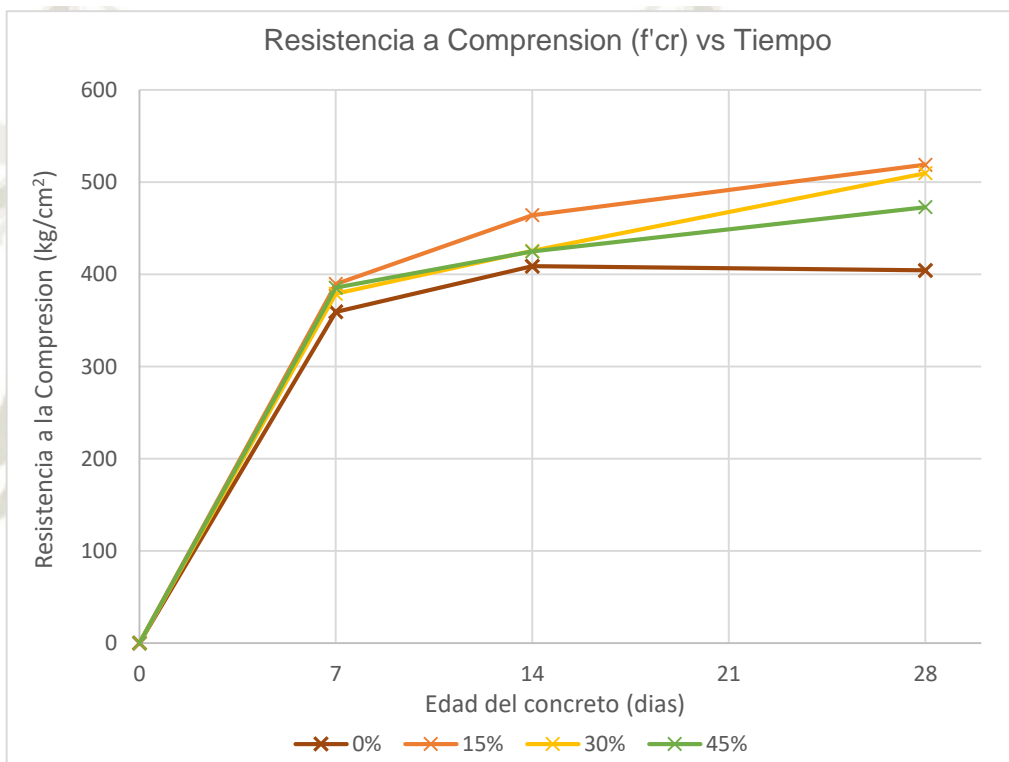
Tabla N° 194 Resistencia a la Compresión, Adoquín Tipo I con Vidrio Triturado Grueso

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días (kg/cm ²)*	f'cr 14 días (kg/cm ²)*	f'cr 28 días (kg/cm ²)*
IVTG	15	389.57 ± 25.13	464.20 ± 51.62	518.84 ± 22.12
	30	378.95 ± 27.57	425.44 ± 4.17	509.63 ± 9.46
	45	385.58 ± 26.83	424.82 ± 17.84	472.88 ± 13.62

Fuente: Elaboración Propia

*La unidad de kgf/cm² está expresado en el SI, siendo este kg/cm²

Gráfico N° 11 Curvas de Resistencias a la Compresión de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 195 Variación en porcentajes respecto a su f'cr = 404 kg/cm² para adoquines con Vidrio Triturado Grueso

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días	f'cr 14 días	f'cr 28 días
IVTG	15	96%	115%	128%
	20	94%	105%	126%
	25	95%	105%	117%

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4.3. Resistencia a Compresión Adoquines Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)

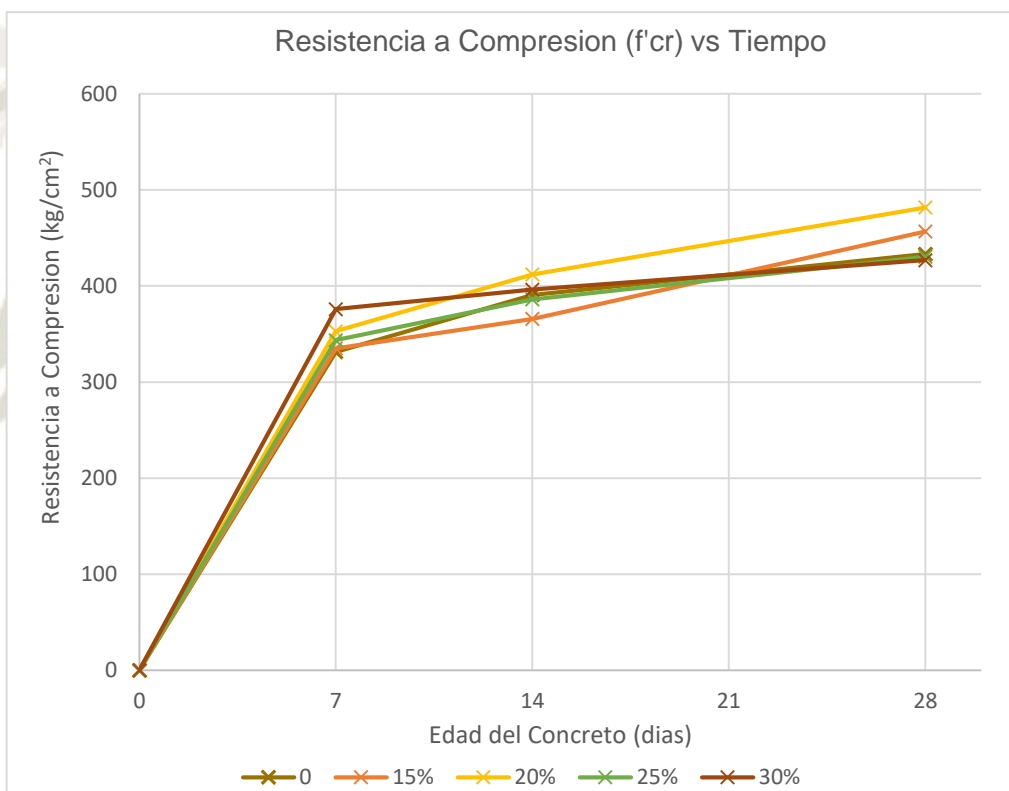
Tabla N° 196 Resistencia a la Compresión, Adoquín Tipo II con Vidrio Triturado Fino

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	$f'cr$ 7 días (kg/cm ²)*	$f'cr$ 14 días (kg/cm ²)*	$f'cr$ 28 días (kg/cm ²)*
IIVTF	15	335.11 ± 19.09	365.75 ± 53.96	456.67 ± 51.03
	20	352.93 ± 40.86	412.04 ± 19.36	481.80 ± 40.51
	25	343.57 ± 30.71	386.13 ± 22.68	430.45 ± 27.57
	30	375.84 ± 37.27	396.30 ± 32.86	426.84 ± 31.06

Fuente: Elaboración Propia

*La unidad de kgf/cm² está expresado en el SI, siendo este kg/cm²

Gráfico N° 12 Curvas de Resistencias a la Compresión de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 197 Variación en porcentajes respecto a su $f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$ para adoquines con Vidrio Triturado Fino

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	$f'cr$ 7 días	$f'cr$ 14 días	$f'cr$ 28 días
IIVTF	15	65%	71%	88%
	20	68%	80%	93%
	25	66%	75%	83%
	30	73%	77%	82%

Fuente: Elaboración Propia

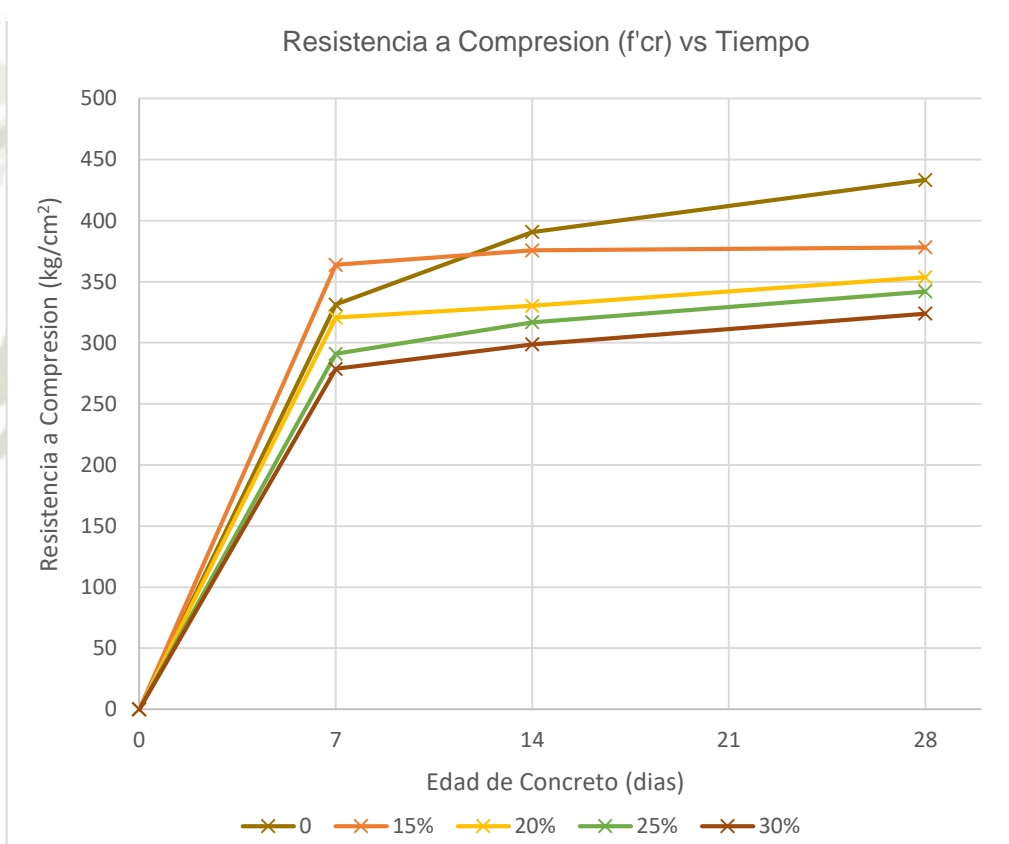
Tabla N° 198 Resistencia a Compresión, Adoquín Tipo II con Vidrio Molido a reemplazo del cemento

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días (kg/cm ²)*	f'cr 14 días (kg/cm ²)*	f'cr 28 días (kg/cm ²)*
IIVMR	15	363.85 ± 34.86	375.67 ± 40.07	378.17 ± 12.48
	20	320.62 ± 16.37	330.36 ± 12.82	353.62 ± 16.89
	25	290.92 ± 16.03	316.79 ± 22.60	342.01 ± 10.96
	30	283.43 ± 13.55	298.66 ± 24.39	323.87 ± 27.21

Fuente: Elaboración Propia

*La unidad de kgf/cm² está expresado en el SI, siendo este kg/cm²

Gráfico N° 13 Curvas de Resistencia a Compresión de Adoquín Tipo II con Vidrio Molido a reemplazo del cemento



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 199 Variación en porcentajes respecto a su f'cr = 518 kg/cm² para adoquines con Vidrio Triturado Molido en Reemplazo al cemento

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días	f'cr 14 días	f'cr 28 días
IIVMR	15	70%	73%	73%
	20	62%	64%	68%
	25	56%	61%	66%
	30	55%	58%	63%

Fuente: Elaboración Propia

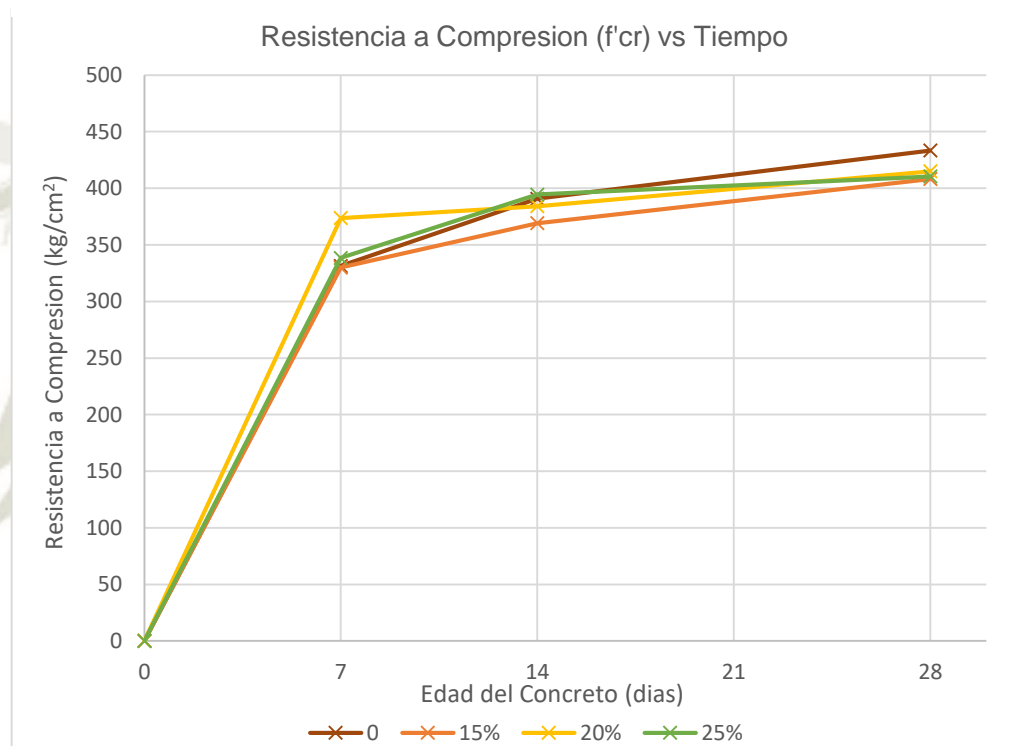
Tabla N° 200 Resistencia a Compresión, Adoquín Tipo II con Vidrio Molido Adicionado

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días (kg/cm ²)*	f'cr 14 días (kg/cm ²)*	f'cr 28 días (kg/cm ²)*
IIVMA	15	330.06 ± 21.72	369.11 ± 15.00	408.16 ± 45.33
	20	373.67 ± 9.73	384.12 ± 51.03	415.06 ± 20.37
	25	338.46 ± 55.46	394.44 ± 16.67	410.45 ± 37.82

Fuente: Elaboración Propia

*La unidad de kgf/cm² está expresado en el SI, siendo este kg/cm²

Gráfico N° 14 Curvas de resistencias de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Adicionado



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 201 Variación en porcentajes respecto a su f'cr = 518 kg/cm² para adoquines con Vidrio Molido Añadido

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días	f'cr 14 días	f'cr 28 días
IIVMA	15	64%	71%	79%
	20	72%	74%	80%
	25	65%	76%	79%

Fuente: Elaboración Propia

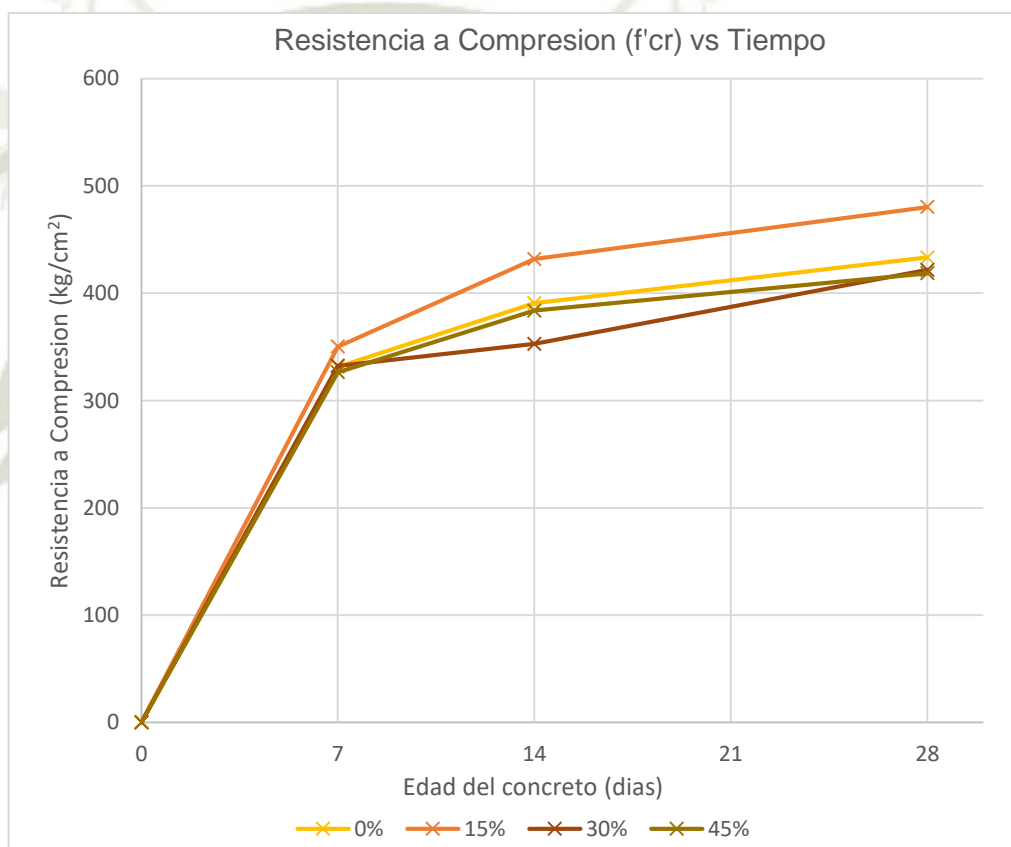
Tabla N° 202 Resistencia a Compresión, Adoquín Tipo II con Vidrio Triturado Grueso

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días (kg/cm ²)*	f'cr 14 días (kg/cm ²)*	f'cr 28 días (kg/cm ²)*
IIVTG	15	350.30 ± 3.84	431.85 ± 31.38	480.30 ± 43.89
	30	332.43 ± 1.94	352.79 ± 44.34	421.70 ± 4.88
	45	326.41 ± 12.48	383.79 ± 13.29	418.54 ± 13.67

Fuente: Elaboración Propia

*La unidad de kgf/cm² está expresado en el SI, siendo este kg/cm²

Gráfico N° 15 Curvas de Resistencia de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 203 Variación en porcentajes respecto a su f'cr = 518 kg/cm² para adoquines con Vidrio Triturado Grueso

CODIGO	% DE ADICION DE VIDRIO	f'cr 7 días	f'cr 14 días	f'cr 28 días
IIVTG	15	67.6%	83.4%	92.7%
	30	64.2%	68.1%	81.4%
	45	63.0%	74.1%	80.8%

Fuente: Elaboración Propia

5.2.5. Resistencia al Desgaste

5.2.5.1. Desgaste en Adoquines sin vidrio

Tabla N° 204 Desgaste de Adoquines sin Vidrio en su Diseño

CODIGO	N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm ³)	AREA (cm ²)	DESGASTE (cm ³ /50cm ²)	DESGASTE PROMEDIO (cm ³ /50cm ²)
PATRON I	1	2668.82	2676.45	7.63	4.15	78.14	2.65	2.83
	2	2700.88	2710.27	9.39	5.10	86.39	2.95	
	3	2664.87	2674.95	10.08	5.48	94.71	2.89	
PATRON II	1	3581.88	3589.79	7.91	4.30	94.64	2.27	1.80
	2	3521.45	3526.09	4.64	2.52	87.64	1.44	
	3	3474.98	3481.12	6.14	3.34	99.35	1.68	
ACI 320	1	3656.65	3661.19	4.54	2.47	43.04	2.87	3.16
	2	3657.6	3664.47	6.87	3.73	57.17	3.27	
	3	3689.64	3697.9	8.26	4.49	67.06	3.35	
ACI 420	1	3649.4	3656.21	6.81	3.70	84.64	2.19	2.31
	2	3675.41	3682.63	7.22	3.92	100.04	1.96	
	3	3627.9	3637.68	9.78	5.32	95.26	2.79	
WALKER 420	1	3717.41	3722.97	5.56	3.02	88.45	1.71	1.81
	2	3718.34	3723.54	5.2	2.83	78.11	1.81	
	3	3667.62	3672.81	5.19	2.82	73.23	1.93	
MF 420	1	3642.74	3648.82	6.08	3.30	69.47	2.38	2.46
	2	3601.35	3610.64	9.29	5.05	85.34	2.96	
	3	3554.38	3560.57	6.19	3.36	82.76	2.03	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.5.2. Desgaste en Adoquines Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla N° 205 Desgaste de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino

CODIGO	N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm ³)	AREA (cm ²)	DESGASTE (cm ³ /50cm ²)	DESGASTE PROMEDIO (cm ³ /50cm ²)
IVTF15%	1	2391.83	2398.07	6.24	3.39	71.41	2.37	2.64
	2	2406.68	2412.81	6.13	3.33	66.11	2.52	
	3	2347.53	2356.23	8.7	4.73	78.50	3.01	
IVTF20%	1	2508.03	2513.9	5.87	3.19	67.39	2.37	2.60
	2	2665.45	2672.51	7.06	3.84	63.98	3.00	
	3	2704.21	2710.13	5.92	3.22	66.15	2.43	
IVTF25%	1	2637.51	2650.04	12.53	6.81	96.81	3.52	2.93
	2	2657.75	2668.34	10.59	5.76	107.10	2.69	
	3	2663.83	2675.08	11.25	6.11	117.71	2.60	
IVTF30%	1	2621.82	2632.48	10.66	5.79	86.00	3.37	4.61
	2	2508.45	2525.35	16.9	9.18	82.26	5.58	
	3	2537.35	2549.94	12.59	6.84	69.94	4.89	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 206 Desgaste de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido en Reemplazo al cemento

CODIGO	N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm ³)	AREA (cm ²)	DESGASTE (cm ³ /50cm ²)	DESGASTE PROMEDIO (cm ³ /50cm ²)
IVMR15%	1	2599.2	2607.36	8.16	4.43	85.29	2.60	2.65
	2	2495.44	2501.98	6.54	3.55	64.67	2.75	
	3	2576.18	2582.8	6.62	3.60	68.80	2.61	
IVMR20%	1	2546.64	2554.2	7.56	4.11	72.89	2.82	2.64
	2	2422.94	2427.45	4.51	2.45	63.32	1.94	
	3	2504.37	2511.3	6.93	3.77	59.72	3.15	
IVMR25%	1	2499.79	2508.4	8.61	4.68	83.99	2.79	2.63
	2	2368.8	2376.43	7.63	4.15	86.26	2.40	
	3	2435.66	2444.31	8.65	4.70	87.00	2.70	
IVMR30%	1	2442.76	2451.73	8.97	4.87	67.39	3.62	3.43
	2	2390.08	2400.57	10.49	5.70	86.32	3.30	
	3	2470.03	2480.73	10.7	5.82	86.05	3.38	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 207 Desgaste de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Añadido

CODIGO	N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm ³)	AREA (cm ²)	DESGASTE (cm ³ /50cm ²)	DESGASTE PROMEDIO (cm ³ /50cm ²)
IVMA15%	1	2527.57	2534.02	6.45	3.51	75.02	2.34	2.01
	2	2544.79	2552.11	7.32	3.98	94.14	2.11	
	3	2560.35	2565.94	5.59	3.04	96.10	1.58	
IVMA20%	1	2576.93	2582.82	5.89	3.20	73.03	2.19	2.06
	2	2530.25	2534.57	4.32	2.35	58.87	1.99	
	3	2520.8	2525.28	4.48	2.43	61.39	1.98	
IVMA25%	1	2489.6	2497.67	8.07	4.39	83.44	2.63	2.83
	2	2453.91	2463.84	9.93	5.40	82.14	3.28	
	3	2428.02	2435.97	7.95	4.32	84.05	2.57	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 208 Desgaste de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso

CODIGO	N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm ³)	AREA (cm ²)	DESGASTE (cm ³ /50cm ²)	DESGASTE PROMEDIO (cm ³ /50cm ²)
IVTG15%	1	2537.8	2543.77	5.97	3.24	82.01	1.98	2.50
	2	2549.27	2557.02	7.75	4.21	66.76	3.15	
	3	2518.71	2525.48	6.77	3.68	77.95	2.36	
IVTG30%	1	2409.57	2415.02	5.45	2.96	64.99	2.28	2.22
	2	2603.56	2608.16	4.6	2.50	58.08	2.15	
	3	2551.34	2556.96	5.62	3.05	68.52	2.23	
IVTG45%	1	2525.92	2533.92	8	4.35	71.90	3.02	3.42
	2	2505.59	2514.82	9.23	5.02	70.14	3.58	
	3	2374.98	2384.53	9.55	5.19	70.83	3.66	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.5.3. Desgaste en Adoquines Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla N° 209 Desgaste en Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino

CODIGO	N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm ³)	AREA (cm ²)	DESGASTE (cm ³ /50cm ²)	DESGASTE PROMEDIO (cm ³ /50cm ²)
IIVTF15%	1	3456.35	3465.37	9.02	4.90	89.48	2.74	2.35
	2	3464.68	3471.39	6.71	3.65	88.75	2.05	
	3	3604.71	3611.63	6.92	3.76	83.78	2.24	
IIVTF20%	1	3386.61	3392.16	5.55	3.02	95.21	1.58	1.81
	2	3425.98	3432.16	6.18	3.36	92.21	1.82	
	3	3394.77	3401.94	7.17	3.90	96.33	2.02	
IIVTF25%	1	3459.25	3468.08	8.83	4.80	85.40	2.81	2.92
	2	3357	3367	10.00	5.43	82.17	3.31	
	3	3442.96	3451.88	8.92	4.85	91.24	2.66	
IIVTF30%	1	3454.56	3464.69	10.13	5.51	86.04	3.20	2.94
	2	3564.61	3574.27	9.66	5.25	93.45	2.81	
	3	3495.49	3505.59	10.10	5.49	97.11	2.83	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 210 Desgaste de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Molido en reemplazo del cemento

CODIGO	N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm ³)	AREA (cm ²)	DESGASTE (cm ³ /50cm ²)	DESGASTE PROMEDIO (cm ³ /50cm ²)
IIVMR15%	1	3559.88	3564.07	4.19	2.28	79.57	1.43	1.41
	2	3537.17	3541.8	4.63	2.52	83.55	1.51	
	3	3518.42	3522.67	4.25	2.31	89.19	1.29	
IIVMR20%	1	3469.6	3472.74	3.14	1.71	48.88	1.75	1.66
	2	3498.77	3499.93	1.16	1.26	52.33	1.20	
	3	3489.25	3493.76	4.51	2.45	60.60	2.02	
IIVMR25%	1	3418.2	3423.47	5.27	2.86	83.15	1.72	1.76
	2	3527.45	3532.54	5.09	2.77	86.79	1.59	
	3	3480.98	3486.78	5.8	3.15	79.67	1.98	
IIVMR30%	1	3333.65	3337.54	3.89	4.23	81.92	2.58	2.47
	2	3444.73	3448.54	3.81	2.07	51.74	2.00	
	3	3452.1	3459.59	7.49	4.07	72.19	2.82	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 211 Desgaste de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Añadido

CODIGO	N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm ³)	AREA (cm ²)	DESGASTE (cm ³ /50cm ²)	DESGASTE PROMEDIO (cm ³ /50cm ²)
IIVMA15%	1	3366.64	3373.06	6.42	3.49	81.70	2.14	2.66
	2	3380.59	3386.43	5.84	3.17	48.88	3.25	
	3	3351.34	3356.6	5.26	2.86	55.13	2.59	
IIVMA20%	1	3543.76	3547.28	3.52	1.91	70.81	1.35	1.66
	2	3563.57	3567.34	3.77	2.05	67.75	1.51	
	3	3562.62	3567.74	5.12	2.78	65.61	2.12	
IIVMA25%	1	3501.6	3505.39	3.79	2.06	66.85	1.54	1.96
	2	3487.75	3491.8	4.05	2.20	48.10	2.29	
	3	3516.15	3520.24	4.09	2.22	53.87	2.06	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 212 Desgaste de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso

CODIGO	N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm ³)	AREA (cm ²)	DESGASTE (cm ³ /50cm ²)	DESGASTE PROMEDIO (cm ³ /50cm ²)
IIVTG15%	1	3397.63	3400.99	3.36	1.83	81.10	1.13	1.19
	2	3508.67	3512.67	4	2.17	85.60	1.27	
	3	3555.01	3558.71	3.7	2.01	84.55	1.19	
IIVTG30%	1	3400.32	3404.42	4.1	2.23	57.68	1.93	1.61
	2	3452.38	3456.37	3.99	2.17	65.95	1.64	
	3	3466.35	3470.45	4.1	2.23	88.79	1.25	
IIVTG45%	1	3464.43	3469.78	5.35	2.91	99.35	1.46	1.54
	2	3414.04	3419.65	5.61	3.05	106.46	1.43	
	3	3611.95	3618.45	6.5	3.53	102.59	1.72	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.6. Ensayos al Cemento de Reactividad Alkali-Silice

5.2.6.1. Reactividad álcali sílice del agregado fino y vidrio

De acuerdo al procedimiento de la norma ASTM C 1260-07, se determina la cantidad de agregado fino y vidrio a usar, así como también la cantidad de agua y cemento. Los datos se muestran en la siguiente tabla N° 213

Tabla N° 213 Proporciones de Diseño de Mortero con Vidrio y Agregado Fino

PROPIEDADES DEL AGREGADO A ENSAYAR	VIDRIO	AGREGADO FINO
Gravedad Especifica	2.47	2.37
VALORES DE DISEÑO PARA LAS BARRAS DE MORTERO		
a/c	0.47	0.47
CEMENTO	440 g	440 g
AGUA	206.8 g	206.8 g
AGREGADO	990 g	885.40 g

Fuente: Elaboración Propia

Conocido la cantidad de agregado y vidrio a usar se procede a graduar el agregado usando la tabla N° 214 y se establece la cantidad de solución de NaOH a usar como indica la tabla N° 215.

Tabla N° 214 Graduación del vidrio y Agregado Fino

GRADUACION DEL AGREGADO A ENSAYAR			
TAMICES		VIDRIO (g)	AGREGADO FINO (g)
PASA	RETENIDO		
Nro. 4	Nro. 8	99	88.54
Nro. 8	Nro. 16	247.5	221.35
Nro. 16	Nro. 30	247.5	221.35
Nro. 30	Nro. 50	247.5	221.35
Nro. 50	Nro. 100	148.5	132.81

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 215 Proporción de la solución de hidróxido

SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO	
Cantidad	3 barras
Volumen Na OH	2208 ml
COMPONENTES	
Na OH	88.32 g
Agua	1987.2 ml
Agua Destilada	220.8 ml

Fuente: Elaboración Propia

Se elaboran las barras de mortero según el procedimiento de la norma ASTM C 305-14, 3 especímenes por material a ensayar, se toman medidas durante 28 días en intervalos de días que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 216 Variación Longitudinal de Barras de Mortero con Vidrio Triturado (MCV)

REACTIVIDAD ALCALI SILICE DEL VIDRIO TRITURADO - METODO BARRA DE MORTERO ACELERADO							
CODIGO	MEDICIONES (mm)						
	AL DESENCOFRAR	ANTES DEL NaOH (0 DIAS)	4 DIAS	7 DIAS	11 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
MCV1	285.91	285.91	285.92	285.93	285.94	285.96	285.96
MCV2	285.92	285.93	285.94	285.97	285.96	285.98	285.98
MCV3	286.08	286.08	286.08	286.09	286.11	286.13	286.13
PROMEDIO DE TRES BARRAS							
MCV	285.97	285.97	285.98	286.00	286.01	286.03	286.03
VARIACION PORCENTUAL							
MCV		0.000%	0.004%	0.009%	0.012%	0.019%	0.019%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 217 Variación Longitudinal de Barras de Mortero Normal (MN)

REACTIVIDAD ALCALI SILICE DE LOS AGREGADOS - METODO BARRA DE MORTERO ACELERADO							
CODIGO	MEDICIONES (mm)						
	AL DESENCOFRAR	ANTES DEL NaOH (0 DIAS)	4 DIAS	7 DIAS	11 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
MN1	285.59	285.59	285.61	285.67	285.68	285.69	285.75
MN2	286.00	286.01	286.04	286.07	286.09	286.11	286.18
MN3	285.70	285.71	285.99	286.02	286.06	286.07	286.13
PROMEDIO DE TRES BARRAS							
MN	285.76	285.77	285.88	285.92	285.94	285.96	286.02
VARIACION PORCENTUAL							
MN		0.000%	0.038%	0.052%	0.061%	0.065%	0.087%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 218 Comparación de las Variaciones de los morteros con agregado fino y vidrio

REACTIVIDAD ALCALI SILICE - COMPARACIONES						
VARIACIONES PORCENTUALES						
CODIGO	ANTES DEL NaOH (0 DIAS)	4 DIAS	7 DIAS	11 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
MCV	0.000%	0.004%	0.009%	0.012%	0.019%	0.019%
MN	0.000%	0.038%	0.052%	0.061%	0.065%	0.087%

Fuente: Elaboración Propia

5.2.7. Reactividad Alcalino-Sílice de Combinaciones de Materiales Cementicos y Agregados

El procedimiento del ensayo es idéntico al explicado en la ASTM C 1260-07 con la única diferencia que se adicionara vidrio finamente molido como material cementicio en porcentaje a la masa del cemento.

Se añade 20% de vidrio molido como material cementante en base al peso del cemento, la dosificación se muestra a continuación

Tabla N° 219 Proporciones de Diseño de Mortero Normal con adición de calcin

VALORES DE DISEÑO PARA LAS BARRAS DE MORTERO + 20 % CALCIN	
a/c	0.47
CEMENTO	440 g
CALCIN	88 g
AGUA	206.8 g
AGREGADO	990 g

Fuente: Elaboración Propia

Se elaboran las barras de mortero según el procedimiento de la norma ASTM C 305-14, 3 especímenes como mínimo, se toman medidas durante 28 días en intervalos de días que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 220 Variación Longitudinal de Barras de Mortero con adición de Calcin

REACTIVIDAD ALCALI SILICE DEL VIDRIO MOLIDO - METODO BARRA DE MORTERO ACCELERADO							
CODIGO	MEDICIONES (mm)						
	AL DESECOFRAR	ANTES DEL NaOH (0 DIAS)	4 DIAS	7 DIAS	11 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
MAC1	285.70	286.04	286.05	286.08	286.10	286.13	286.14
MAC2	285.63	285.96	285.98	286.00	286.04	286.04	286.06
MAC3	285.90	285.90	285.92	285.96	286.01	286.01	286.02
PROMEDIO DE TRES BARRAS							
MAC	285.74	285.97	285.98	286.02	286.05	286.06	286.07
VARIACION PORCENTUAL							
MAC		0.000%	0.005%	0.017%	0.029%	0.032%	0.037%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 221 Comparación de las Variaciones de los morteros Normal y con Adición de Calcin

REACTIVIDAD ALCALI SILICE - COMPARACIONES						
VARIACIONES PORCENTUALES						
CODIGO	ANTES DEL NaOH (0 DIAS)	4 DIAS	7 DIAS	11 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
MAC	0.000%	0.005%	0.017%	0.029%	0.032%	0.037%
MN	0.000%	0.038%	0.052%	0.061%	0.065%	0.087%

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO VI

6. RESULTADOS Y ANALISIS

6.1. Propiedades de los Agregados y del Vidrio

6.1.1. Granulometría

6.1.1.1. Agregado Grueso

Se puede apreciar de la gráfica N° 1 “Curva granulométrica del agregado Grueso” que nuestro agregado grueso de 3/8” de la cantera “La Poderosa” tiene una graduación adecuada de partículas para ser aplicados en la fabricación manual de adoquines de concreto, respetando los límites establecidos por la NTP 400.037, con excepción del porcentaje pasante de la malla N° 8 cuya diferencia con el límite inferior es un 3.42%, y presenta un módulo de fineza de 5.57

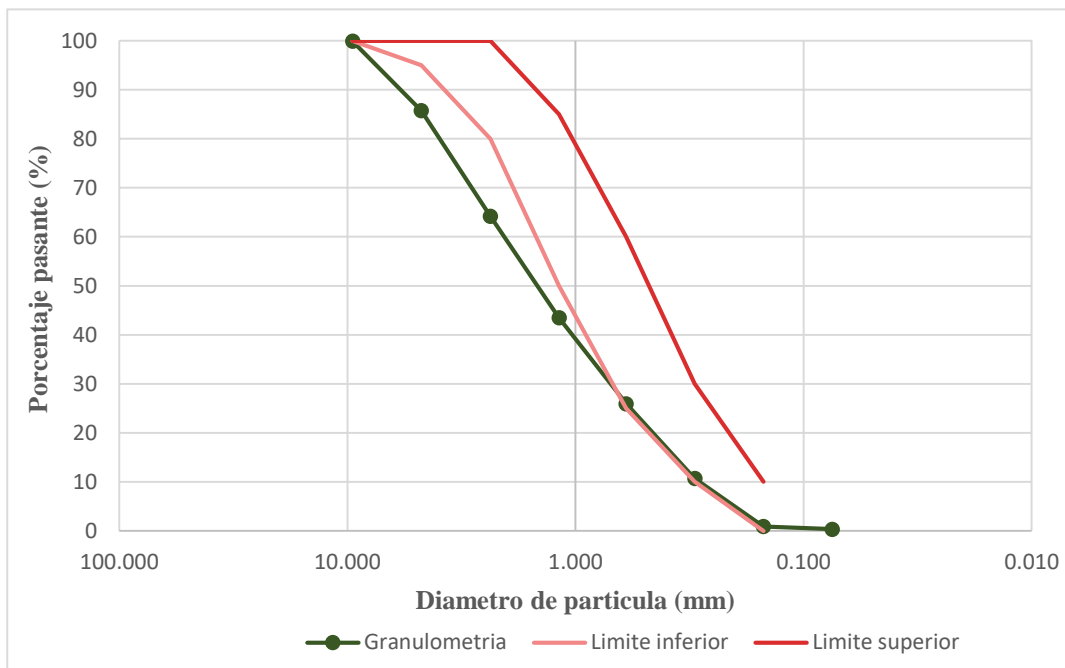
6.1.1.2. Agregado Fino

El agregado fino de la cantera de “Chiguata” presenta una graduación adecuada de partículas que se presenta en el gráfico N° 2 “Curva granulométrica del agregado Fino”, de acuerdo a los límites establecidos por la NTP 400.037 y obteniendo un módulo de fineza de 2.65 que está dentro de los rangos 2.35 a 3.15 establecidos por la norma y nos indica que el agregado se puede usar para la fabricación manual de adoquines de concreto. Así mismo los pasantes de la malla N° 200 es de 3.42%, valor que no supera al 5% que permite la norma.

6.1.1.3. Vidrio

La grafica obtenida para la granulometría del vidrio, se compara con los límites establecidos por el huso 89 aplicado al agregado grueso a partir de la cual bajo criterio propio se decide dividir el vidrio triturado en dos tipos, bajo su granulometría y producción del vidrio.

Gráfico N° 16 Análisis Granulométrico del Vidrio Triturado



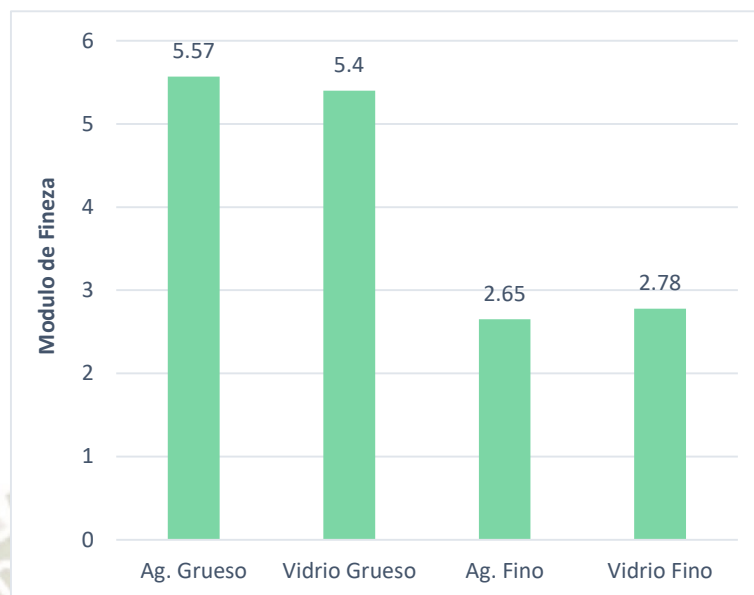
Fuente: Elaboración Propia

- Vidrio Triturado Grueso:**

El vidrio triturado grueso delimitado por todo lo que pasa la malla 1/4" y retenido en la malla N° 8 (2.36 mm) presenta una granulometría semejante a la del agregado grueso cumpliendo los límites establecidos por la norma NTP 400.037 y presenta un módulo de fineza de 5.40 menor a la del agregado grueso cuyo resultado nos indica que tiene un tamaño ponderado menor a la del agregado grueso.
- Vidrio Triturado Fino:**

El Vidrio triturado Fino delimitado por todo lo que pasa la malla N° 8 (2.36 mm) y retenido en la N°100 (0.150 mm) presenta una granulometría semejante a la del agregado fino cumpliendo los límites establecidos por la NTP 400.037 y tiene un módulo de fineza de 2.78, mayor que del agregado fino, está dentro de los rangos 2.35 a 3.15 establecidos por la norma.

Gráfico N° 17 Comparativa de Módulos de Fineza



Fuente: Elaboración Propia

6.1.2. Ensayo de Azul de Metileno

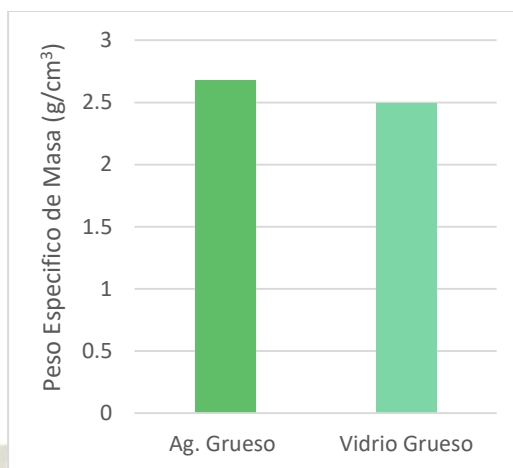
De este ensayo se obtuvo un desempeño anticipado “excelente” de la fracción fina (pasante del tamiz N°200) del agregado fino siendo 3.42% de muestra pasante, el valor de azul de metileno (mg/g) de 3.3 que es ≤ 6 .

6.1.3. Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso y Vidrio

6.1.3.1. Peso Específico de la Masa

Se tiene como valor promedio del peso específico de la masa del agregado grueso de 2.68 g/cm^3 , y del vidrio triturado grueso que obtiene un valor de 2.49 g/cm^3 . Siendo el peso específico del vidrio triturado grueso el 92.91% del peso específico del agregado, lo cual indica que el vidrio triturado grueso tiene menos masa por volumen unitario que el agregado grueso, dicho valor nos permite realizar los diseños establecidos en reemplazo del agregado grueso en 15%, 30% y 45%.

Gráfico N° 18 Comparativa de Peso Específico en Masa del Ag. Grueso y Vidrio Grueso

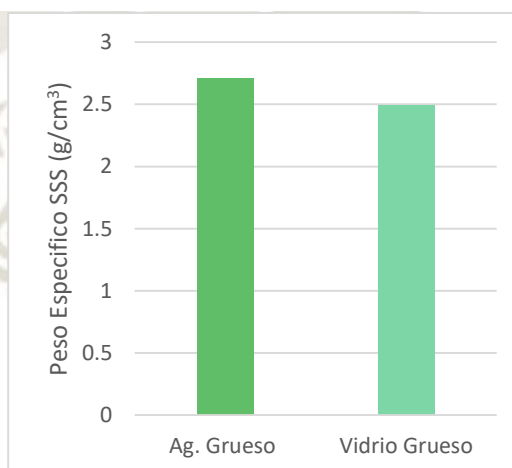


Fuente: Elaboración Propia

6.1.3.2. Peso Específico de masa Saturada Superficialmente Seco

Se tiene como valor promedio del peso específico de la masa saturado superficialmente seco del agregado grueso de 2.71 g/cm^3 , a comparación del vidrio triturado grueso que tiene un valor de 2.49 g/cm^3 siendo este último el 91.88% del peso específico del agregado grueso lo cual indica que el vidrio triturado grueso tiene menos masa con poros llenos de agua por volumen unitario que el agregado grueso.

Gráfico N° 19 Comparativa de Peso Específico Saturado Superficialmente Seco del Ag. Grueso y Vidrio Grueso

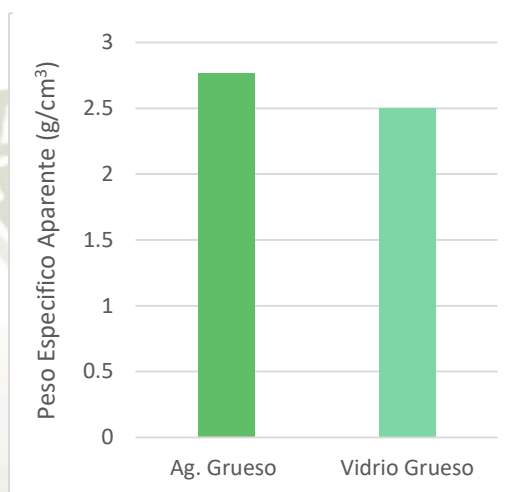


Fuente: Elaboración Propia

6.1.3.3. Peso Específico Aparente

Se tiene como valor promedio del peso específico aparente del agregado grueso de 2.76 g/cm^3 , a comparación del vidrio triturado grueso que tiene un valor de 2.50 g/cm^3 lo cual indica ser el 90.58% del agregado grueso, indicativo que el vidrio triturado grueso tiene menos masa por volumen unitario de la porción impermeable que el agregado grueso.

Gráfico N° 20 Comparativa de Peso Aparente del Ag. Grueso y Vidrio Grueso

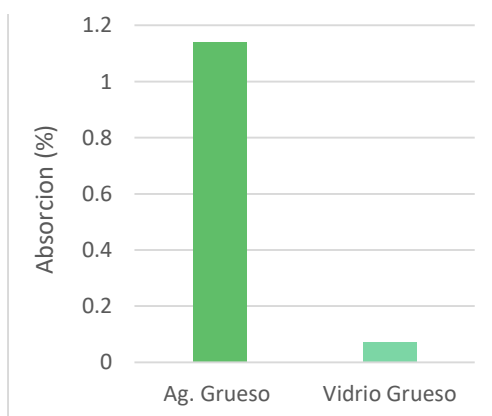


Fuente: Elaboración Propia

6.1.3.4. Absorción

Se tiene como valor promedio de la absorción del agregado grueso de 1.14%, y del vidrio triturado grueso se tiene un valor de 0.07% siendo el 6.14% del agregado lo cual indica que el vidrio triturado grueso tiene menor capacidad de absorción de agua significativa que el agregado grueso.

Gráfico N° 21 Comparativa de Absorción del Ag. Grueso y Vidrio Grueso



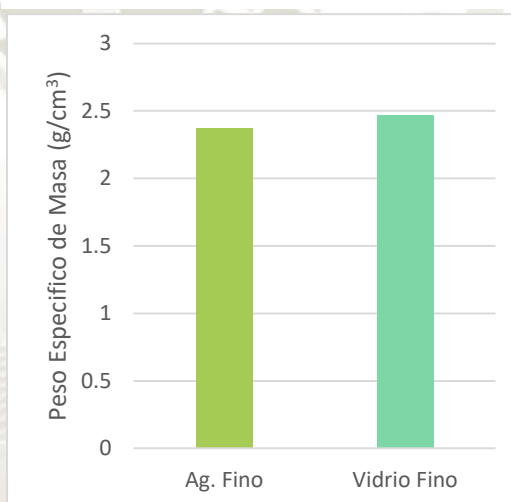
Fuente: Elaboración Propia

6.1.4. Gravedad Específica y Absorción de Agregado Fino y Vidrio

6.1.4.1. Gravedad Específica de Masa

Se tiene como valor promedio del peso específico de la masa del agregado fino de 2.37 g/cm^3 y del vidrio triturado fino se tiene un valor de 2.47 g/cm^3 siendo la gravedad específica del vidrio fino un 4.22% adicional al agregado fino, lo cual indica que el vidrio triturado fino tiene ligeramente más cantidad de masa de partículas por volumen unitario que el agregado fino, dicho valor nos permite realizar los diseños establecidos en adición de vidrio triturado fino en 15%, 20%, 25% y 30%.

Gráfico N° 22 Comparativa de Peso Específico en Masa del Ag. Fino y Vidrio Fino

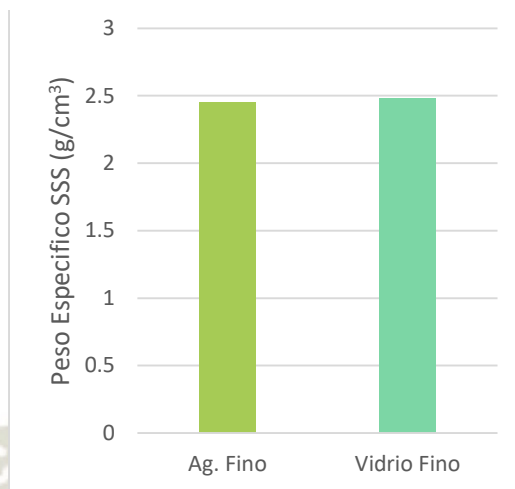


Fuente: Elaboración Propia

6.1.4.2. Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seco

Se tiene como valor promedio del peso específico de la masa saturado superficialmente seco del agregado fino de 2.45 g/cm^3 , y del vidrio triturado fino se tiene un valor de 2.48 g/cm^3 teniendo un 1.22% más respecto al agregado fino lo cual indica que el vidrio triturado fino tiene ligeramente más cantidad de masa saturada superficialmente seca con poros llenos de agua por volumen unitario que el agregado fino.

Gráfico N° 23 Comparativa de Peso Específico Saturado Superficialmente Seco del Ag. Fino y Vidrio Fino

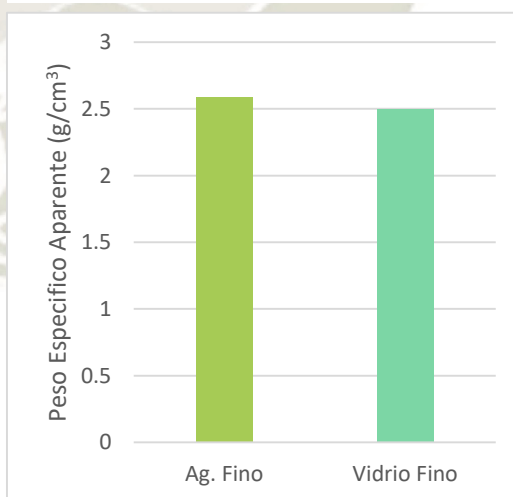


Fuente: Elaboración Propia

6.1.4.3. Gravedad Especifica Aparente

Se tiene como valor promedio del peso específico aparente del agregado fino de 2.58 g/cm^3 , y del vidrio triturado fino se tiene un valor de 2.50 g/cm^3 siendo este último el 96.90% del agregado fino lo cual indica que el vidrio triturado fino tiene menos masa por volumen unitario de la porción impermeable que el agregado fino.

Gráfico N° 24 Comparativa de Peso Aparente del Ag. Fino y Vidrio Fino

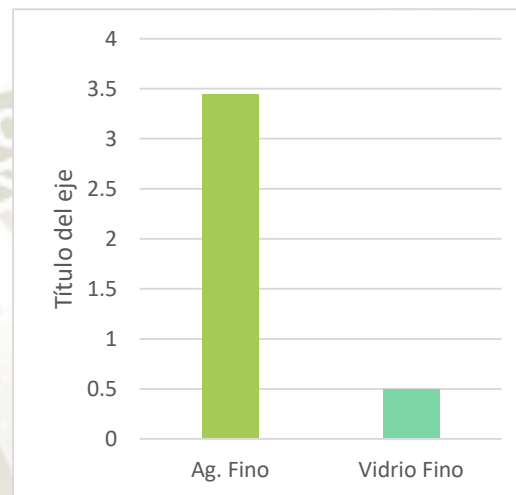


Fuente; Elaboración Propia

6.1.4.4. Absorción

Se tiene como valor promedio de la absorción del agregado fino de 3.44%, a comparación del vidrio triturado fino que tiene un valor de 0.50% siendo este último un 14.53% del agregado fino lo cual indica que el vidrio triturado fino tiene menor capacidad de absorción de agua significativa que el agregado grueso.

Gráfico N° 25 Comparativa de Absorción del Ag.
Fino y Vidrio Fino



Fuente: Elaboración Propia

6.1.5. Peso Unitario Suelto y Compactado

6.1.5.1. Peso unitario Suelto de los Agregados

De la tabla N° 32 tiene como valor promedio del peso unitario suelto del agregado fino de 1472.85 kg/m³ y de la tabla N° 30 un valor promedio de peso unitario suelto del agregado grueso de 1334.66 kg/m³ lo cual indica que el agregado fino tiene mayor peso unitario suelto que el agregado grueso.

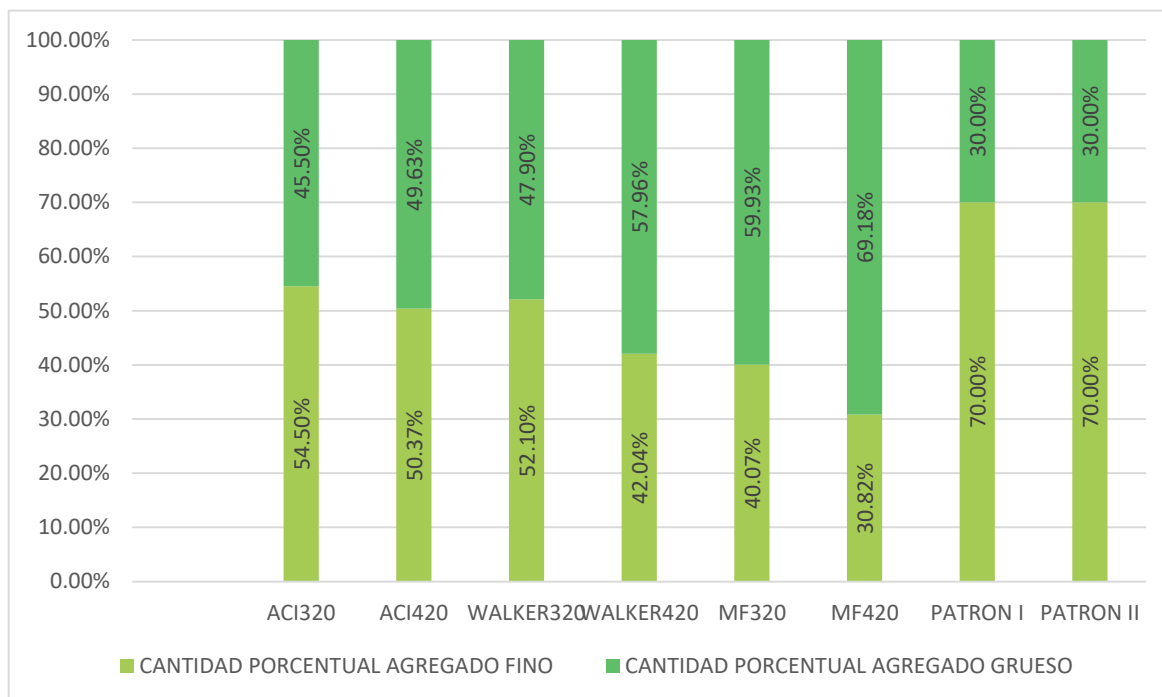
6.1.5.2. Peso Unitario Compactado de los Agregados

De la tabla N° 33 tiene como valor promedio del peso unitario compactado del agregado fino de 1667.94 kg/m³ y de la tabla N° 31 un valor promedio de peso unitario suelto del agregado grueso de 1511.03 kg/m³ lo cual indica que el agregado fino tiene mayor peso unitario compactado que el agregado grueso.

6.2. Metodología de Diseño

6.2.1. Comparación de la Relación Ag. Fino / Ag. Grueso en los Diseños sin Vidrio

Gráfico N° 26 Comparación Porcentual de Ag. Fino y Ag. Grueso



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 26 se observa como es la variación de los porcentajes de agregados, la relación de porcentajes Ag. Fino / Ag. Grueso ($r_f:r_g$) de agregados de los métodos de diseño ACI, WALKER y MODULO DE FINEZA tiende a disminuir el contenido de agregado fino y a aumentar el contenido del agregado grueso conforme aumenta la resistencia de diseño, debido a que dichos métodos se basan en las características de los agregados (módulo de fineza, perfil del agregado, TMN, etc.) y la cantidad de cemento que son inversamente proporcional a la cantidad de agregado fino que se escogió para la investigación.

Debido a que el tamaño máximo nominal del agregado grueso para adoquines es de 3/8", tiende a generar vacíos en la mezcla de concreto por su tamaño y debe ser corregido al aumentar la cantidad de agregado fino y disminuir la cantidad de agregado grueso por lo cual el método de diseño Vitervo O'Reilly se acomoda a esta condición determinando la relación de $r_f:r_g$ (0.70:0.30) mediante el ensayo peso unitario suelto y compactado de la combinación de

agregados, que se determina la relación $r_f:f_g$ que dé el mayor peso unitario compactado que es la combinación que tiene la menor cantidad de vacíos, dicho valor es independiente de la resistencia de diseño requerida. Dicho diseño se muestra en la gráfica como PATRON I y II.

6.2.2. Variación Agua-Cemento (a/c)

6.2.2.1. Adoquín Tipo I ($f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$)

Se presenta en la siguiente grafica N° 27 de como varía la relación agua-cemento para cada tipo de diseño con vidrio del cual se puede decir que:

El diseño patrón tiene una relación agua-cemento de 0.401 para una resistencia de diseño de $f^c = 320 \text{ kg/m}^2$.

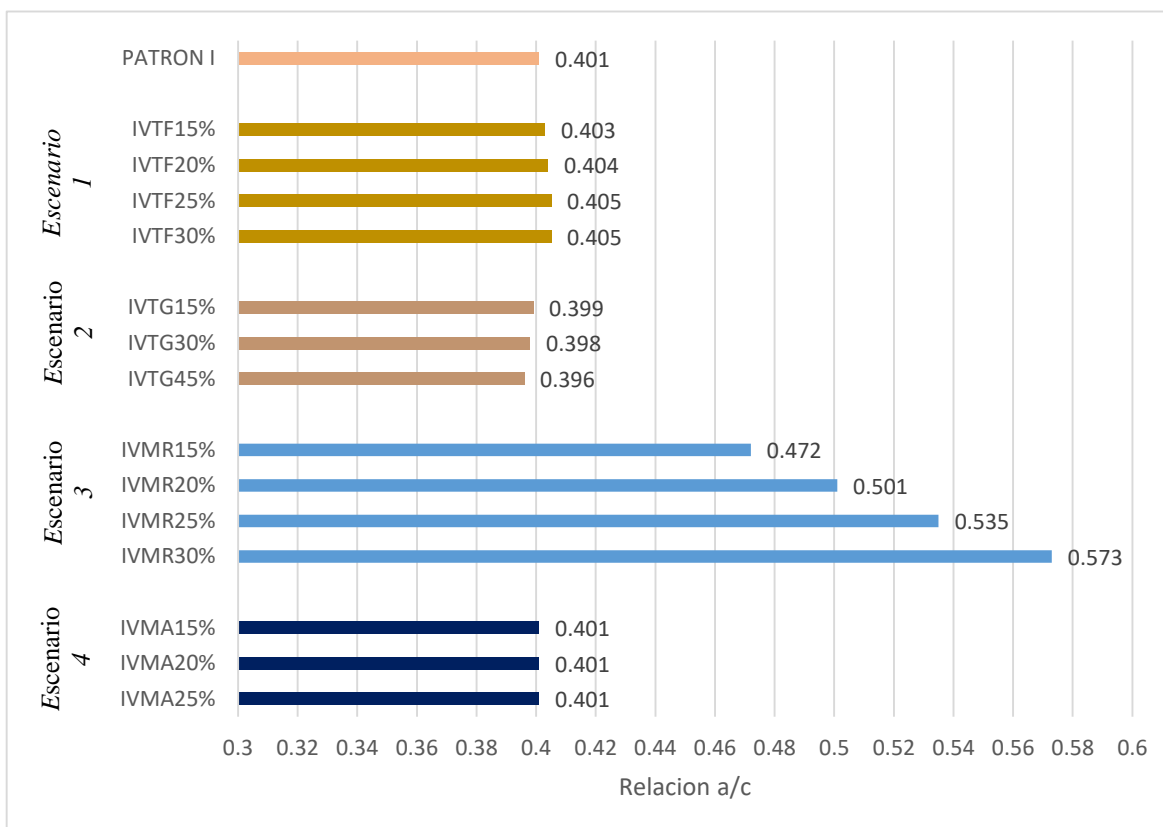
Para los diseños con vidrio triturado fino, la relación agua-cemento tiende a aumentar a medida que aumenta el porcentaje de adición de vidrio triturado fino, el aumento máximo de la relación agua-cemento respecto al diseño patrón es de 1%.

Para los diseños con vidrio molido reemplazo de cemento, la relación agua/cemento tiende a aumentar a medida que aumenta el porcentaje de reemplazo de cemento por vidrio molido, el aumento máximo de la relación agua-cemento respecto al diseño patrón es de 42.89%, lo cual nos indica que la resistencia a la compresión tiende a disminuir conforme reemplacemos cemento por vidrio molido.

Para los diseños con vidrio molido añadido, la relación agua cemento no se vio afectada debido a que al añadir vidrio molido a la mezcla no altera la cantidad de agua ni la cantidad de cemento.

En los diseños con vidrio triturado grueso, a medida que se reemplaza agregado grueso por vidrio triturado grueso la relación agua-cemento tiende a disminuir hasta un 1.25%.

Gráfico N° 27 Variación de la Relación Agua-Cemento Adoquines Tipo I



Fuente: Elaboración Propia

6.2.2.2. Adoquín Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)

Se presenta en la siguiente grafica N° 28 de como varía la relación agua/cemento para cada tipo de diseño con vidrio del cual se puede decir que:

El diseño patrón tiene una relación agua-cemento de 0.314 para una resistencia de diseño de $f'c = 420 \text{ kg/m}^2$.

Para los diseños con vidrio triturado fino, la relación agua-cemento tiende a aumentar a medida que aumenta el porcentaje de adición de vidrio triturado fino, el aumento máximo de la relación agua-cemento respecto al diseño patrón es de 1%.

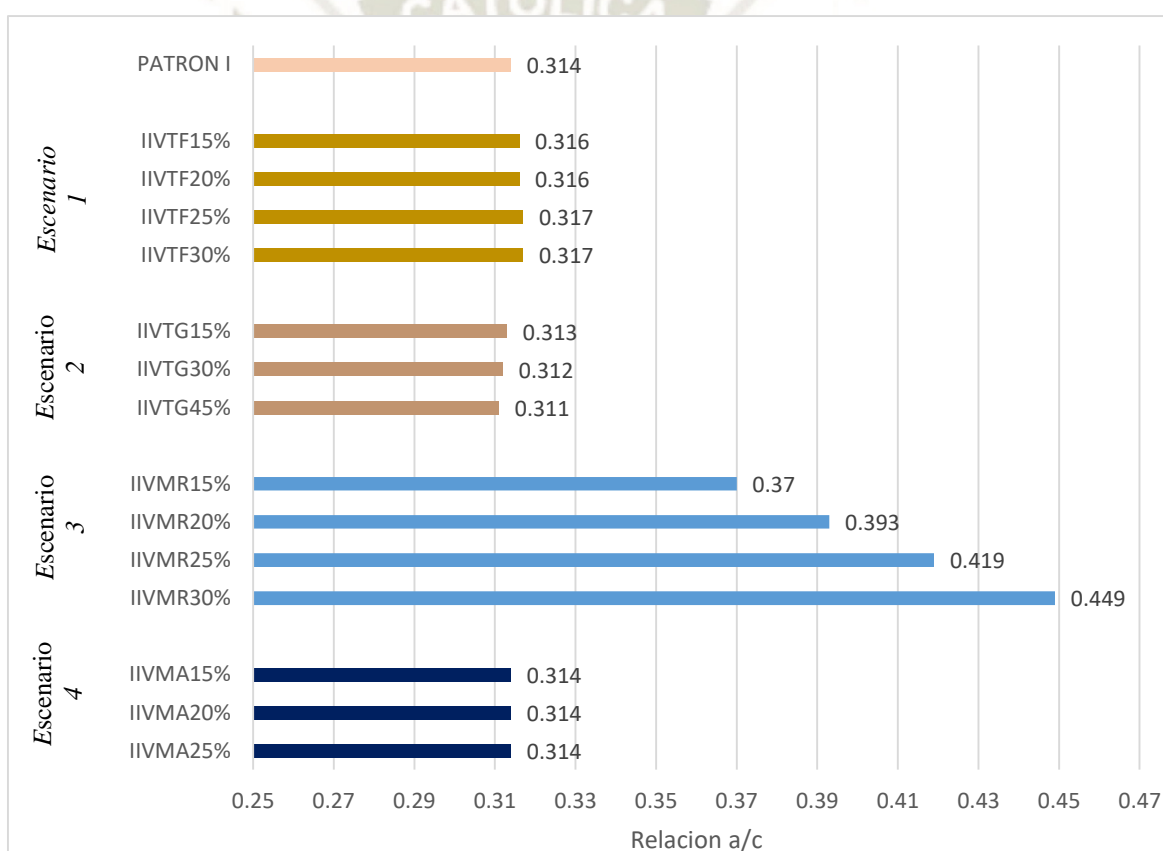
Para los diseños con vidrio molido reemplazo de cemento, la relación agua-cemento tiende a aumentar a medida que aumenta el porcentaje de reemplazo de cemento por vidrio molido, el aumento máximo de la relación agua-cemento respecto al diseño patrón es de 43%, lo cual nos

indica que la resistencia a la compresión tiende a disminuir conforme reemplacemos cemento por vidrio molido.

Para los diseños con vidrio molido añadido, la relación agua cemento no se vio afectada debido a que al añadir vidrio molido a la mezcla no altera la cantidad de agua ni la cantidad de cemento.

En los diseños con vidrio triturado grueso, a medida que se reemplaza agregado grueso por vidrio triturado grueso la relación agua/cemento tiende a disminuir hasta un 1%.

Gráfico N° 28 Variación de la Relación Agua-Cemento Adoquines Tipo II



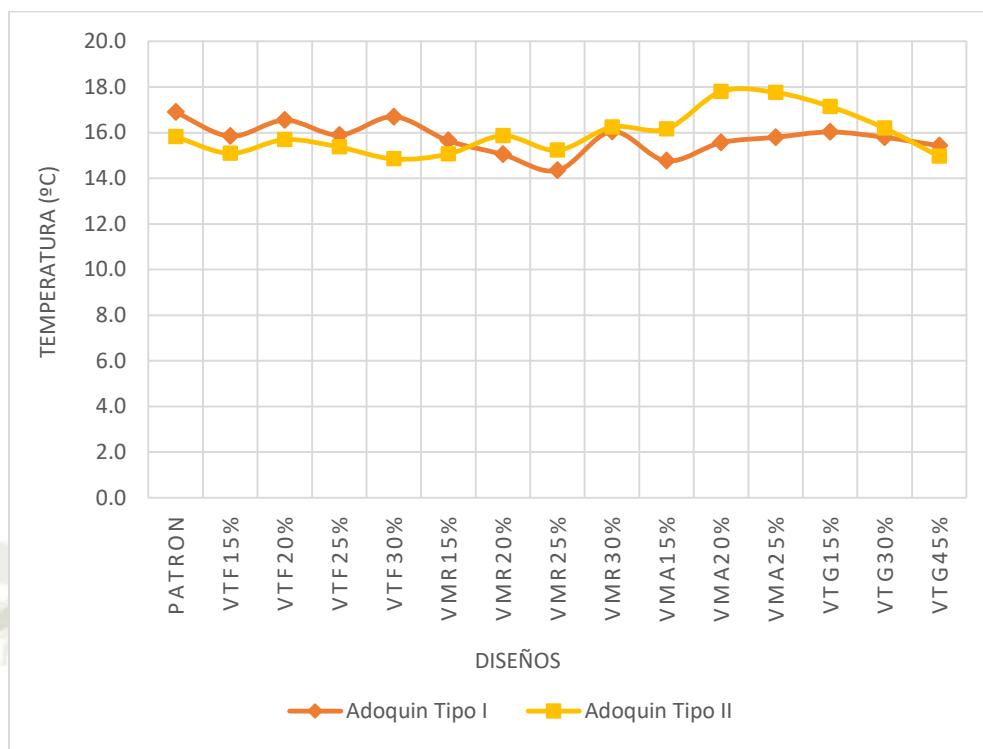
Fuente: Elaboración Propia

6.3. Ensayos al Concreto Fresco

6.3.1. Temperatura

El gráfico N° 29 muestra las temperaturas tomadas, como se muestra en las tablas N° 150 y 151 y de la cual podemos decir que los valores oscilan entre 14 y 18 °C los cuales están dentro de los límites aceptables (11 a 36 °C).

Gráfico N° 29 Comparativa de Variación de Temperatura entre Adoquines



Fuente: Elaboración Propia

6.3.2. Peso Unitario y Rendimiento

De los pesos unitarios hallados en el apartado 5.1.3.2. y 5.1.3.3 el peso unitario para el adoquín Tipo I es 2184.87 kg/m^3 y para el adoquín Tipo II es 2180.44 kg/m^3 lo cual indica que es un concreto normal.

Para los diseños de adoquines con vidrio triturado y molido, la presencia del vidrio no altera drásticamente su peso unitario, cuyos valores oscilan entre 2100 kg/m^3 y 2200 kg/m^3 (tablas del N° 153 al 160) lo cual indica que siga siendo considerado como concreto normal.

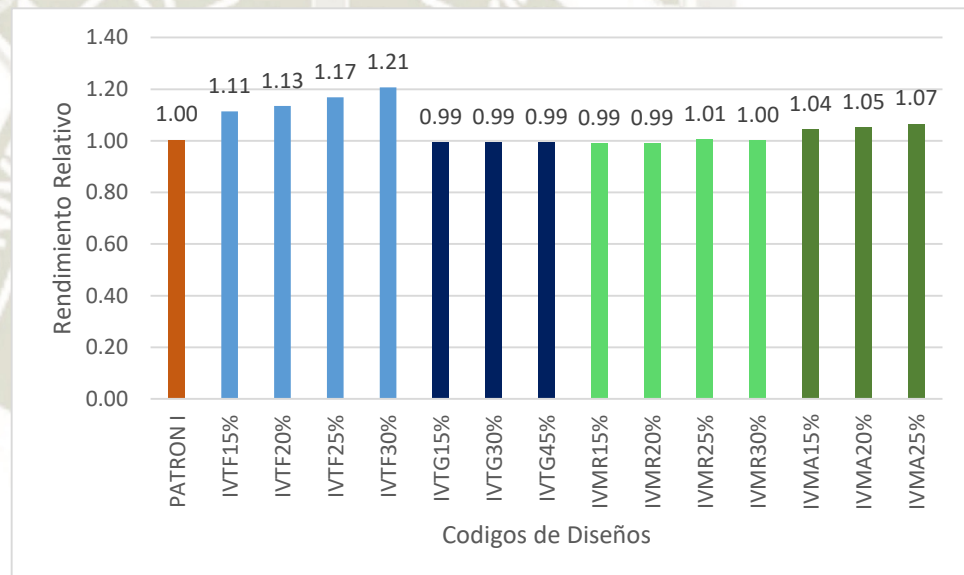
En cuanto al rendimiento para los Adoquines Tipo I, tenemos el gráfico N° 30 de la cual se puede decir:

- Que, para los adoquines con vidrio triturado fino, el rendimiento es mayor a 1 y aumenta su valor a medida que aumenta el porcentaje de vidrio, llegando a un rendimiento de 1.21, esto indica que hay un exceso de concreto fresco producido a medida que se añade vidrio triturado fino.
- Para los adoquines con vidrio triturado grueso, que reemplaza al agregado grueso, presentan un rendimiento de 0.99 lo cual indica que se presentó

una mínima deficiencia de producción de concreto, esto debido al hecho de reemplazar el agregado grueso por vidrio triturado grueso.

- Los adoquines con vidrio molido a reemplazo de cemento, presentan un rendimiento de 0.99 a 1.01 lo cual indica que se presentó una mínima deficiencia de producción de concreto, esto debido al hecho de reemplazar el cemento por vidrio molido.
- Los adoquines con vidrio molido añadido, presentan un rendimiento relativo superior a 1 alcanzando un valor de 1.07, lo cual es indicativo que hay un ligero aumento de producción de concreto, esto debido a que se añade vidrio molido.

Gráfico N° 30 Comparativa de Rendimientos Relativos para Adoquines Tipo I



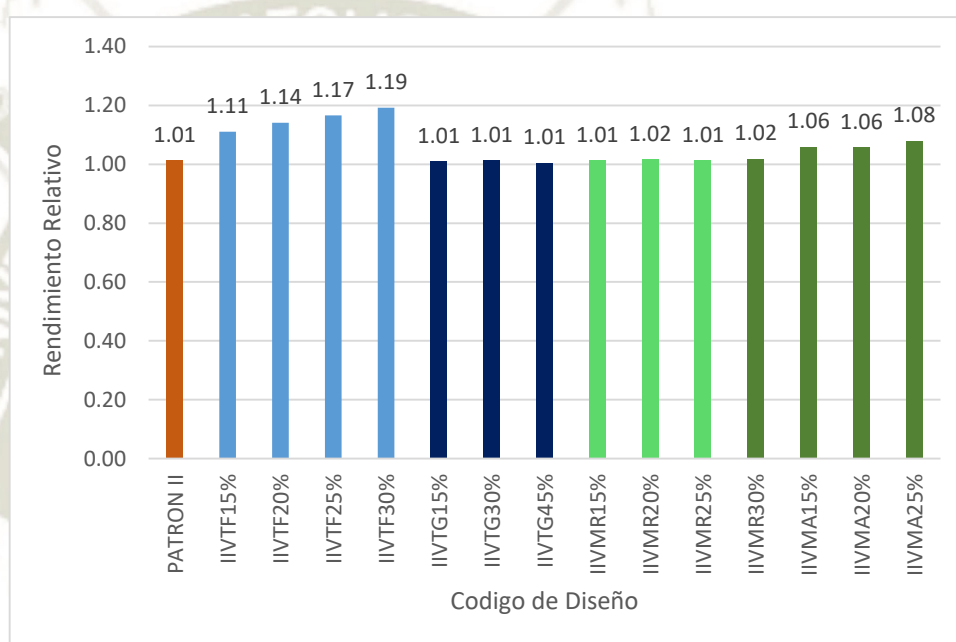
Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al rendimiento para los Adoquines Tipo II, tenemos el gráfico N° 31 de la cual se puede decir:

- Que, para los adoquines con vidrio triturado fino, el rendimiento es mayor a 1 y aumenta su valor a medida que aumenta el porcentaje de vidrio, llegando a un rendimiento de 1.19, esto indica que hay un exceso de concreto fresco producido a medida que se añade vidrio triturado fino.
- Para los adoquines con vidrio triturado grueso, que reemplaza al agregado grueso, presentan un rendimiento de 1.01 lo cual indica que se presentó una producción de concreto semejante al patrón II.

- Los adoquines con vidrio molido a reemplazo de cemento, presentan un rendimiento de 1.01 a 1.02, semejante al adoquín patrón II lo cual indica que se presentó la misma producción de concreto que el patrón II, esto debido al hecho de reemplazar el cemento por vidrio molido.
- Los adoquines con vidrio molido añadido, presentan un rendimiento relativo superior a 1 alcanzando un valor de 1.08, lo cual es indicativo que hay un aumento de producción de concreto, esto debido a que se añade vidrio molido.

Gráfico N° 31 Comparativa de Rendimientos Relativos para Adoquines Tipo II



Fuente: Elaboración Propia

6.4. Ensayos al Concreto Endurecido

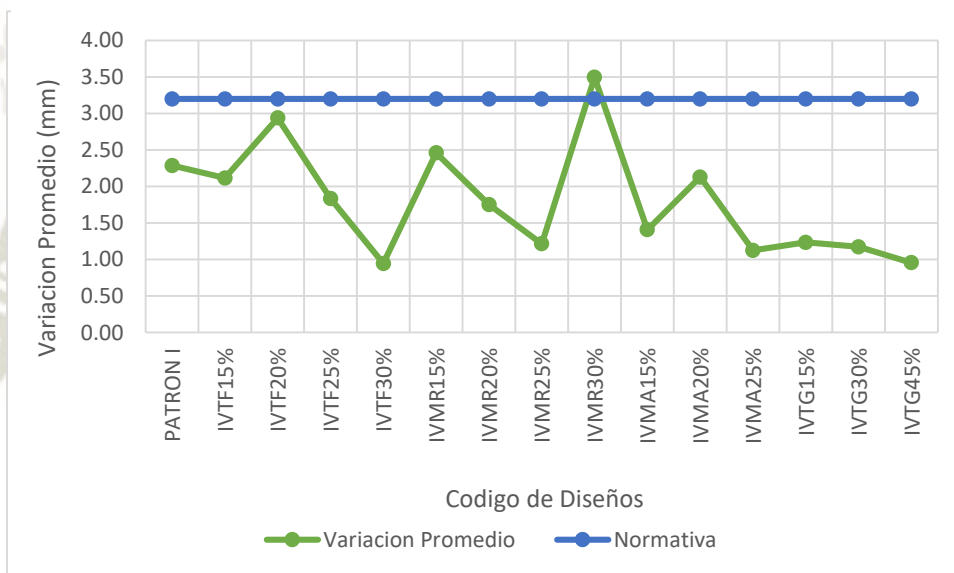
6.4.1. Tolerancia Dimensional

Las dimensiones tomadas tienen diversas variaciones, las cuales debemos compararlas con lo indicado en el apartado **3.6.1.** donde se especifica la variación dimensional aceptable.

Por lo cual en los siguientes gráficos se muestran si dichas variaciones cumplen con la normativa.

6.4.1.1. Adoquines Tipo I (6 cm)

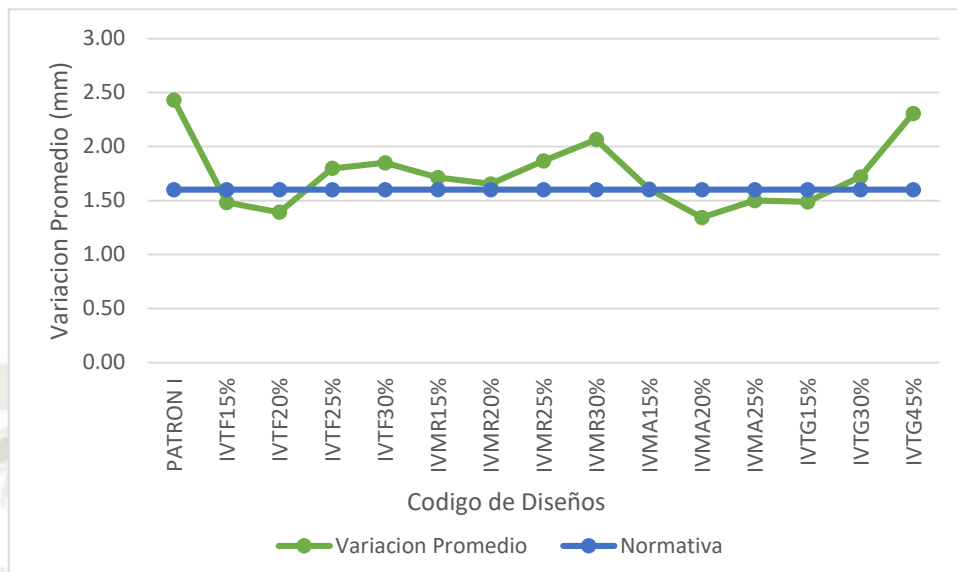
Gráfico N° 32 Comparación de Variación Dimensional del Espesor y Normativa



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior se observa que la mayoría de los diseños no sobrepasa los ± 3.2 mm que la norma permite en cuanto a espesor

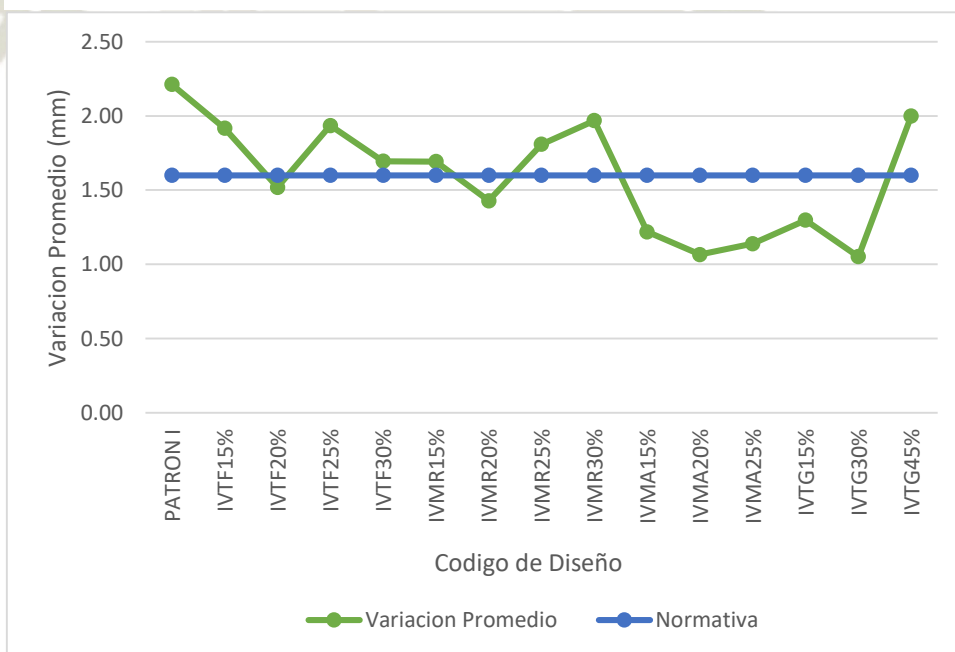
Gráfico N° 33 Comparación de Variación del Largo Dimensional y Normativa



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior se observa que la mayoría de los diseños sobrepasa los ± 1.6 mm, cuyo motivo es la forma del desmoldeo y traslado manual de los adoquines frescos.

Gráfico N° 34 Comparación de Variación del Ancho Dimensional y Normativa

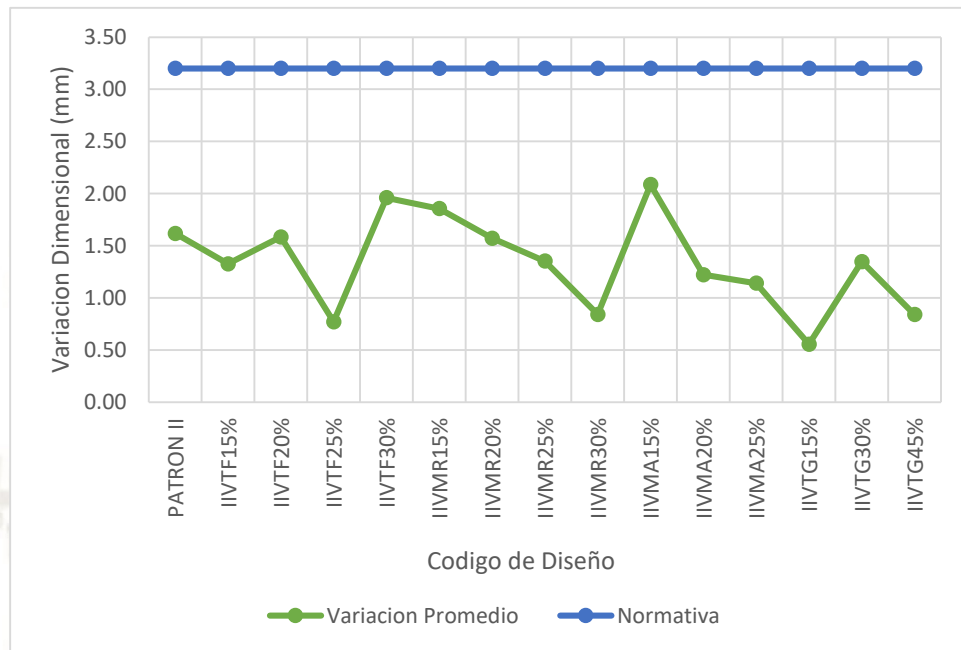


Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior se observa que la mayoría de los diseños sobrepasa los ± 1.6 mm, cuyo motivo podría ser la forma del desmoldeo y traslado manual de los adoquines frescos.

6.4.1.2. Adoquines Tipo II (8 cm)

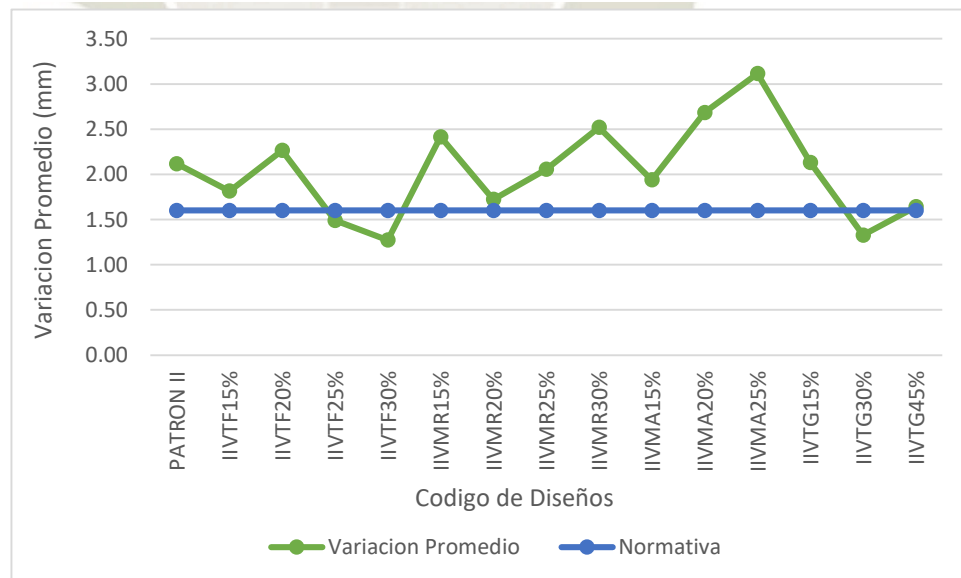
Gráfico N° 35 Comparación de Variación del Espesor Dimensional y Normativa



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior se observa que todos de los diseños no sobrepasa los ± 3.2 mm que la norma permite en cuanto a espesor.

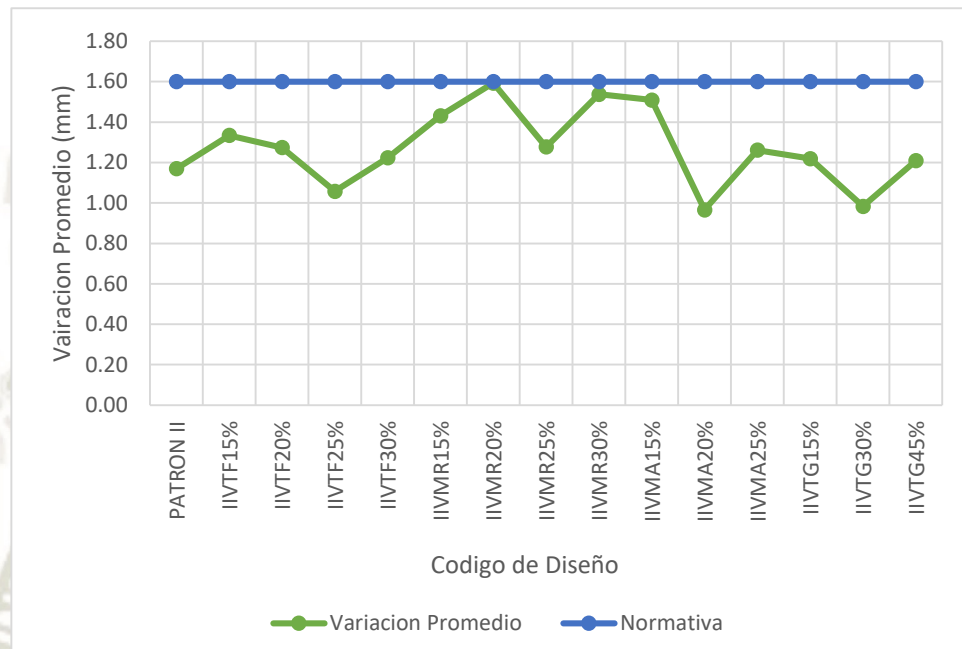
Gráfico N° 36 Comparación de Variación del Largo Dimensional y Normativa



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior se observa que la mayoría de los diseños sobrepasa los ± 1.6 mm, cuyo motivo es la forma del desmoldeo y traslado manual de los adoquines frescos.

Gráfico N° 37 Comparación de Variación del Ancho Dimensional y Normativa



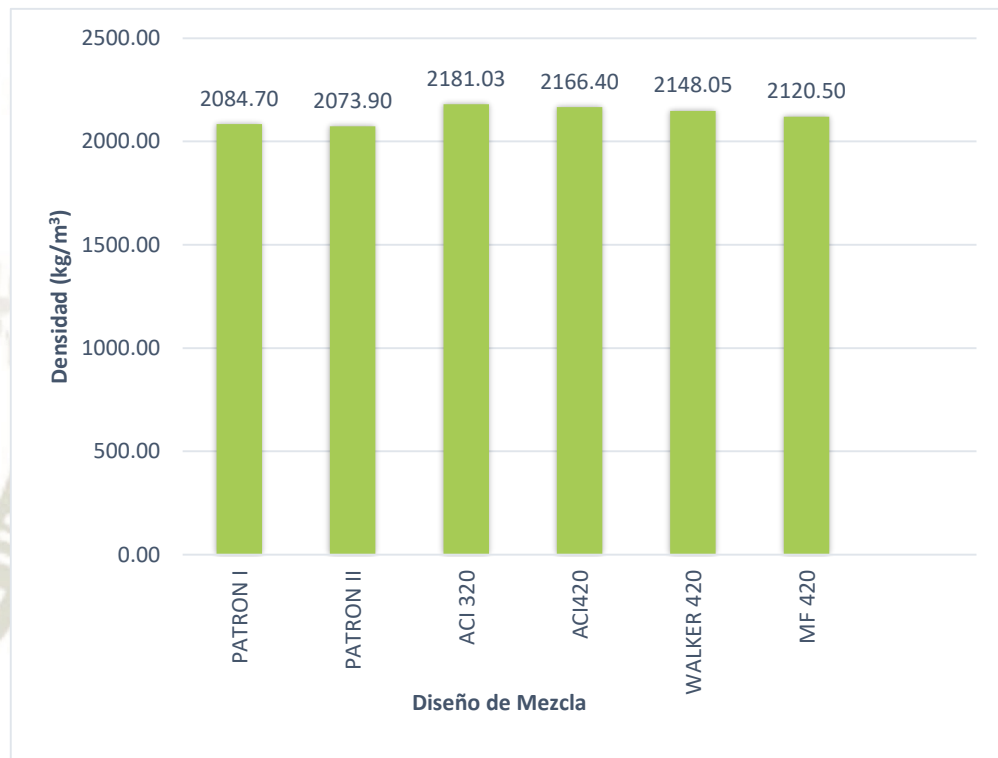
Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior se observa que todos de los diseños no sobrepasa los ± 1.6 mm en la medición de los anchos.

6.4.2. Densidad

Es importante diferenciar la densidad de los diseños generales que se realizaron inicialmente destacando que el diseño que se toma para los adoquines es menos denso debido a la relación del agregado grueso y fino.

Gráfico N° 38 Comparación de Densidades de los Diseños Generales Sin Vidrio



Fuente: Elaboración Propia

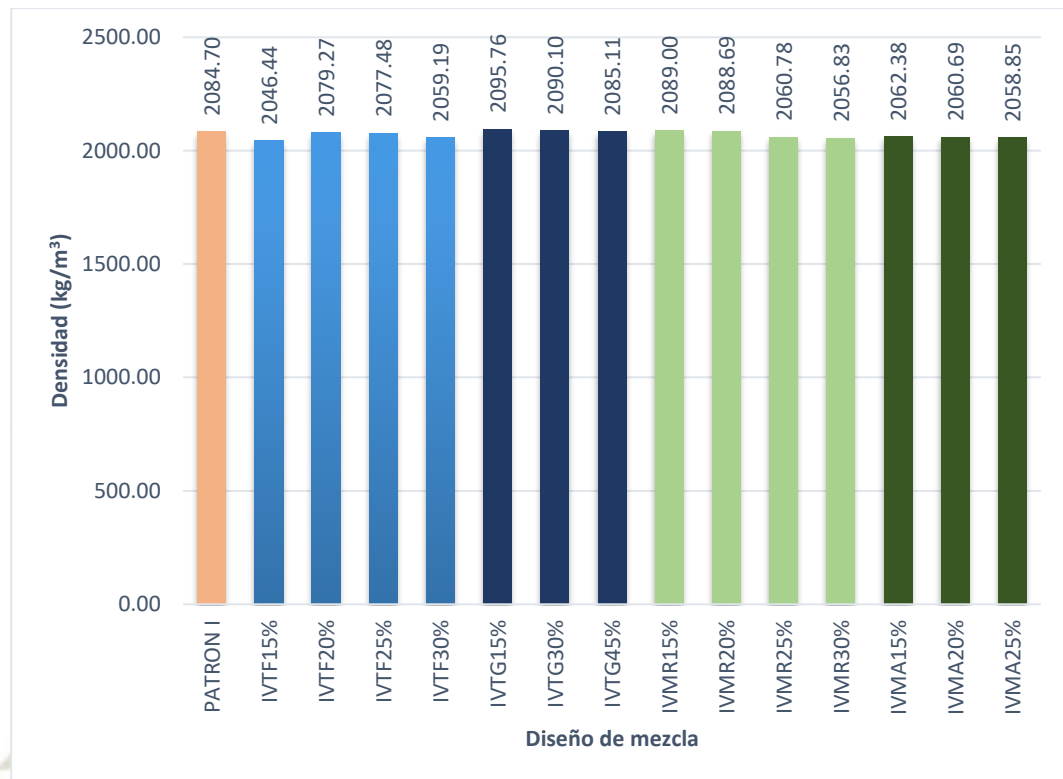
En el gráfico N° 39 podemos observar que el vidrio en el adoquín, ya sea de forma triturada o molida, presenta una desviación estándar de 19.13 kg/cm^3 , lo cual es indicativo que los valores no están muy alejados entre sí, siendo la densidad más baja 2046.44 kg/m^3 y el mayor 2095.76 kg/m^3 .

Así mismo podemos dar las siguientes observaciones:

- Los adoquines que presentaron vidrio triturado fino, presentan una disminución en su densidad comparada con el adoquín Patrón.
- Los adoquines que presentan vidrio triturado grueso presentan un ligero aumento de densidad.
- Los adoquines que presentan vidrio molido en reemplazo del cemento, presentan una disminución de su densidad inversamente proporcional al porcentaje que se reemplaza.

- Los adoquines que presentan vidrio molido añadido, también disminuye su densidad comparada con el patrón.

Gráfico N° 39 Comparaciones de Densidades de los Adoquines Tipo I



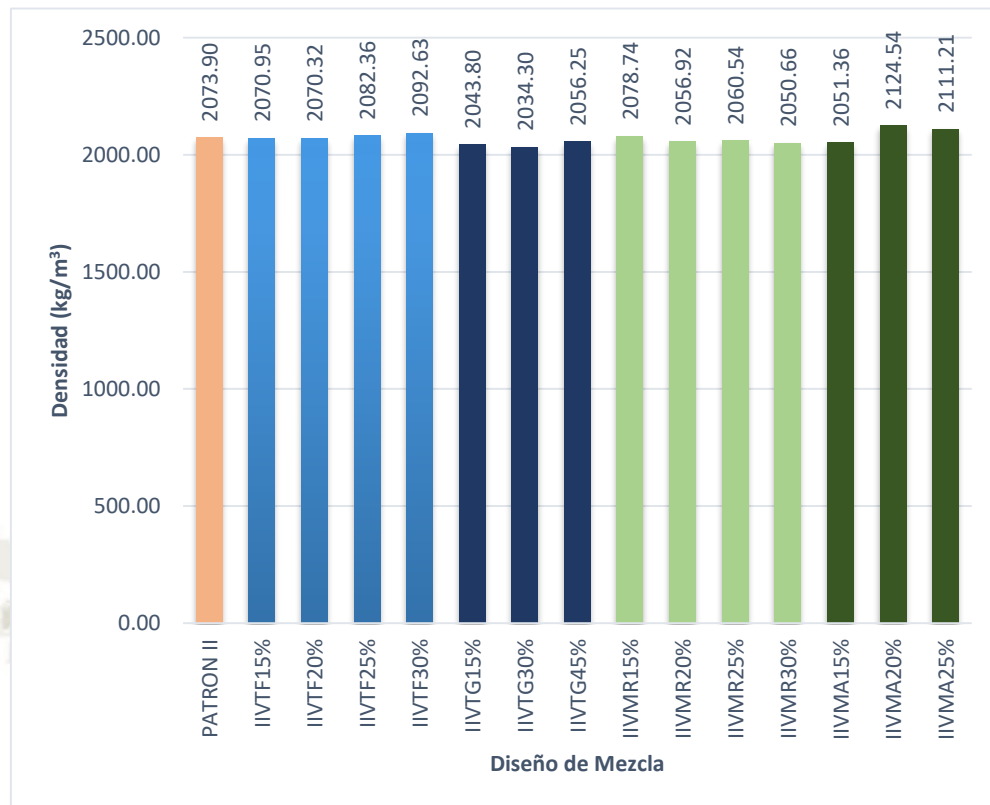
Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 40 se puede observar que el vidrio no afecta notablemente en la densidad de los adoquines, siendo su desviación estándar de 27.28 kg/m^3 .

Así mismo notamos el siguiente análisis, comparando con el adoquín patrón:

- Los adoquines con vidrio triturado fino tienden a aumentar ligeramente su densidad conforme aumenta su cantidad de vidrio.
- Los adoquines con vidrio triturado grueso, tienden a disminuir su densidad.
- Los adoquines que presentan vidrio molido en reemplazo del cemento tienden a disminuir su densidad.
- Los adoquines con vidrio molido añadido, aumentan ligeramente su densidad, esto debido a que su presencia en el concreto mejora su compacidad.

Gráfico N° 40 Comparaciones de Densidades de los Adoquines Tipo II

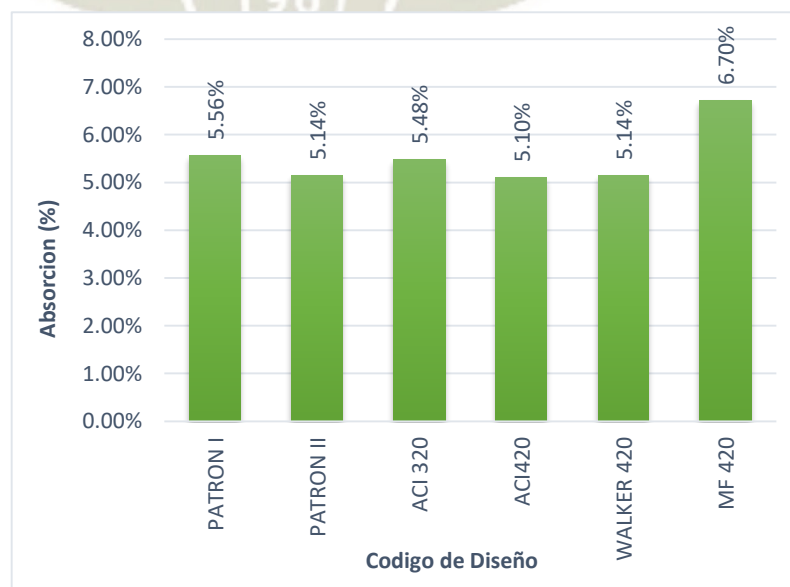


Fuente: Elaboración Propia

6.4.3. Absorción

Los valores hallados son comparados con la tabla N° 3, donde en los siguientes gráficos se puede observar como varia la absorción según los diseños planteados.

Gráfico N° 41 Comparación de Absorción de Adoquines sin Vidrio



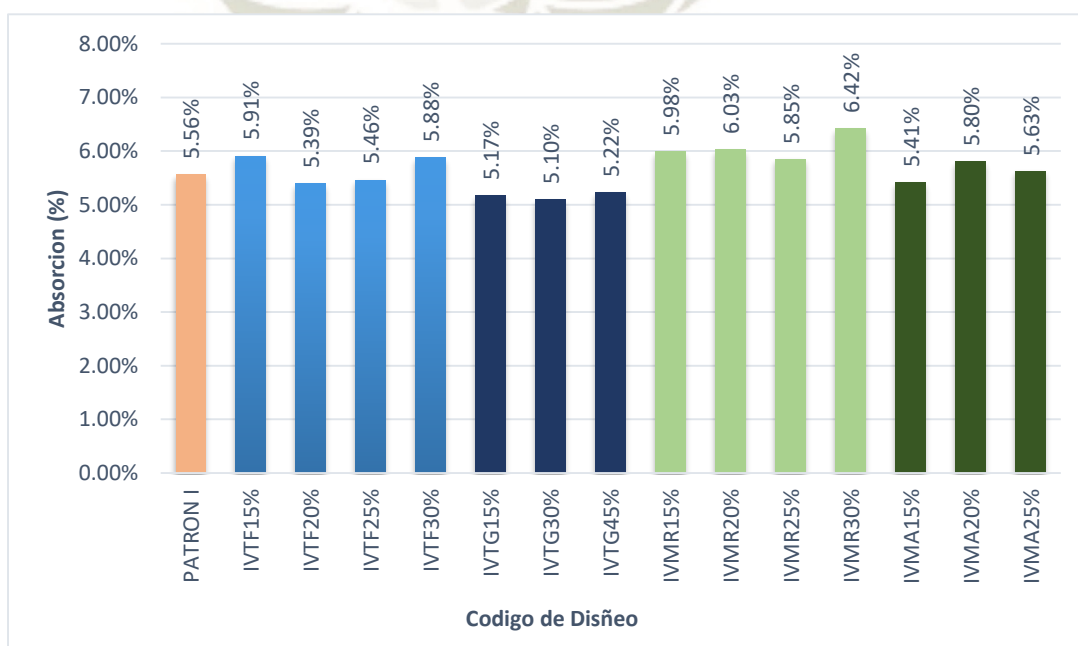
Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 41, se hace la comparación con los diseños ACI, Walker y Modulo de Fineza, para los cuales donde se resalta que la mayoría de diseños presentan un valor de absorción semejante, sin embargo, la absorción del adoquín realizado bajo el método de diseño de Modulo de fineza, presenta una absorción mayor al 6% que es lo establecido en la norma (ver Tabla N°3).

Los valores de absorción para los adoquines Tipo I con vidrio, se encuentran detallados en la Grafica N° 42 en donde podemos decir que:

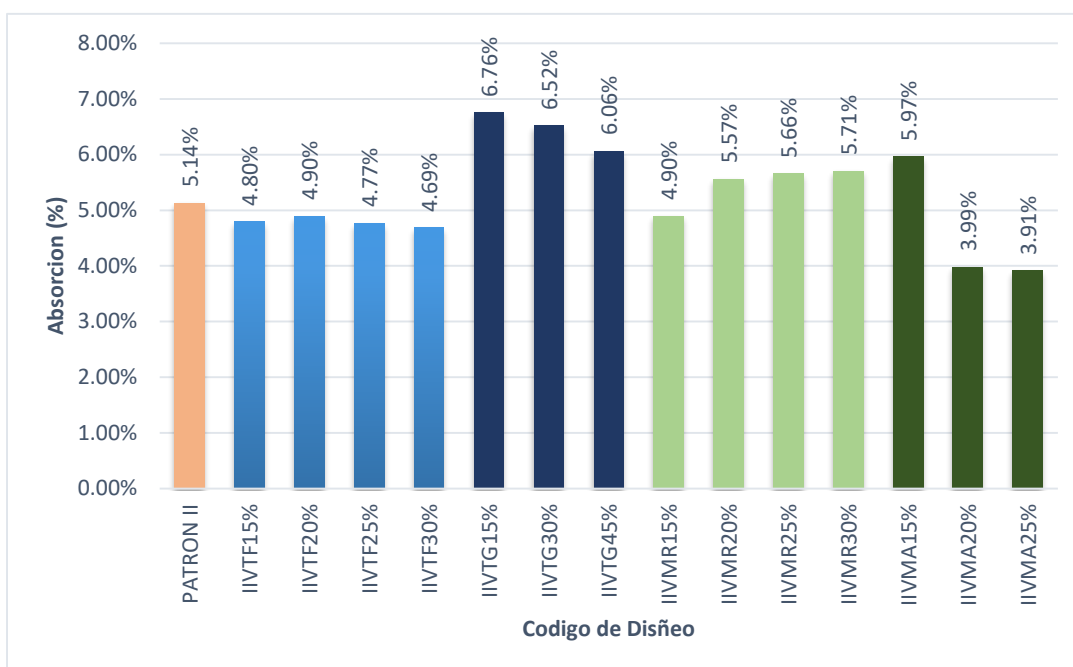
- El vidrio triturado fino presenta valores semejantes al adoquín patrón, siendo el adoquín con 20% de vidrio triturado fino el diseño de menor absorción dentro de este grupo.
- Los adoquines con vidrio triturado grueso presentan una notable reducción en su absorción.
- Los adoquines con vidrio molido en reemplazo del cemento presentan valores semejantes y superiores al adoquín patrón, siendo el de 30% el diseño que no cumple con lo requerido por la norma.
- Los adoquines con vidrio molido añadido presentan valores variados, del cual se observa que el de 15% con vidrio molido es de menor absorción que el patrón.

Gráfico N° 42 Comparación de Absorción de Adoquines Tipo I



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 43 Comparación de Absorción de Adoquines Tipo II



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 43 se observa diversas variaciones para la absorción de los adoquines Tipo II, la cual se detalla de la siguiente forma:

- Para los adoquines con vidrio triturado fino, conforme aumenta su porcentaje de vidrio, este tiende a disminuir en su absorción.
- Los adoquines con vidrio triturado grueso, conforme aumenta su porcentaje de vidrio, su absorción tiende a disminuir, sin embargo, presenta absorciones mayores a lo permitido en la norma (6%).
- Para el vidrio molido en reemplazo del cemento tiende a aumentar su absorción de acuerdo al porcentaje de incidencia en este, así también sus valores son mayores a la absorción del diseño patrón.
- Para el vidrio molido añadido, conforme aumenta su porcentaje de incidencia, su absorción tiende a disminuir, de una forma radical.

6.4.4. Resistencia a la Compresión

6.4.4.1. Adoquines Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)

Gráfico N° 44 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino

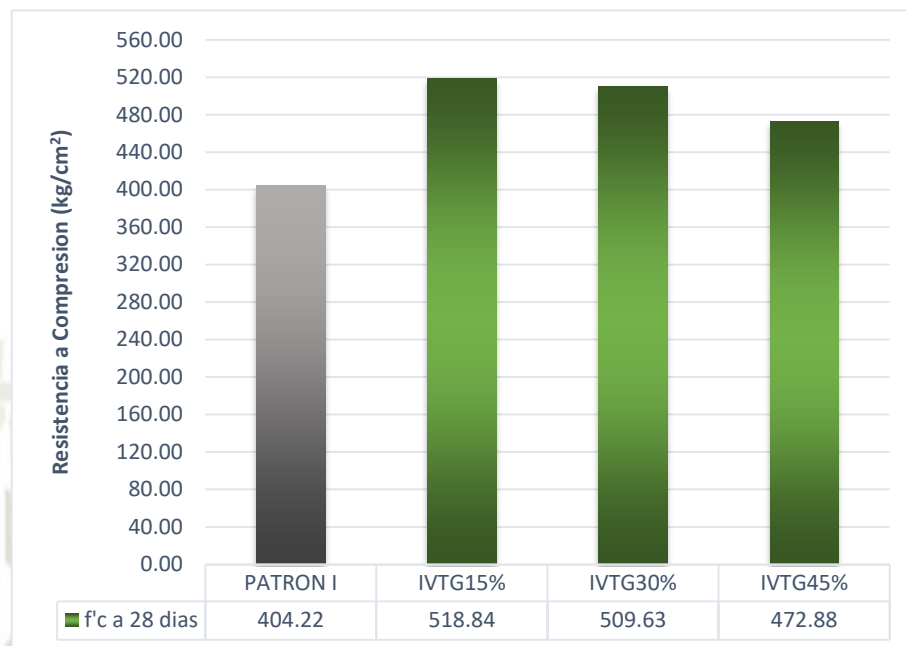


Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior se compara respecto a la resistencia requerida ($f'cr = 404 \text{ kg/cm}^2$) y que:

- El diseño PATRÓN I llega a alcanzar una resistencia superior adicional en un 0.05%.
- El diseño IVTF15% llega a alcanzar una resistencia superior adicional de 3.14%.
- El diseño IVTF20% llega a alcanzar una resistencia superior adicional de 8.95%. Siendo el diseño que mayor resistencia alcanza con la adición de vidrio triturado fino.
- El diseño IVTF25% llega a alcanzar una resistencia superior adicional de 7.73%.
- El diseño IVTF30% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 3.41%.
- Los resultados anteriores llegan a superar la resistencia de diseño $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$.

Gráfico N° 45 Comparación de resistencia a Compresión de Adoquines con Vidrio Triturado Grueso

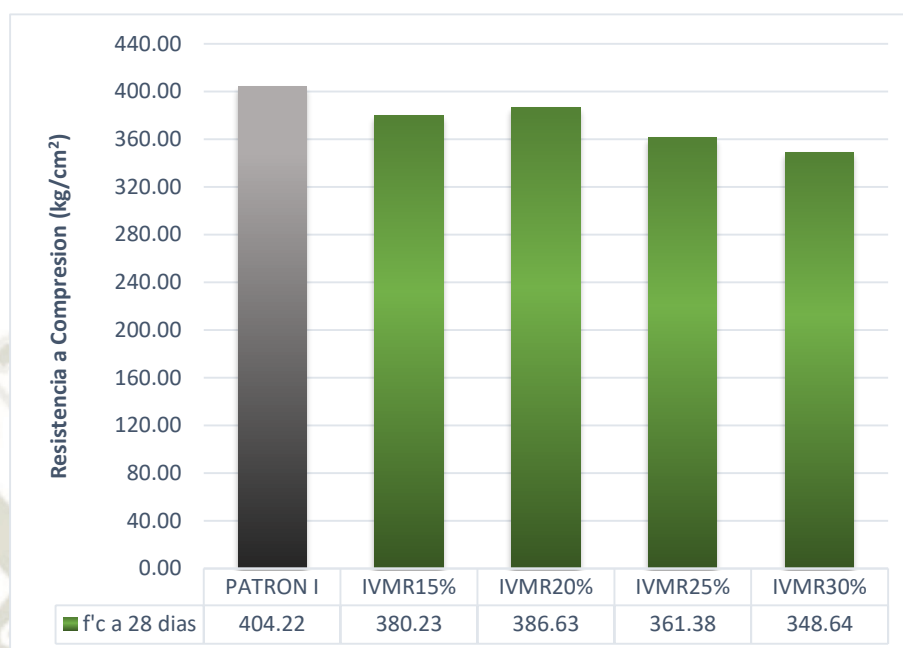


Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior se compara respecto a la resistencia requerida ($f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$) y que:

- El diseño PATRÓN I llega a alcanzar una resistencia superior adicional en un 0.05%.
- El diseño IVTG15% llega a alcanzar una resistencia superior adicional de 28.43%. Siendo el diseño que mayor resistencia alcanza con la adición de vidrio triturado grueso.
- El diseño IVTG30% llega a alcanzar una resistencia superior adicional de 26.15%.
- El diseño IVTG45% llega a alcanzar una resistencia superior adicional de 17.05%.
- Los resultados anteriores llegan a superar la resistencia de diseño $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$.

Gráfico N° 46 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Reemplazando al cemento

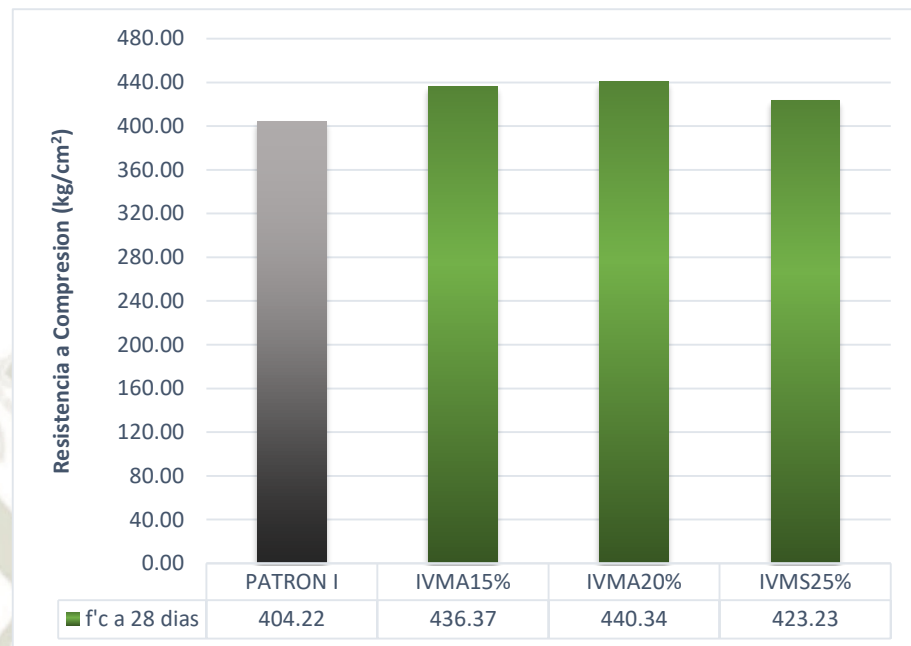


Fuente: Elaboración Propia

Del anterior se compara respecto a la resistencia requerida ($f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$) y que:

- El diseño PATRÓN I llega a alcanzar una resistencia superior adicional en un 0.05%.
- El diseño IVMR15% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 5.88%.
- El diseño IVMR20% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 4.30%. Siendo el diseño que mayor resistencia alcanza con la adición de vidrio molido reemplazando al cemento.
- El diseño IVMR25% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 10.55%.
- El diseño IVMR30% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 13.70%.
- Los resultados anteriores llegan a superar la resistencia de diseño $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$.

Gráfico N° 47 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Añadido



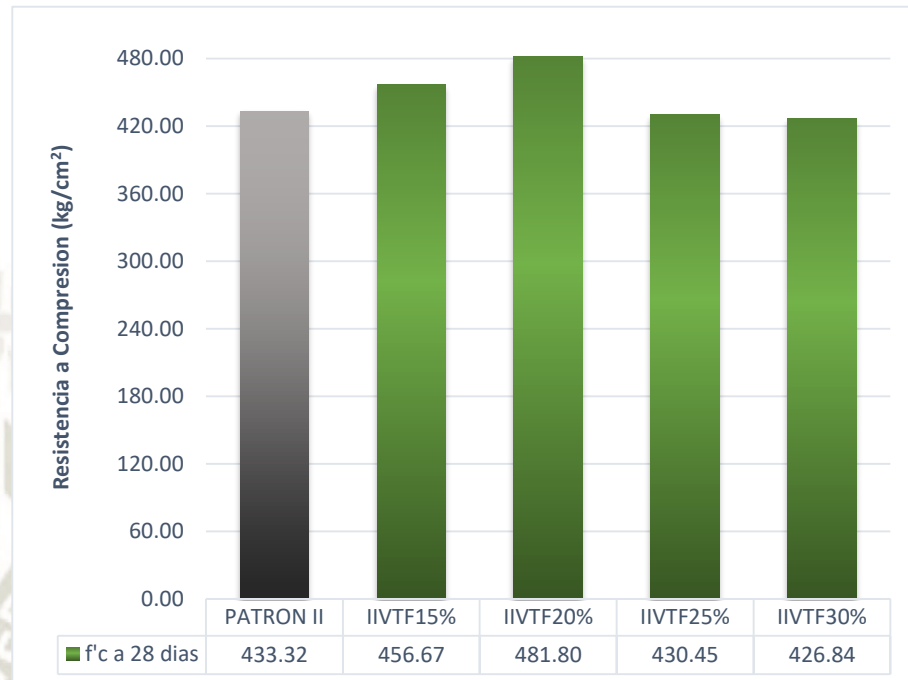
Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico anterior se compara respecto a la resistencia requerida ($f'_{cr} = 404 \text{ kg/cm}^2$) y que:

- El diseño PATRÓN I llega a alcanzar una resistencia superior adicional en un 0.05%.
- El diseño IVMA15% llega a alcanzar una resistencia superior adicional de 8.01%.
- El diseño IVMA20% llega a alcanzar una resistencia superior adicional de 9.00%. Siendo el diseño que mayor resistencia alcanza con la adición de vidrio molido.
- El diseño IVMA25% llega a alcanzar una resistencia superior adicional de 4.76%.
- Los resultados anteriores llegan a superar la resistencia de diseño $f'_{c} = 320 \text{ kg/cm}^2$.

6.4.4.2. Adoquines Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)

Gráfico N° 48 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino

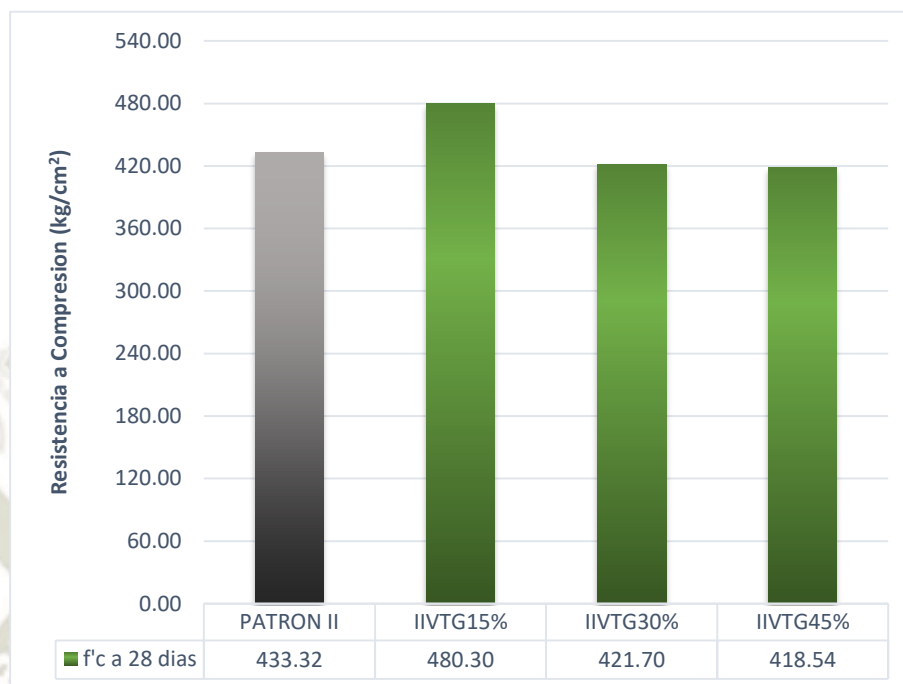


Fuente: Elaboración Propia

Del grafico anterior se compara respecto a la resistencia requerida ($f'cr = 518 \text{ kg/cm}^2$) y que:

- El diseño PATRÓN I llega a alcanzar una resistencia inferior en un 16.35%.
- El diseño IIVTF15% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 11.84%.
- El diseño IIVTF20% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 6.98%. Siendo el diseño que mayor resistencia alcanza con la adición de vidrio triturado fino.
- El diseño IIVTF25% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 16.90%.
- El diseño IIVTF30% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 17.60%.
- Los resultados anteriores llegan a superar la resistencia de diseño $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

Gráfico N° 49 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso

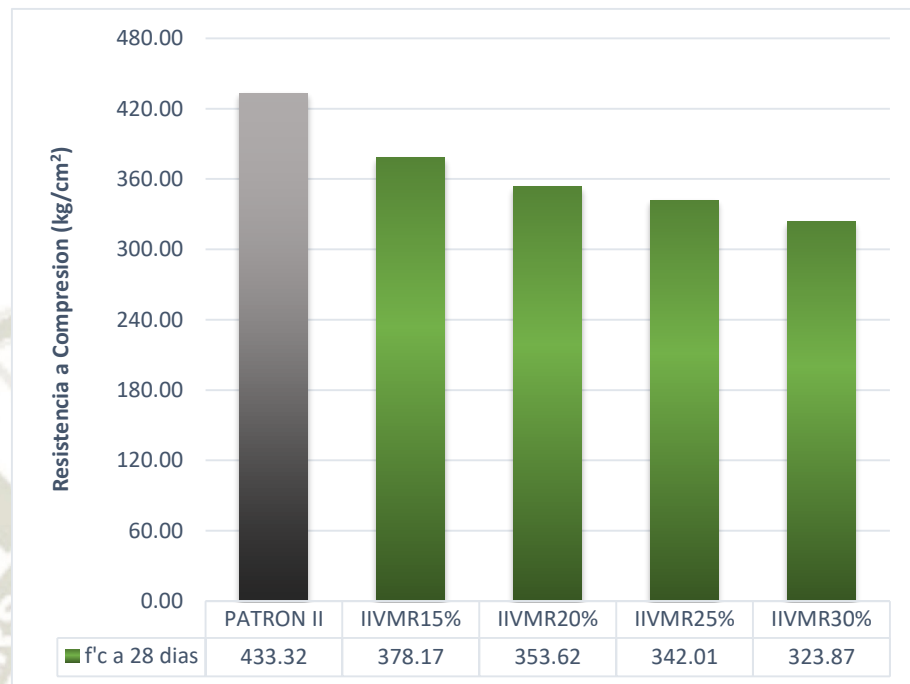


Fuente: Elaboración Propia

Del grafico anterior se compara respecto a la resistencia requerida ($f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$) y que:

- El diseño PATRÓN I llega a alcanzar una resistencia inferior en un 16.35%.
- El diseño IIVTG15% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 7.28%. Siendo el diseño que mayor resistencia alcanza con la adición de vidrio triturado grueso.
- El diseño IIVTG30% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 18.59%.
- El diseño IIVTG45% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 19.2%.
- Los resultados anteriores llegan a superar la resistencia de diseño $f'_{c} = 420 \text{ kg/cm}^2$ a excepción del diseño IIVTG45%.

Gráfico N° 50 Comparación de Resistencia a Compresión de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido en reemplazo de cemento

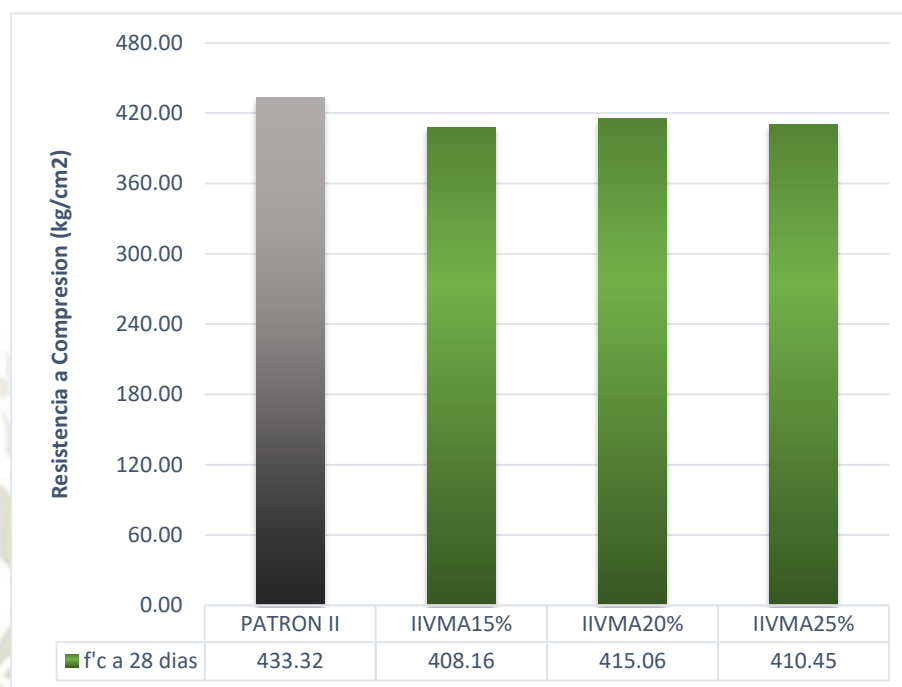


Fuente: Elaboración Propia

Del grafico anterior se compara respecto a la resistencia requerida ($f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$) y que:

- El diseño PATRÓN I llega a alcanzar una resistencia inferior en un 16.35%.
- El diseño IIVMR15% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 27.00%. Siendo el diseño que mayor resistencia alcanza con la adición de vidrio triturado grueso.
- El diseño IIVMR20% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 31.73%.
- El diseño IIVMR25% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 33.98%.
- El diseño IIVMR30% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 37.48%.
- Los resultados anteriores no llegan a superar la resistencia de diseño $f'_{c} = 420 \text{ kg/cm}^2$ a excepción del diseño PATRON II.

Gráfico N° 51 Comparación de Resistencia a compresión de Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Añadido



Fuente: Elaboración Propia

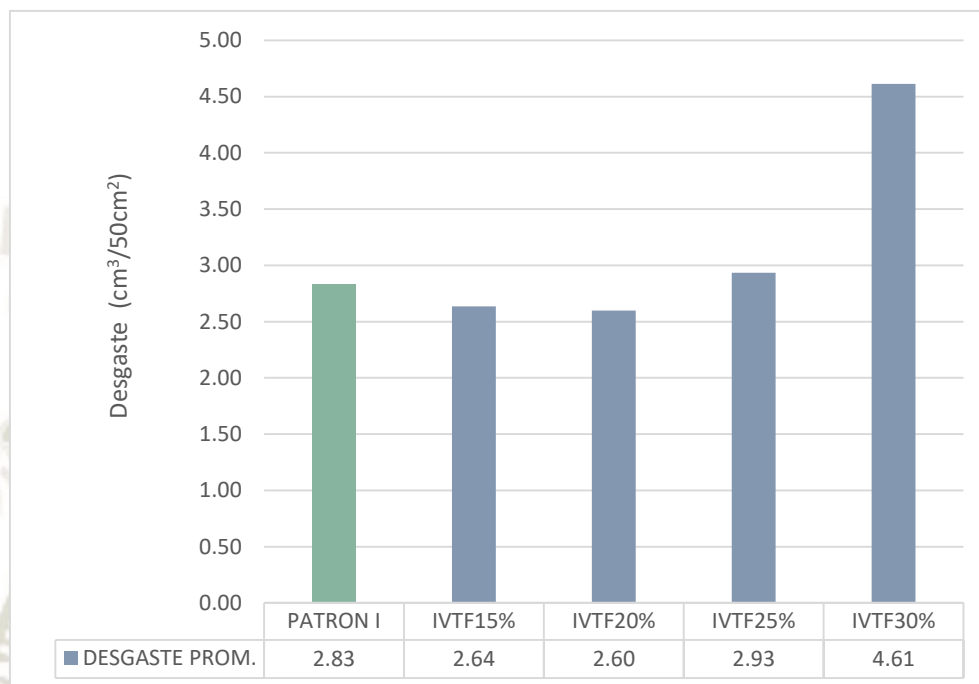
Del gráfico anterior se compara respecto a la resistencia requerida ($f'_{cr} = 518 \text{ kg/cm}^2$) y que:

- El diseño PATRÓN II llega a alcanzar una resistencia inferior en un 16.35%.
- El diseño IIVMA15% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 21.2%.
- El diseño IIVMA20% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 19.87%. Siendo el diseño que mayor resistencia alcanza con la adición de vidrio molido.
- El diseño IIVMA25% llega a alcanzar una resistencia inferior en un 20.76%.
- Los resultados anteriores no llegan a superar la resistencia de diseño $f'_{c} = 420 \text{ kg/cm}^2$ a excepción del diseño PATRON II.

6.4.5. Resistencia al Desgaste

6.4.5.1. Adoquines Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)

Gráfico N° 52 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Fino



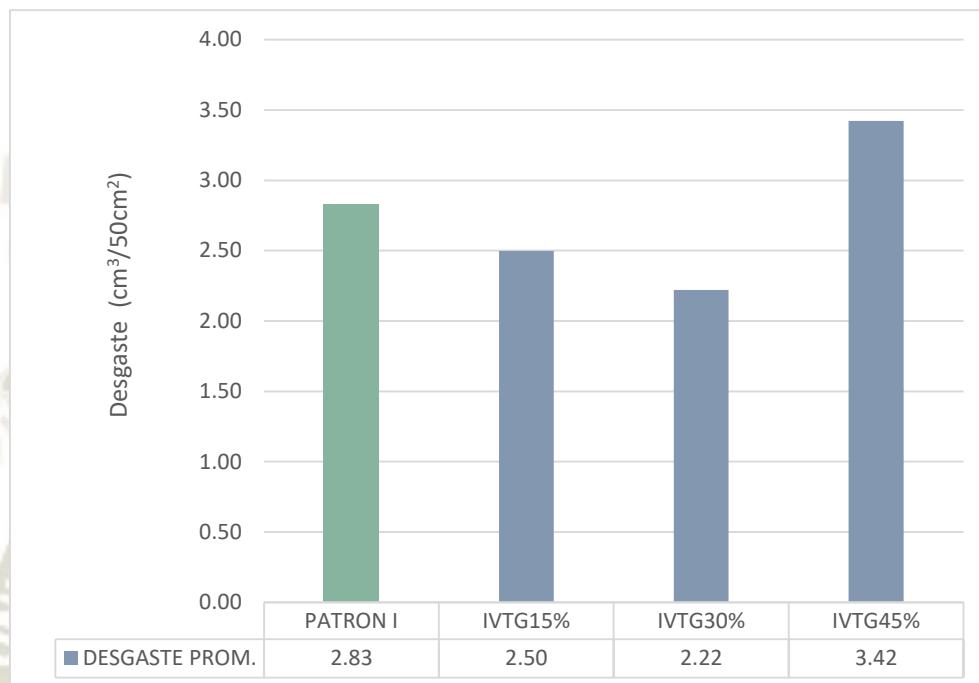
Fuente: Elaboración Propia

Todos los valores obtenidos de desgaste con vidrio triturado fino están dentro de lo permitido por la norma, donde se especifica que no debe ser mayor a $15 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$. Así, las comparaciones realizadas serán respecto al adoquín patrón I, donde se tiene lo siguiente:

- El diseño IVTF15% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 93% de la pérdida obtenida del patrón I.
- El diseño IVTF20% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 92% de la pérdida obtenida del patrón I. Siendo el diseño con mayor resistencia al desgaste entre los que tienen vidrio triturado fino.
- El diseño IVTF25% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 104% de la pérdida obtenida del patrón I.

- El diseño IVTF30% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 163% de la pérdida obtenida del patrón I.

Gráfico N° 53 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo I con Vidrio Triturado Grueso

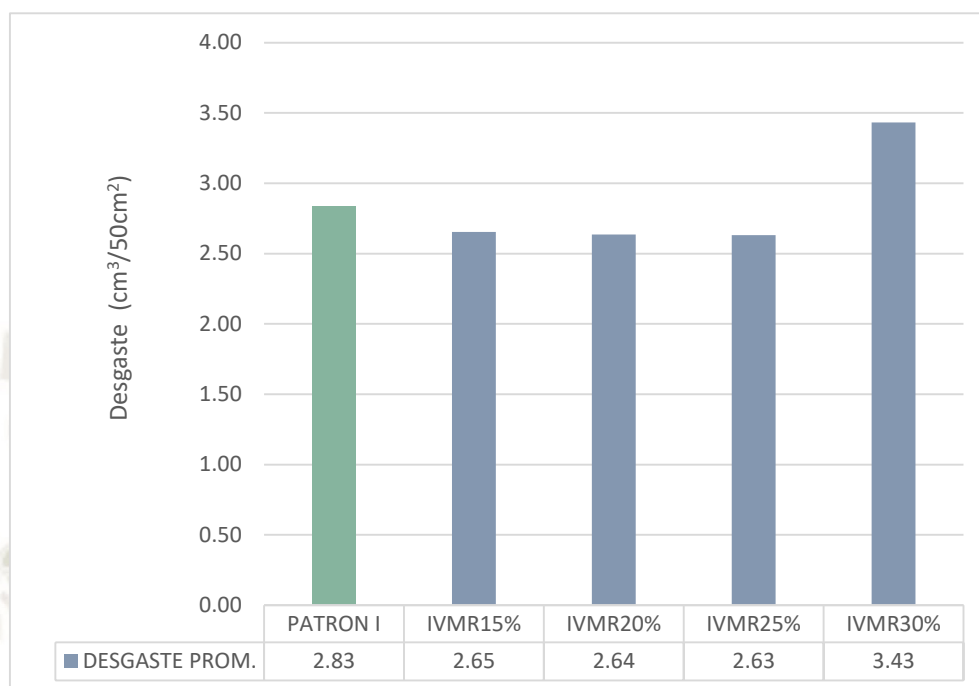


Fuente: Elaboración Propia

Todos los valores obtenidos de desgaste con vidrio triturado grueso están dentro de lo permitido por la norma, estando por debajo de $15 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$. Por lo tanto, las comparaciones son respecto al adoquín patrón I, donde se tiene lo siguiente:

- El diseño IVTG15% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 88% de la pérdida obtenida del patrón I.
- El diseño IVTG30% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 78% de la pérdida obtenida del patrón I. Siendo el diseño con mayor resistencia al desgaste entre los que tienen vidrio triturado grueso.
- El diseño IVTG45% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 121% de la pérdida obtenida del patrón I.

Gráfico N° 54 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo I con Vidrio Molido reemplazado al cemento

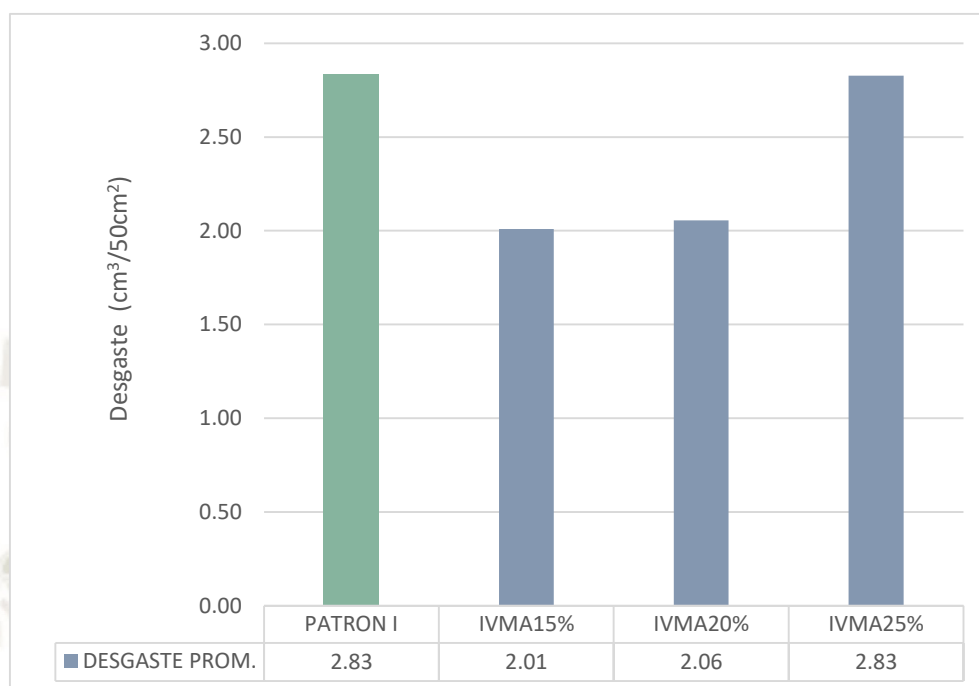


Fuente: Elaboración Propia

Todos los valores obtenidos de desgaste con vidrio molido en reemplazo del cemento están dentro de lo permitido por la norma, estando por debajo de $15 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$. Por lo tanto, las comparaciones son respecto al adoquín patrón I, donde se tiene lo siguiente:

- El diseño IVMR15% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 94% de la pérdida obtenida del patrón I.
- El diseño IVMR20% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 93% de la pérdida obtenida del patrón I.
- El diseño IVMR25% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 92.8% de la pérdida obtenida del patrón I. Siendo el diseño con mayor resistencia al desgaste entre los que tienen vidrio triturado molido en reemplazo al cemento.
- El diseño IVMR30% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 121% de la pérdida obtenida del patrón I.

Gráfico N° 55 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo I con Vidrio Molido Añadido



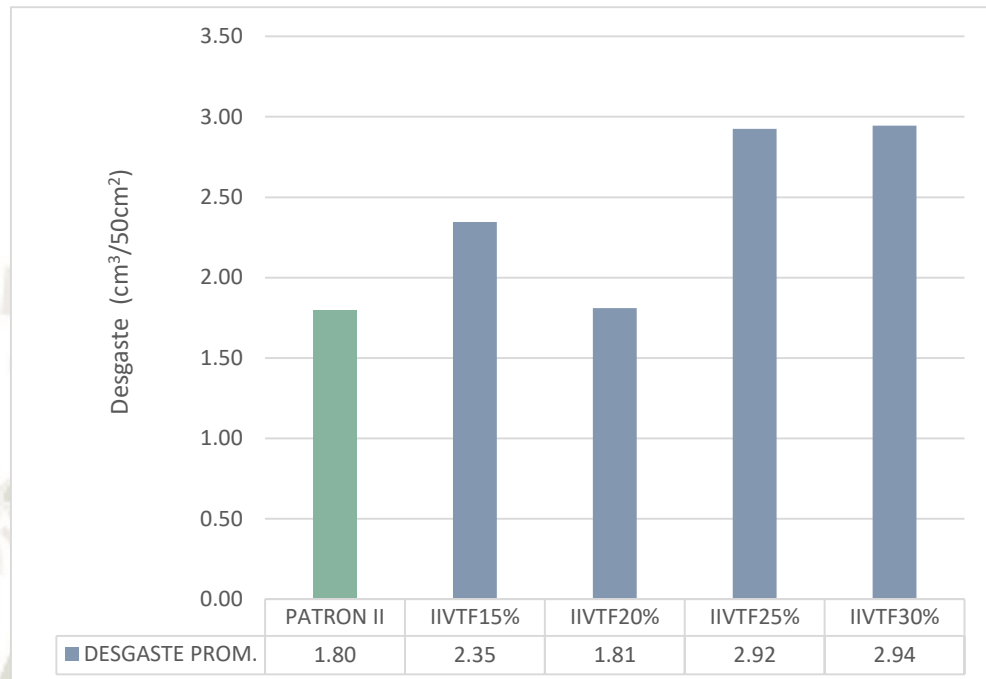
Fuente: Elaboración Propia

Todos los valores obtenidos de desgaste con vidrio molido añadido están dentro de lo permitido por la norma, estando por debajo de $15 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$. Por lo tanto, las comparaciones son respecto al adoquín patrón I, donde se tiene lo siguiente:

- El diseño IVMA15% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 71% de la pérdida obtenida del patrón I.
- El diseño IVMA20% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 73% de la pérdida obtenida del patrón I. Siendo el diseño con mayor resistencia al desgaste entre los que tienen vidrio triturado molido añadido.
- El diseño IVMA25% presenta una resistencia al desgaste semejante al patrón I, ya que comparando obtuvo el 100% de la pérdida obtenida del patrón I.

6.4.5.2. Adoquines Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)

Gráfico N° 56 Comparación en Desgaste de Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Fino

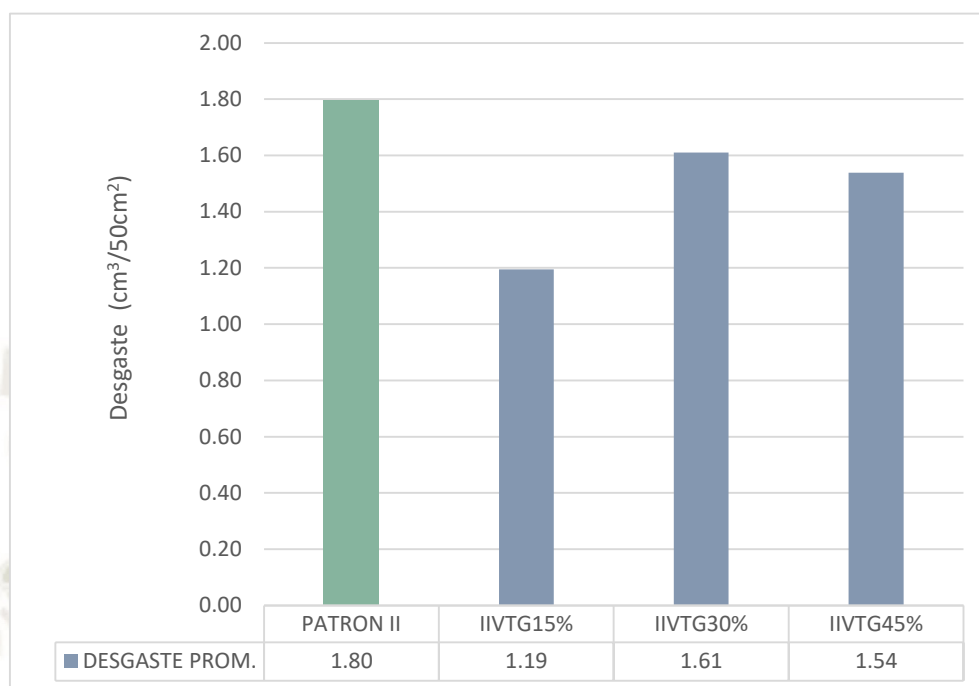


Fuente: Elaboración Propia

Todos los valores obtenidos de desgaste con vidrio triturado fino están dentro de lo permitido por la norma, donde se especifica que no debe ser mayor a $15 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$. Así, las comparaciones realizadas serán respecto al adoquín patrón II, donde se tiene lo siguiente:

- El diseño IIVTF15% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 131% de la pérdida obtenida del patrón II.
- El diseño IIVTF20% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 101% de la pérdida obtenida del patrón II. Siendo el diseño con mayor resistencia al desgaste entre los que tienen vidrio triturado fino.
- El diseño IIVTF25% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 163% de la pérdida obtenida del patrón II.
- El diseño IIVTF30% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 164% de la pérdida obtenida del patrón II.

Gráfico N° 57 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo II con Vidrio Triturado Grueso

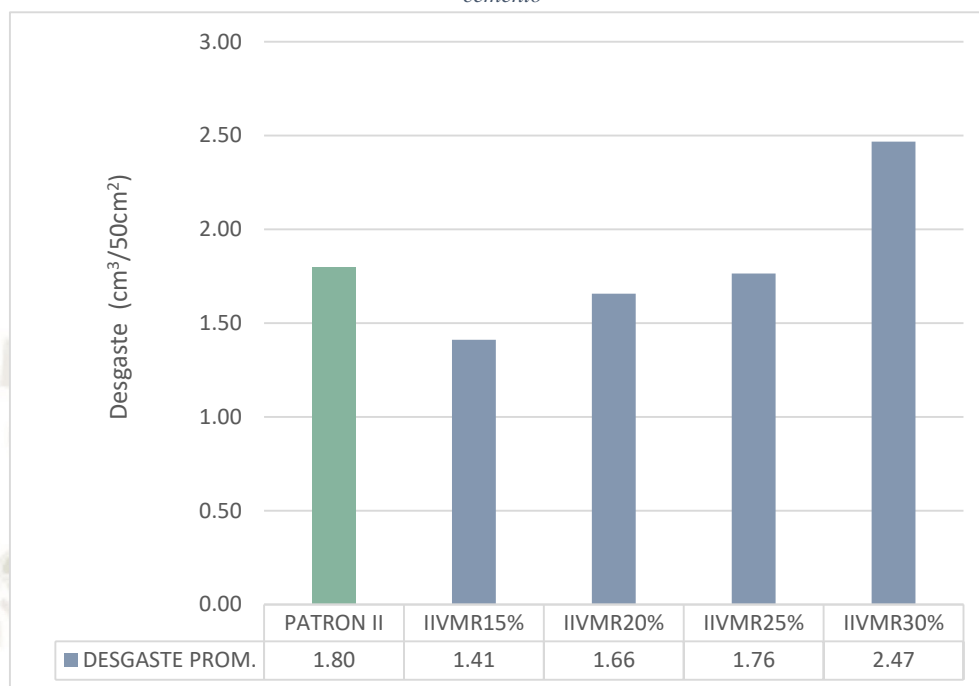


Fuente: Elaboración Propia

Todos los valores obtenidos de desgaste con vidrio triturado grueso están dentro de lo permitido por la norma, estando por debajo de $15 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$. Por lo tanto, las comparaciones son respecto al adoquín patrón I, donde se tiene lo siguiente:

- El diseño IIVTG15% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 67% de la pérdida obtenida del patrón II. Siendo el diseño con mayor resistencia al desgaste entre los que tienen vidrio triturado fino.
- El diseño IIVTG30% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 90% de la pérdida obtenida del patrón II.
- El diseño IIVTG45% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 86% de la pérdida obtenida del patrón II.

Gráfico N° 58 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo II con Vidrio Molido en reemplazo del cemento

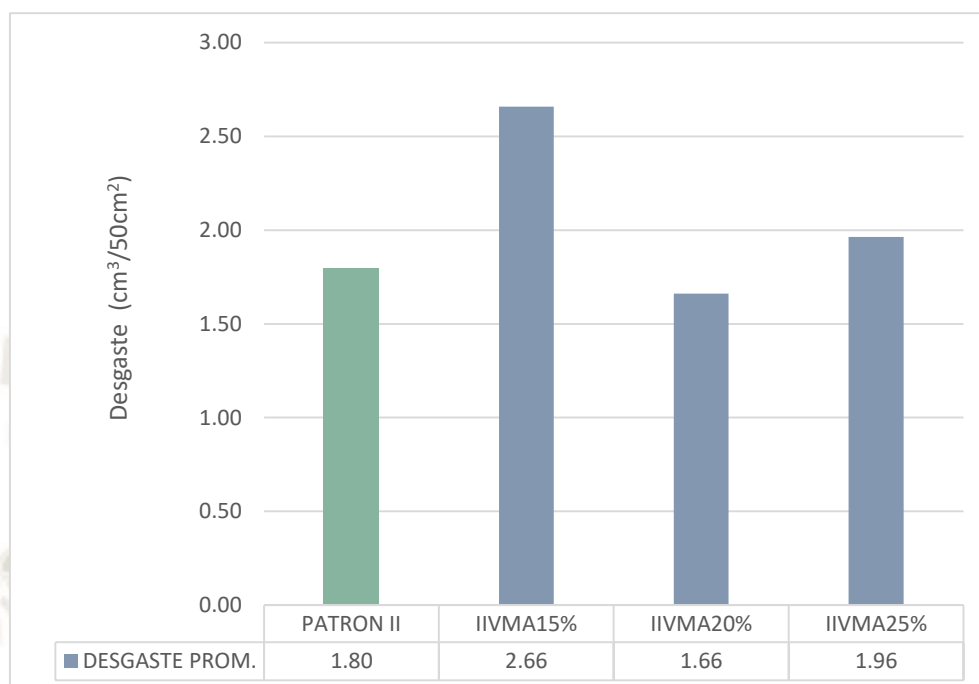


Fuente: Elaboración Propia

Todos los valores obtenidos de desgaste con vidrio molido en reemplazo del cemento están dentro de lo permitido por la norma, estando por debajo de $15 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$. Por lo tanto, las comparaciones son respecto al adoquín patrón I, donde se tiene lo siguiente:

- El diseño IIVMR15% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 79% de la pérdida obtenida del patrón II. Siendo el diseño con mayor resistencia al desgaste entre los que tienen vidrio molido en reemplazo del cemento.
- El diseño IIVMR20% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 92% de la pérdida obtenida del patrón II.
- El diseño IIVMR25% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 98% de la pérdida obtenida del patrón II.
- El diseño IIVMR30% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 137% de la pérdida obtenida del patrón II.

Gráfico N° 59 Comparación de Desgaste en Adoquines Tipo II con Vidrio Molido Añadido



Fuente: Elaboración Propia

Todos los valores obtenidos de desgaste con vidrio molido añadido están dentro de lo permitido por la norma, estando por debajo de $15 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$. Por lo tanto, las comparaciones son respecto al adoquín patrón I, donde se tiene lo siguiente:

- El diseño IIVMA15% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 148% de la pérdida obtenida del patrón II.
- El diseño IIVMA20% presenta una mayor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una menor pérdida, siendo el 92% de la pérdida obtenida del patrón II. Siendo el diseño con mayor resistencia al desgaste entre los que tienen vidrio molido en reemplazo del cemento.
- El diseño IIVMA25% presenta una menor resistencia al desgaste, ya que obtuvo una mayor pérdida, siendo el 109% de la pérdida obtenida del patrón II.

6.4.6. Reacción Alkali-Silice

6.4.6.1. Mortero con Vidrio y Agregado

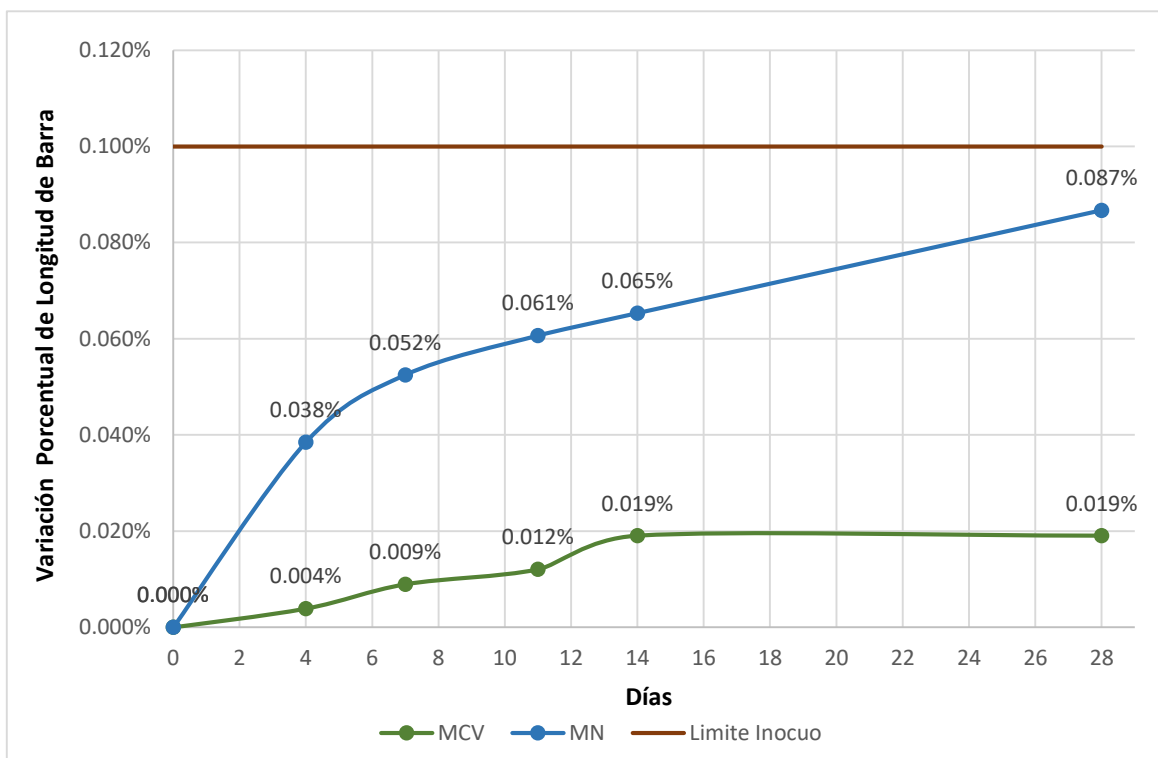
Los criterios de evaluación de la ASTM C 1260-07 determinan la reactividad de los agregados de la siguiente forma:

- Si la expansión a los 14 días es menor que el 0.10%, es considerado inocuo.
- Si la expansión a los 14 días está entre el 0.10% y 0.20%, es considerado como inconcluso.
- Si la expansión a los 14 días es mayor de 0.20%, es considerado como reactivo.

De la tabla N° 216 y N° 217 se observa las comparaciones de las variaciones porcentuales promedio de mortero con agregado fino (MN) y mortero con vidrio (MCV) donde se observa que, para una expansión de 14 días, el vidrio tiene una variación porcentual de su longitud de 0.019% menor que 0.10% lo cual indica que el vidrio triturado será considerado como inocuo y el mortero con agregado fino tiene una variación de 0.065% menor que 0.10% lo cual indica que el agregado fino es inocuo. En la gráfica N° 60 Se puede observar como varia porcentualmente la longitud de las barras de mortero con vidrio (MCV) y barras de mortero con agregado fino (MN).

Para validar dichos los siguientes resultados se continua la evaluando 14 días más donde el mortero con vidrio presenta una variación 0.019% lo cual indica que ya no presenta variaciones a los 28 días y esta es menor a 0.10% haciendo validar la afirmación que el vidrio triturado es inocuo, y el mortero con agregado fino presenta una variación de 0.087% presentando un aumento en su variación aun así se le considera como inocuo ya que sigue siendo menor a 0.10%.

Gráfico N° 60 Reactividad Álcali Sílice del Agregado Fino y Vidrio Triturado



Fuente: Elaboración Propia

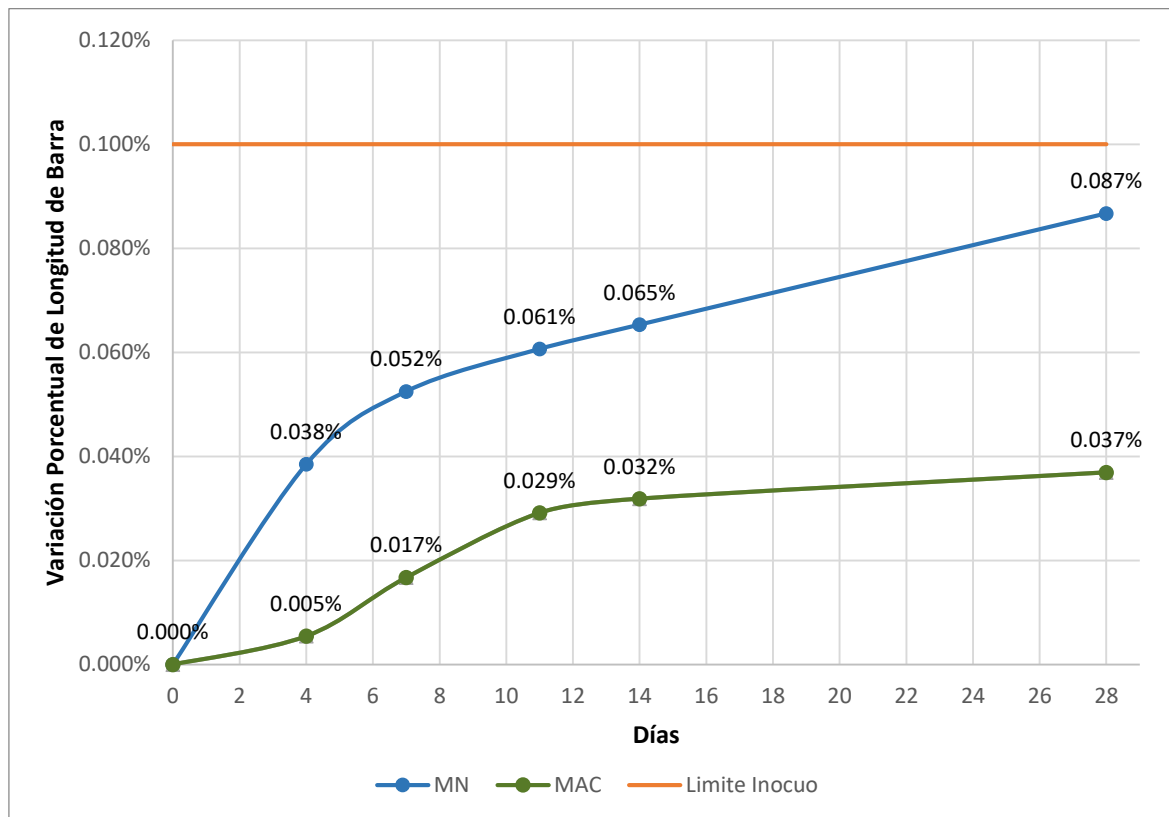
6.4.6.2. Mortero con Adición de Vidrio Molido

Los criterios de evaluación de la ASTM C 1567-11 determinan la reactividad de los agregados de la misma forma que criterios que la ASTM C 1260-07

De la tabla N° 217 y N° 220 se observa las comparaciones de las variaciones porcentuales promedio de mortero con agregado fino (MN) y mortero con agregado fino adicionado 20% de Calcin o vidrio molido (MAC) donde se observa que para una expansión de 14 días, el mortero con agregado fino tiene una variación porcentual de su longitud de 0.065% y cuando se le adiciona Calcin o vidrio molido tiene una variación de 0.032% , reduciendo la variación de su longitud en un 49.23%, siendo menor a 0.10% lo cual indica que es inocuo.

En la gráfica N° 61 se puede observar como varia porcentualmente la longitud de las barras de mortero con agregado fino (MN) y barras de mortero con agregado fino adicionado Calcin o vidrio molido (MAC).

Gráfico N° 61 Reactividad Álcali Sílice Agregado Fino y Adición de Calcin



Fuente: Elaboración Propia

Se continuó evaluando la variación porcentual de la longitud de las barras de mortero con agregado fino (MN) y cuando se le adiciona Calcin o vidrio molido donde a una edad de 28 días las barras presentan una variación de 0.087% y 0.037% respectivamente, ambos resultados menores que 0.10%, considerándolos como inocuos y resaltando que al adicionar Calcin o vidrio molido al MN reduce la variación porcentual de su longitud en un 42.53%.

6.5. Comparación de Diseños Óptimos

Después de realizar el análisis de cada resultado se opta por tomar los diseños cuyos resultados hayan sido destacables en comparación con los restantes, así se realiza la tabla N° 222

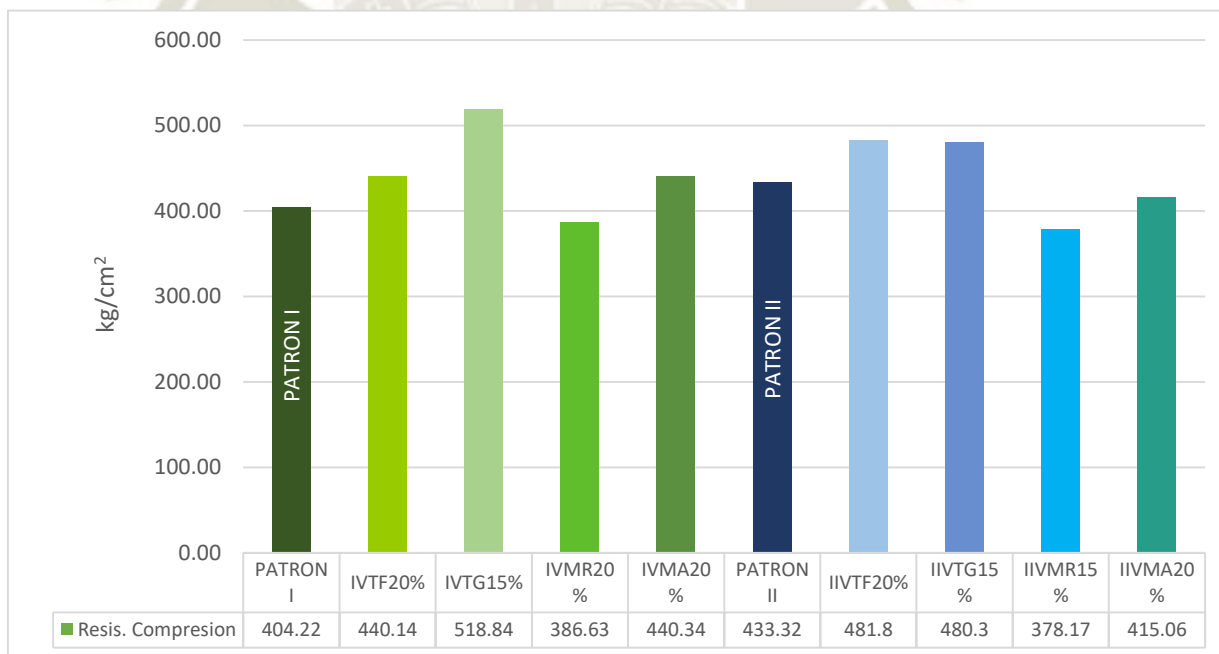
Tabla N° 222 Porcentajes con mejores resultados para cada diseño

CODIGO	Resistencia Compresión		Resistencia a Desgaste	
	% OPTIMO	kg/cm ²	% OPTIMO	cm ³ /50cm ²
IVTF	20	440.14	20	2.60
IVTG	15	518.84	30	2.22
IVMR	20	386.63	25	2.63
IVMA	20	440.34	15	2.01
IIVTF	20	481.80	20	1.81
IIVTG	15	480.30	15	1.19
IIVMR*	15	378.17	15	1.41
IIVMA*	20	415.06	20	1.66

Fuente: Elaboración Propia

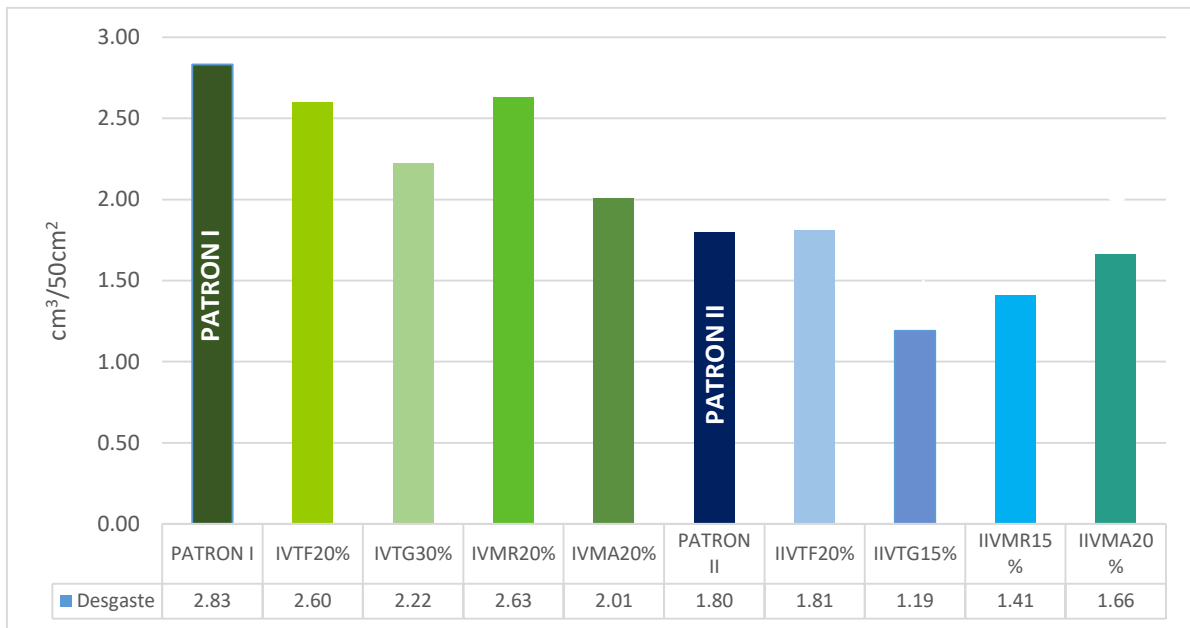
* Dicho diseño obtiene una resistencia menor a la resistencia del diseño

Gráfico N° 62 Comparación de Diseños con Resistencia Optima



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 63 Comparación de Diseños con Resistencia al Desgaste óptimos



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico N° 62 se tiene la comparación de los diseños que obtuvieron una mayor resistencia a compresión y de la gráfica N° 63 los que obtuvieron una mayor resistencia al desgaste, entre Adoquines tipo I y tipo II y de donde se puede decir:

Para los adoquines tipo I:

- El diseño con 20% de Vidrio triturado fino presenta una concordancia con el óptimo de resistencia a compresión y al desgaste.
- El diseño que mayor resistencia a compresión ofrece es IVTG15% y el diseño de IVTG30% que presenta una resistencia al desgaste de 2.2 $\text{cm}^3/50\text{cm}^2$ (gráfica N° 62) pudiendo decir que el diseño óptimo está entre 15% y 30%.
- Para el Vidrio Molido Reemplazo, se puede decir que los diseños óptimos están entre los porcentajes de 20 y 25%, ya que el del 20% presenta una resistencia ideal y el de 25% la menor resistencia al desgaste.
- Para el vidrio Molido Añadido en cuanto a resistencia a compresión el de 20% es el ideal y a su vez presentando una mejor resistencia al desgaste con 15% respecto a los demás diseños, se puede decir que el porcentaje ideal está entre 15% a 20%.

Para los adoquines tipo II:

- Los que presentaron vidrio molido, ya sea en reemplazo o añadido no llegaron a superar la resistencia de diseño ni la que el patrón llegó a alcanzar.
- Los diseños con Vidrio triturado grueso o fino presentan concordancia tanto en su resistencia a compresión y resistencia al desgaste, donde el mejor diseño es aquel que usa vidrio triturado grueso (IIVTG15%) obteniendo la mejor resistencia a compresión y desgaste respecto a los demás.

6.6. Análisis de Costos

Para la estimación del precio de producción de vidrio triturado y molido se plantea realizar la molienda mediante una chancadora de agregados, dicho equipo está ubicado en la carretera Arequipa- Chiguata 34C a 500 m antes del Rio Socabaya, donde se realiza la producción de agregado fino y grueso.

Tabla N° 223 Análisis de Costo Unitario para Habilitación de Vidrio Triturado Fino

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
PARTIDA	Habilitación de vidrio triturado fino					
ESPECIFICACIONES	Chancadora de agregados					
CUADRILLA	0.5 capataz + 2 operarios + 2 peones					
RENDIMIENTO	360	m ³ /día				
DESCRIPCION RECURSO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUBTOTAL
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh	0.5	0.0111	25.2200	0.2802	1.90
OPERARIO	hh	2	0.0444	21.1200	0.9387	
PEON	hh	2	0.0444	15.3400	0.6818	
EQUIPO						
CHANCADORA DE AGREGADOS	hm	1	0.0222	62.5000	1.3889	2.65
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	25.2200	1.2610	
SUB-PARTIDA						
TRANSPORTE MATERIAL	m ³		1.0000	40.0000	40.0000	40.00
COSTO TOTAL S/						44.55

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 224 Análisis de Costo Unitario para Habilitación de Vidrio Triturado Grueso

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO						
PARTIDA	Habilitación de vidrio triturado grueso					
ESPECIFICACIONES	Chancadora de agregados					
CUADRILLA	0.5 Capataz + 2 Operarios + 2 Peones					
RENDIMIENTO	360 m ³ /día					
DESCRIPCION RECURSO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUBTOTAL
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh	0.5	0.0111	25.2200	0.2802	1.90
OPERARIO	hh	2	0.0444	21.1200	0.9387	
PEON	hh	2	0.0444	15.3400	0.6818	
EQUIPO						
CHANCADORA DE AGREGADOS	hm	1	0.0222	62.5000	1.3889	2.65
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	25.2200	1.2610	
SUB-PARTIDA						
TRANSPORTE MATERIAL	m ³		1.0000	40.0000	40.0000	40.00
COSTO TOTAL S/						44.55

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 225 Análisis de Costo Unitario para Habilitación de Vidrio Triturado Molido

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO						
PARTIDA	Habilitación de vidrio triturado molido					
ESPECIFICACIONES	Chancadora de agregados					
CUADRILLA	0.5 Capataz + 2 Operarios + 2 Peones					
RENDIMIENTO	200 m ³ /día					
DESCRIPCION RECURSO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUBTOTAL
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh	0.5	0.0200	25.2200	0.5044	3.42
OPERARIO	hh	2	0.0800	21.1200	1.6896	
PEON	hh	2	0.0800	15.3400	1.2272	
EQUIPO						
CHANCADORA DE AGREGADOS	hm	1	0.0400	62.5000	2.5000	3.76
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	25.2200	1.2610	
SUB-PARTIDA						
TRANSPORTE MATERIAL	m ³		1.0000	40.0000	40.0000	40.00
COSTO TOTAL S/						47.18

Fuente: Elaboración Propia

Con estos datos de producción de vidrio triturado y fino, se procede a calcular el precio unitario por metro cuadrado de adoquín, para los materiales que la componen para cada diseño óptimo

6.6.1. Adoquines Tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla N° 226 Análisis de Costo Unitario para Patrón I

PATRON I					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	0.7011	21.50	15.075	18.46
Agua	l	0.0124	4.55	0.057	
Agregado Fino	m ³	0.0247	40.00	0.990	
Agregado Grueso	m ³	0.0106	51.80	0.549	
Vidrio triturado fino	m ³	0.0000	4.55	0.000	
Aditivo Plastificante	l	0.2105	8.50	1.789	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 227 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión y Desgaste de Vidrio Triturado Fino

IVTF20%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	0.7011	21.50	15.07	18.78
Agua	l	0.0124	4.55	0.06	
Agregado Fino	m ³	0.0249	40.00	1.00	
Agregado Grueso	m ³	0.0106	51.80	0.55	
Vidrio triturado fino	m ³	0.0071	44.55	0.31	
Aditivo Plastificante	l	0.2105	8.50	1.79	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 228 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión de Vidrio Triturado Grueso

IVTG 15%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	0.7011	21.50	15.07	18.45
Agua	l	0.0124	4.55	0.06	
Agregado Fino	m ³	0.0247	40.00	0.99	
Agregado Grueso	m ³	0.0090	51.80	0.47	
Vidrio triturado grueso	m ³	0.0016	44.55	0.07	
Aditivo Plastificante	l	0.2103	8.50	1.79	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 229 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Desgaste de Vidrio Triturado Grueso

IVTG30%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	0.7011	21.50	15.07	18.43
Agua	l	0.0124	4.55	0.06	
Agregado Fino	m ³	0.0247	40.00	0.99	
Agregado Grueso	m ³	0.0074	51.80	0.38	
Vidrio triturado grueso	m ³	0.0032	44.55	0.14	
Aditivo Plastificante	l	0.2103	8.50	1.79	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 230 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión con Vidrio Molido a Reemplazo

IVMR20%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	0.5609	21.50	12.06	21.70
Agua	l	0.0124	4.55	0.06	
Agregado Fino	m ³	0.0247	40.00	0.99	
Agregado Grueso	m ³	0.0106	51.80	0.55	
Calcin	m ³	0.1402	47.18	6.62	
Aditivo Plastificante	l	0.1683	8.50	1.43	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 231 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Desgaste con Vidrio Molido al Reemplazo

IVMR25%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	0.5259	21.50	11.31	22.51
Agua	l	0.0124	4.55	0.06	
Agregado Fino	m ³	0.0247	40.00	0.99	
Agregado Grueso	m ³	0.0106	51.80	0.55	
Calcin	m ³	0.1753	47.18	8.27	
Aditivo Plastificante	l	0.1580	8.50	1.34	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 232 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión con Vidrio Molido Añadido

IVMA15%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	0.7011	21.50	15.07	23.42
Agua	l	0.0124	4.55	0.06	
Agregado Fino	m ³	0.0247	40.00	0.99	
Agregado Grueso	m ³	0.0106	51.80	0.55	
Calcin	m ³	0.1052	47.18	4.96	
Aditivo Plastificante	l	0.2103	8.50	1.79	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 233 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Desgaste con Vidrio Molido Añadido

IVMA20%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	0.7011	21.50	15.07	25.07
Agua	l	0.0124	4.55	0.06	
Agregado Fino	m ³	0.0247	40.00	0.99	
Agregado Grueso	m ³	0.0106	51.80	0.55	
Calcin	m ³	0.1402	47.18	6.62	
Aditivo Plastificante	l	0.2103	8.50	1.79	

Fuente: Elaboración Propia

6.6.2. Adoquines Tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla N° 234 Análisis de Costo Unitario para Patrón II

PATRON II					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	1.1967	21.50	25.73	30.74
Agua	l	0.0166	4.55	0.08	
Agregado Fino	m ³	0.0302	40.00	1.21	
Agregado Grueso	m ³	0.0130	51.80	0.67	
Vidrio triturado fino	m ³	0.0000	4.55	0.00	
Aditivo Plastificante	l	0.3590	8.50	3.05	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 235 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión y Desgaste de Vidrio Triturado Fino

IIVTF20%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	1.1967	21.50	25.73	30.85
Agua	l	0.0166	4.55	0.08	
Agregado Fino	m ³	0.0302	40.00	1.21	
Agregado Grueso	m ³	0.0130	51.80	0.67	
Vidrio triturado fino	m ³	0.0086	4.55	0.04	
Aditivo Plastificante	l	0.3680	8.50	3.13	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 236 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión y Desgaste de Vidrio Triturado Grueso

IIVTG 15%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	1.1967	21.50	25.73	30.72
Agua	l	0.0166	4.55	0.08	
Agregado Fino	m ³	0.0302	40.00	1.21	
Agregado Grueso	m ³	0.0110	51.80	0.57	
Vidrio triturado grueso	m ³	0.0019	44.55	0.09	
Aditivo Plastificante	l	0.3590	8.50	3.05	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 237 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión y Desgaste de Vidrio Molido a Reemplazo

IIVMR15%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	1.0172	21.50	21.87	34.89
Agua	l	0.0166	4.55	0.08	
Agregado Fino	m ³	0.0302	40.00	1.21	
Agregado Grueso	m ³	0.0130	51.80	0.67	
Calcin	m ³	0.1795	47.18	8.47	
Aditivo Plastificante	l	0.3052	8.50	2.59	

Fuente: Elaboración Propia

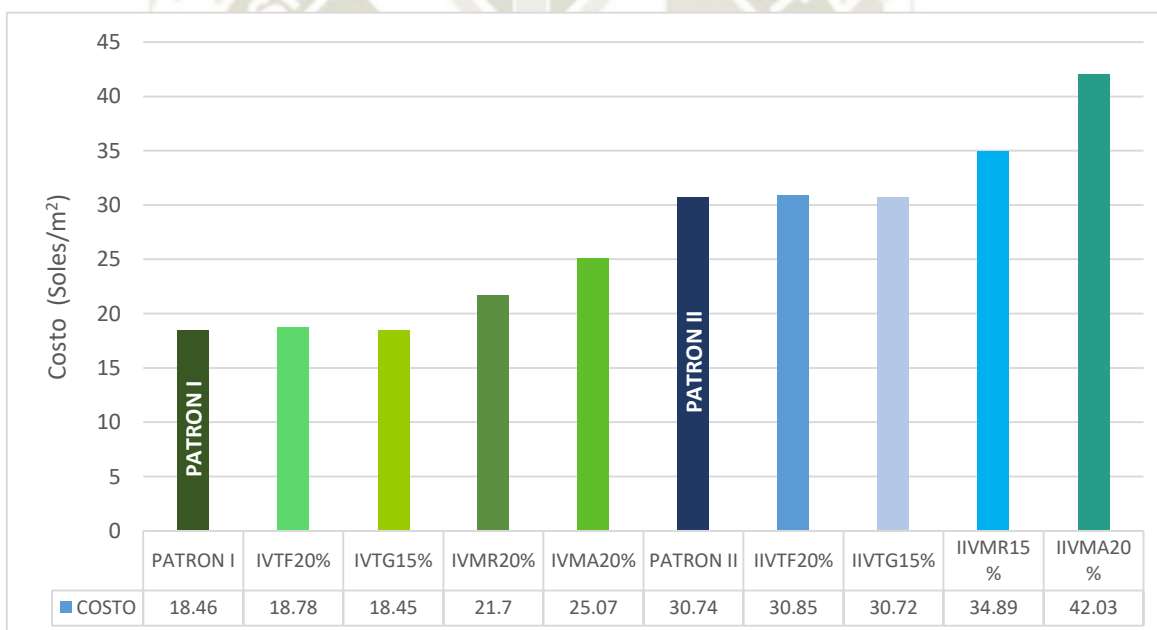
Tabla N° 238 Análisis de Costo Unitario para diseño óptimo en Resistencia a Compresión y Desgaste con Vidrio Molido Añadido

IIVMA20%					
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Soles/m ²	Subtotal Soles/m ²	Costo Total Soles/m ²
Cemento	bl	1.1967	21.50	25.73	42.03
Agua	l	0.0166	4.55	0.08	
Agregado Fino	m ³	0.0302	40.00	1.21	
Agregado Grueso	m ³	0.0130	51.80	0.67	
Calcin	m ³	0.2393	47.18	11.29	
Aditivo Plastificante	l	0.3590	8.50	3.05	

Fuente: Elaboración Propia

6.6.3. Análisis de costos

Gráfico N° 64 Análisis de costo de los diseños óptimos



Fuente: Elaboración Propia

De los análisis de costos unitarios para adoquines tipo I, se puede decir lo siguiente:

De los diseños óptimos, el que tiene menor precio unitario, respecto al adocún Patrón I es el diseño con Vidrio Triturado Grueso, ya que este propone reemplazar al agregado Grueso, por lo cual hay dos opciones, elegir un diseño de acuerdo a su Resistencia a Compresión o elegirlo de acuerdo al Desgaste.

De los análisis de costos unitarios para adoquines tipo II, se puede decir lo siguiente:

De los diseños óptimos, el que tiene menor precio unitario, respecto al adoquín Patrón II es el diseño con Vidrio Triturado Grueso con 15%, ya que este propone reemplazar al agregado Grueso disminuyendo así su costo.

6.7. Costo – Beneficios

Tabla N° 239 Medición de Beneficio de la Resistencia a Compresión , Resistencia a Desgaste y Costos

CODIGO	R. Compresión (kg/cm ²)	% de Beneficio *	R. al Desgaste (cm ³ /50cm ²)	% de Beneficio **	Costo (soles/m ²)	% de Beneficio ***
PATRON I	404.22	126.3%	2.83	100.0%	18.46	100.0%
IVTF20%	440.14	137.5%	2.60	109.0%	18.78	98.3%
IVTG15%	518.84	162.1%	2.22	127.6%	18.45	100.1%
IVMR20%	386.63	120.8%	2.63	107.7%	21.70	85.1%
IVMA20%	440.34	137.6%	2.01	140.9%	25.07	73.6%
PATRON II	433.32	103.2%	1.80	100.0%	30.74	100.0%
IIVTF20%	481.80	114.7%	1.81	99.2%	30.85	99.6%
IIVTG15%	480.30	114.4%	1.19	151.0%	30.72	100.1%
IIVMR15%	378.17	90.0%	1.41	127.4%	34.89	88.1%
IIVMA20%	415.06	98.8%	1.66	108.2%	42.03	73.1%

Fuente: Elaboración Propia

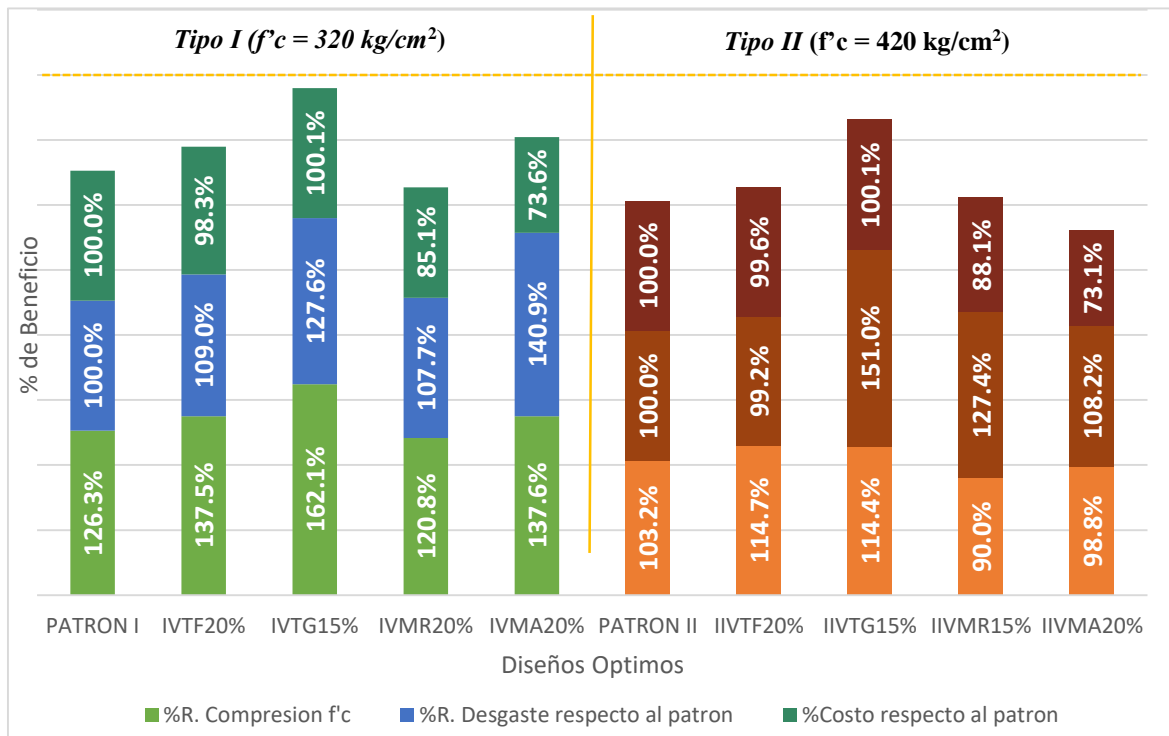
De la tabla N° 239 se hace un cálculo del beneficio para cada aspecto, en donde para poder interpretar se debe tener en consideración que:

* % de Beneficio para resistencia a compresión, se compara con el $f'c$ respectivo al tipo de adoquín. Donde para mayor resistencia a compresión **mayor** es el beneficio.

** % de Beneficio para resistencia a desgaste, se compara con el valor obtenido para el diseño patrón de cada tipo de adoquín respectivamente. Donde para mayor resistencia al desgaste **mayor** es el beneficio.

*** % de Beneficio para costo, se compara con el costo obtenido para el patrón respectivo al tipo de adoquín. Donde para menor costo, **mayor** es el beneficio.

Gráfico N° 65 Análisis de Beneficios de Resistencia a Compresión, Resistencia a Desgaste y Costo



Fuente: Elaboración Propia

Por lo cual para la gráfica N° 65 se puede observar los diseños óptimos seleccionados el escenario con mayor beneficio para los adoquines Tipo I es el que propone reemplazar el agregado grueso por vidrio triturado grueso en un porcentaje de 15% y para los adoquines Tipo II el más beneficioso es el que propone reemplazar el agregado grueso por vidrio triturado grueso en un porcentaje de 15%.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

1. La presencia del vidrio en los adoquines de concreto llega a tener una influencia positiva en diversos casos, así podemos afirmar que se presentan mayores beneficios en aquellos adoquines de Tipo I, donde mejora tanto en resistencia a compresión y al desgaste, pudiendo además añadir, que parte de estas mejoras vienen dadas por su espesor (6 cm). Para los adoquines Tipo II (8cm) solo se ve positivamente influenciado cuando se trabaja con el vidrio triturado, por lo cual se afirma que el vidrio molido solo ayuda a mejorar su resistencia al desgaste y apariencia.
2. Para el manejo del vidrio las medidas de seguridad tomadas fueron necesarias para evitar daños ante su manipulación para la trituración, así mismo, luego de su proceso de trituración y su selección en sus diversos tamaños propuestos, el vidrio se vuelve palpable, sin presentar mayores complicaciones en su adición a la mezcla o sus ensayos respectivos.
3. Se realizó los diseños de mezcla para los adoquines siguiendo las metodologías de diseño de ACI, Walker, Modulo de Fineza y Vitervo O'Reilly; de las cuales se determinó que la dosificación óptima para la elaboración de adoquines tipo I y II para resistencias de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, es el método de diseño Vitervo O'Reilly donde se determina una relación porcentual de agregado fino y grueso de 70% y 30% respectivamente, que proporciona las características deseadas en un adoquín de concreto.
4. Luego de haberse realizado los ensayos se pudo determinar que la relación agua-cemento para los adoquines tipo I se mantiene constante para los casos de adición de vidrio triturado fino, vidrio triturado grueso reemplazo del agregado grueso y vidrio molido adicionado; para el caso de reemplazo del cemento por vidrio molido (Calcin), se ve que la relación agua-cemento (a/c) varía de 0.40 hasta 0.57 aun así no llegando a mostrar una deficiencia en su resistencia de diseño, solo llegando a alcanzar como valor máximo de resistencia de 20.82% adicional a la resistencia de diseño para una relación agua-cemento de 0.50 para 20% de vidrio molido. Para los adoquines de Tipo II, el reemplazo del cemento por vidrio molido llega a una relación agua-cemento (a/c) que varía de 0.31 a 0.45 donde para una relación agua-cemento de 0.37 alcanzo la mayor resistencia con un 15% de vidrio molido, con la diferencia que no alcanza la resistencia de diseño.

5. Los resultados de los ensayos nos ayudan a comparar los diseños óptimos pudiendo compararlos de la siguiente manera:

EN CUANTO A TOLERANCIA DIMENSIONAL:

Para ambos tipos de adoquines la parte de tolerancia dimensional en cuanto al espesor no superan el rango permisible que indica la norma peruana; así mismo en cuanto al ancho y largo de los adoquines, se ve que sufren una variación considerable y es aceptable por las dimensiones del molde que se utilizó y por el desmolde artesanal que se realiza.

EN CUANTO A LA DENSIDAD:

Del análisis se puede observar que la presencia de vidrio en los adoquines (Tipo I y Tipo II) ya sea triturado o molido, no afecta de manera considerable la densidad de estos, siendo así considerado adoquines de concreto normal.

EN CUANTO A ABSORCIÓN:

- **Para el adoquín tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)**

Los valores de absorción para este tipo de adoquines están en su mayoría dentro del 6% permitido por la norma, pudiendo afirmar que la presencia del vidrio ayuda que la compactación de los adoquines se 6cm de espesor (Tipo I) sea aceptable.

- **Para el adoquín tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)**

Para los adoquines de 8cm de espesor (Tipo II) se presentan mejoras significativas en cuanto a la absorción sin embargo para cuando se le reemplaza el agregado grueso por vidrio triturado grueso, este presenta mayor absorción siendo los únicos adoquines que salen del rango permitido por la norma, así mismo asociamos este fallo a la forma de compactación que se realiza siendo más trabajoso por ser de mayor espesor.

EN CUANTO A RESISTENCIA A COMPRESIÓN:

- **Para el adoquín tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)**

La adición de vidrio triturado fino en un 20%, incrementa la resistencia a compresión del adoquín tipo I en un 8.89 % respecto al adoquín patrón ($f'c = 404.22 \text{ kg/cm}^2$).

La adición de vidrio triturado grueso en un 15% en reemplazo del agregado grueso incrementa la resistencia a compresión del adoquín tipo I en un 28.36 % respecto al adoquín patrón ($f'c = 404.22 \text{ kg/cm}^2$).

La adición de vidrio molido en un 20% en reemplazo del cemento, disminuye la resistencia a compresión del adoquín tipo I en un 4.35% respecto al adoquín patrón ($f'c = 404.22 \text{ kg/cm}^2$).

La adición de vidrio molido en un 20% añadido, incrementa la resistencia a compresión del adoquín tipo I en un 8.94% respecto al adoquín patrón ($f'c = 404.22 \text{ kg/cm}^2$).

- **Para el adoquín tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)**

La adición de vidrio triturado fino en un 20%, incrementa la resistencia a compresión del adoquín tipo II en un 11.19 % respecto al adoquín patrón ($f'c = 433.32 \text{ kg/cm}^2$).

La adición de vidrio triturado grueso en un 15% en reemplazo del agregado grueso incrementa la resistencia a compresión del adoquín tipo II en un 10.84% respecto al adoquín patrón ($f'c = 433.32 \text{ kg/cm}^2$).

La adición de vidrio molido en un 15% en reemplazo del cemento, disminuye la resistencia a compresión del adoquín tipo II en un 12.73% respecto al adoquín patrón ($f'c = 433.32 \text{ kg/cm}^2$).

La adición de vidrio molido en un 20% añadido, disminuye la resistencia a compresión del adoquín tipo II en un 4.21% respecto al adoquín patrón ($f'c = 433.32 \text{ kg/cm}^2$).

EN CUANTO A LA RESISTENCIA AL DESGASTE:

- **Para el adoquín tipo I ($f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$)**

La adición de vidrio triturado fino en un 20%, incrementa la resistencia al desgaste del adoquín tipo I haciendo disminuir su desgaste un 8.13 % respecto al adoquín patrón ($C_A = 2.83 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$).

La adición de vidrio triturado grueso en un 30% en reemplazo del agregado grueso incrementa la resistencia al desgaste del adoquín tipo I haciendo disminuir su desgaste un 21.56% respecto al adoquín patrón ($C_A = 2.83 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$).

La adición de vidrio molido en un 25% en reemplazo del cemento, aumenta la resistencia al desgaste del adoquín tipo I haciendo disminuir su desgaste en un 7.07% respecto al adoquín patrón ($C_A = 2.83 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$).

La adición de vidrio molido en un 15% añadido, incrementa la resistencia al desgaste del adoquín tipo I haciendo disminuir su desgaste en un 28.98% respecto al adoquín patrón ($C_A = 2.83 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$).

- **Para el adoquín tipo II ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$)**

La adición de vidrio triturado fino en un 20%, disminuye la resistencia al desgaste del adoquín tipo II haciendo incrementar su desgaste en un 0.56 % respecto al adoquín patrón ($C_A = 1.80 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$).

La adición de vidrio triturado grueso en un 15% en reemplazo del agregado grueso incrementa la resistencia al desgaste del adoquín tipo II haciendo disminuir su desgaste en un 33.89% respecto al adoquín patrón ($C_A = 1.80 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$).

La adición de vidrio molido en un 15% en reemplazo del cemento, aumenta la resistencia al desgaste del adoquín tipo II haciendo disminuir su desgaste en un 21.67% respecto al adoquín patrón ($C_A = 1.80 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$).

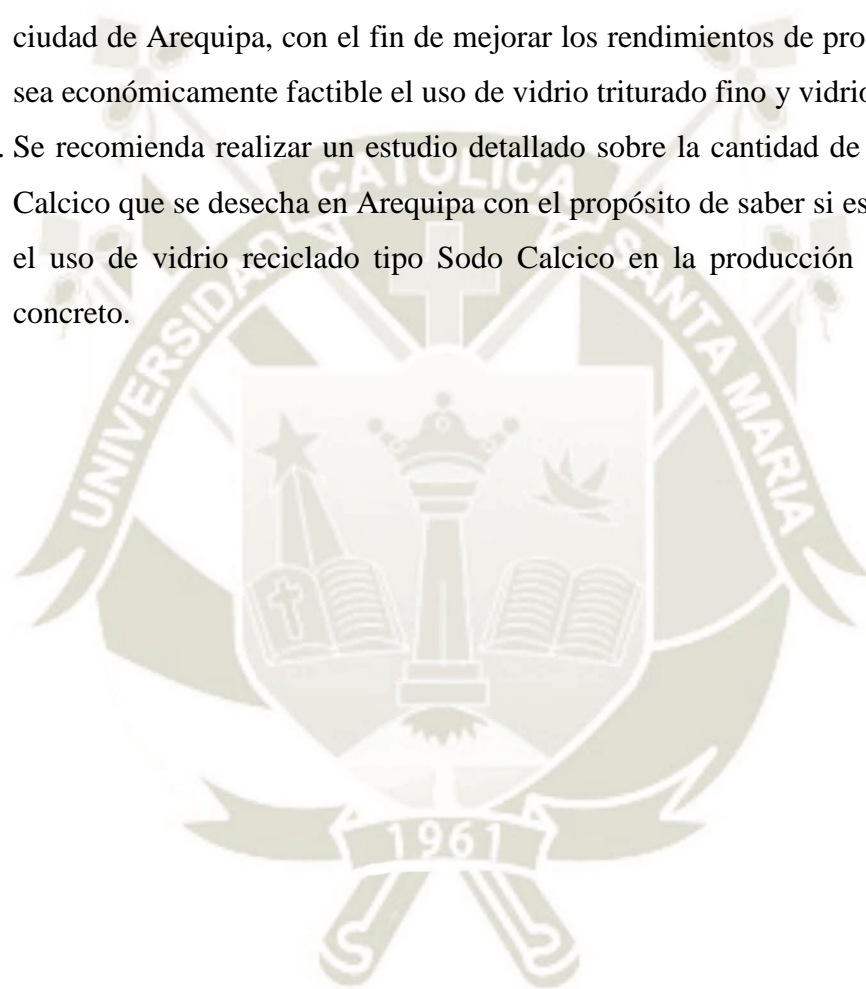
La adición de vidrio molido en un 20% añadido, aumenta la resistencia al desgaste del adoquín tipo II haciendo disminuir su desgaste en un 7.78% respecto al adoquín patrón ($C_A = 1.80 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$).

6. De las comparaciones realizadas se puede concluir que, para los Adoquines Tipo I el diseño más óptimo mejorando su Resistencia a Compresión es el Vidrio Triturado Grueso al 15%, y el Vidrio Molido 20% adicionado alcanzando la mejor resistencia al desgaste; para los Adoquines Tipo II tanto la adición de Vidrio triturado fino 20% y vidrio triturado grueso 15%, con ambos podemos obtener buenas resistencias, pero solo con vidrio triturado grueso al 15% obtenemos la mejor resistencia al desgaste y un costo menor.
7. Del ensayo Alkali-Silice del vidrio triturado, se determinó que la sílice presente en el vidrio triturado no es reactivo con los álcalis del cemento para una relación agua/cemento de 0.47 que establece la norma, presentando una expansión a los 14 días de 0.019%, menor que 0.10%, lo cual indica que es inocuo. Así también se determinó, que el agregado fino no es reactivo, teniendo una expansión a 14 días de 0.065%, menor que 0.10% que establece la norma, considerándolo como inocuo.
Del análisis de los efectos del vidrio Molido (Calcin) como material cementicio sobre la reactividad Alkali-Silice, se determinó que el vidrio molido controla la expansión para el agregado fino usado, presentado una reducción en su expansión a 14 días de 0.065% a 0.032% haciéndolo reducir un 49.23% para un 20% de adición de vidrio molido. Ambas expansiones están por debajo de 0.10%, considerándose como inocuo, por lo cual se puede concluir que el vidrio molido inhibe la reacción Alkali-Silice al ser adicionado en un 20% en base al peso del cemento.
8. Del análisis de costos y beneficio se determina que usar vidrio triturado grueso resulta más beneficioso, para el adoquín tipo I brinda una reducción de costos de 0.054% cuando se usa 15% de vidrio triturado grueso para mejorar su resistencia, y cuando se quiere mejorar el desgaste genera una reducción de costos de 0.16% cuando se usa 30% de vidrio triturado grueso, ambos diseños superan la resistencia a compresión y desgaste del adoquín patrón, por lo tanto se ve por conveniente usar este último.
Del mismo modo, para el adoquín tipo II, usar vidrio triturado grueso resulta más beneficioso que vidrio triturado fino, ya que reemplaza el agregado grueso en un 15% con vidrio triturado generando una reducción de 0.07% del costo de materiales.

7.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda usar agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/8" o inferiores para la elaboración de adoquines de concreto y agregado fino que cumpla con los requisitos que establece la norma.
2. Se recomienda usar aditivo plastificante en el diseño de mezcla de adoquines de concreto con el fin de mejorar su trabajabilidad.
3. Se recomienda que el mezclado del concreto de adoquines se realice por medio de una mezcladora de paletas horizontales o de forma manual que se asemeje a dicha forma. Debido a que una mezcladora a gravedad, ocasiona que se forme bolas de concreto dificultando el moldeado y compactación del concreto generando un mayor incremento de vacíos.
4. Se puede usar la mezcladora de gravedad si se desea plantear adoquines permeables.
5. Es recomendable que para realizar una mezcla de concreto para adoquines, la relación de agregados entre fino y grueso, sea la que presente mayor cantidad de agregados finos y menor cantidad de vacíos
6. Se recomienda que las medidas del molde para los adoquines sean menores a las dimensiones deseadas, para que cuando el concreto se expanda no afecte notablemente los requisitos de la norma.
7. Se recomienda realizar una inspección visual al patrón de rotura del adoquín, que nos indica si el compactado se está realizando de forma correcta o no.
8. Para la elaboración manual de adoquines de concreto, en la fase de moldeado y compactado manual, se recomienda que el tiempo de moldeado no debe exceder más de 8 minutos debido a que la mezcla tiende a volverse menos trabajable y no compactar más de 40 veces, debido a que el concreto empieza a exudar.
9. En el presente trabajo se planteó realizar el reemplazo de agregado grueso con vidrio triturado grueso en porcentajes de 15% 30% y 45%, por lo cual es recomendable proponer más porcentajes y hacer un estudio donde se pueda utilizar el vidrio como agregado en los concretos de uso estructural.
10. Se recomienda tener en cuenta la diferencia entre las unidades de kgf y kg, ya que para las normas (NTP) trabaja en Sistema Internacional (SI) y permite el uso de kg para las unidades de fuerza generando confusiones al momento de diferencias los valores.

11. Se debe tener mucho cuidado en la preparación de la solución de hidróxido de Sodio, ya que tiene un comportamiento más potente que la lejía, se recomienda usar guantes de goma, lentes de seguridad y mascarilla.
12. Se recomienda realizar una investigación sobre la inhibición de la reactividad Alkali Silice del vidrio molido sobre agregados reactivos en la ciudad de Arequipa aplicados en el uso de adoquines a fin de validar su importancia.
13. Se recomienda investigar sobre el proceso de molienda y trituración del vidrio en la ciudad de Arequipa, con el fin de mejorar los rendimientos de producción para que sea económicamente factible el uso de vidrio triturado fino y vidrio molido.
14. Se recomienda realizar un estudio detallado sobre la cantidad de vidrio tipo Sodo Calcico que se desecha en Arequipa con el propósito de saber si es factible plantear el uso de vidrio reciclado tipo Sodo Calcico en la producción de adoquines de concreto.



REFERENCIAS

- COGUANOR. (2012). NTG 41010 h14 Método de ensayo. Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice en los agregados. Método de la barra de motero. Guatemala.
- COGUANOR. (2012). NTG 41010 h15 Método de ensayo. Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice de combinaciones de materiales cementantes y agregados- (Método acelerado de la barra de mortero). Guatemala.
- COGUANOR. (2013). NTG 41002 Práctica para la mezcla mecánica de pastas de cemento hidráulico y morteros de consistencia plástica. Guatemala.
- Comite Especializado de la Norma Técnica E0.40 VIDRIO. (2009). *NORMA TECNICA E 0.40*. Lima, Perú: Grafica Bendezu.
- Dirección de Normalización - INACAL. (25 de Diciembre de 2015). NTP 399.611:2010 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Lima, Perú: © INACAL 2015.
- Echaveguren Navarro, T. (2013). *Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón*. Chile: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile.
- Fernández Cánovas, M. (1993). *HORMIGON: Reacción álcalis-agregado. 3ra*. Madrid, España: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- GAVIRA VALLEJO, J. M. (04 de Febrero de 2013). *Triplenlace*. Recuperado el 18 de marzo de 2019, de Triplenlace: <https://tripenlace.com/2013/02/04/quimica-del-vidrio/>
- INACAL. (2002). NTP 399.604. UNIDADES DE ALBALIÑERIA. Metodos de muestreo y ensayo de unidades de albalíñeria de concreto. Lima, Perú.
- INACAL. (2006). NTP 399.625. UNIDADES DE ALBALIÑERIA. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la abrasion de adoquines de concreto mediante chorro de arena. Lima, Perú.
- INACAL. (2011). NTP 400.010. AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras . Lima, Perú.
- INACAL. (2011). NTP 400.017 AGREGADOS. MétodoMétodo de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los

vacíos en los agregados. 3a. Edición. Lima, Perú: Direccion de Normalizacion- INACAL.

INACAL. (26 de diciembre de 2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3a Edición. 3º. Lima, Perú: Direccion Normalizadora - INACAL.

INACAL. (2013). NTP 339.184. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 2ª Edición . Lima, Perú.

INACAL. (2013). NTP 339.185 AGREGADOS. Metodo de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2ª Edicion. Lima, Perú.

INACAL. (2013). NTP 400. 021 AGREGADOS.Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3a Edición . Lima, Perú: Direccion de Normalizacion - INACAL.

INACAL. (2013). NTP 400.012. AGREGADOS. Analisis granulometrico del agregado fino, grueso, y global. 3ª Edicion. Lima, Perú.

INACAL. (2013). NTP 400.021. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3a Edición . Lima, Perú.

INACAL. (2013). NTP 400.022. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3a Edición . Lima, Perú.

INACAL. (2014). NTP 339.088. CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland. Requisitos. 3ª Edición . Lima, Perú.

INACAL. (2014). NTP 400.019 AGREGADOS. Metodo de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la degradacion en agregados gruesos de tamaños menores por abrasion e impacto en la maquina de Los Angeles. Lima, Perú.

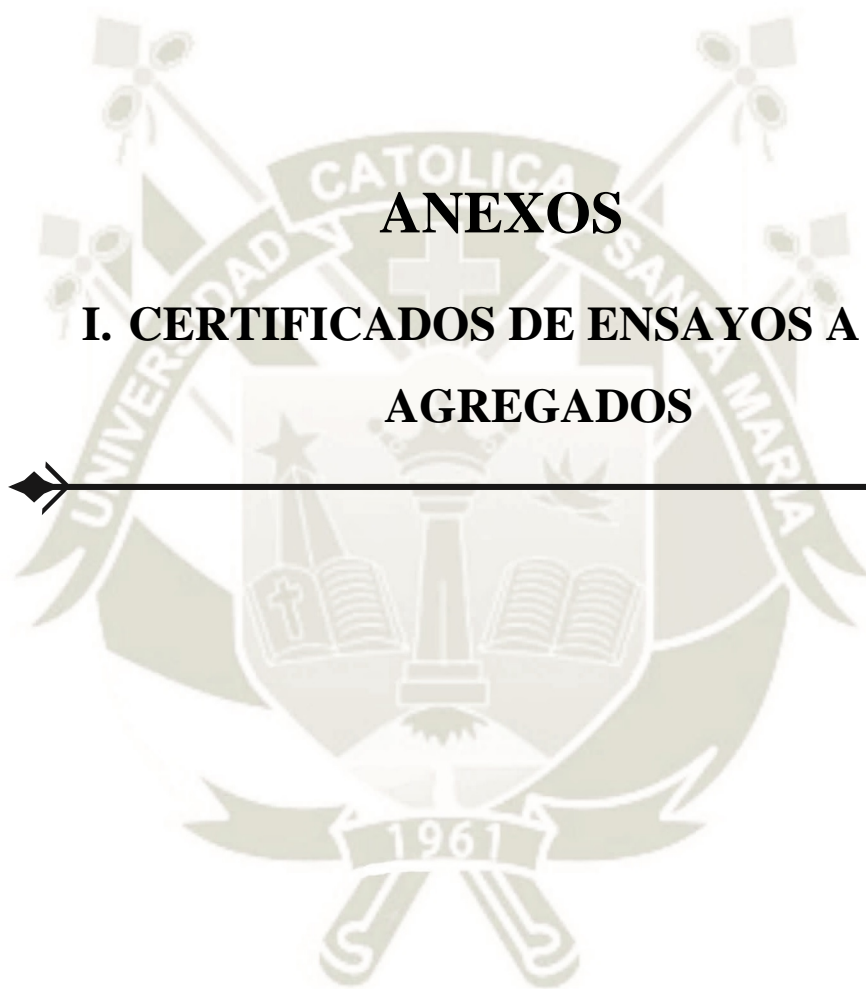
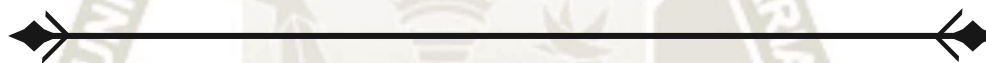
INACAL. (2015). NTP 334.088. CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto. Especificaciones. 3ª Edición. Lima, Perú.

- INACAL. (2015). NTP 339.035. CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. *4a. Edición*. Lima, Perú.
- INACAL. (2016). NTP 334.090. CEMENTOS. Cemento Pórtland adicionados. Requisitos. Lima, Perú.
- INACAL. (2017). NTP 399.611. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. *3ª Edicion*. Lima, Perú.
- INACAL. (2018). NTP 400.037 AGREGADOS. Agregados para Concretos. Requisitos *4ª Edicion*. Lima, Perú: INACAL.
- INACAL. (2019). NTP 339.046. CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. (3a Edición ed.). Lima, Perú.
- Ing. Abanto Castillo, F. (2013). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. Lima, Perú: Editorial San Marcos EIRL.
- Ing. Castillo Anyosa, B. (Mayo de 2015). IPERC IDENTIFICACION DE PELIGROS, EVALUACION Y CONTROL DE RIESGOS. Perú.
- Ing. Rivva López, E. (2012). *CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA*. Lima, Perú: Fondo Editorial IVG .
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (INCOTEC). (2009). METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA REACTIVIDAD POTENCIAL A LOS ALCALIS DE MEZCLAS DE CEMENTO-AGREGADO (MÉTODO DE LA BARRA DE MORTERO). Bogotá.
- Instituto Nacional de Vias de Colombia. (2012). Especificaciones de Vias. Colombia.
- Lopez Larrea, M. J., & Pinedo Bustamante, M. A. (2015). “MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CEMENTO PARA PAVIMENTACION, ADICIONANDO ESCORIA DE HORNO ELÉCTRICO EN SU PROCESO DE FABRICACIÓN - NUEVO CHIMBOTE - 2015”. Nuevo Chimbote, Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA.
- Montejo, A. (1998). *Ingenieria de Pavimentos para carreteras*. Bogota D.C: Universidad Catolica de Colombia.

- Morales Ortega, L. (2017). *EL VIDRIO EN LA EDIFICACIÓN*. BARCELONA: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUNYA.
- O'Reilly Díaz, V. (1993). *Métodos para la dosificación del concreto*. Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Poveda, R., Granja, V., Hidalgo, D., & Ávila, C. (Febrero de 2015). Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al. *Revista Politécnica*, 35.
- Poveda, R., Granja, V., Hidalgo, D., & Ávila, C. (2015). Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A. *Revista Politécnica*, 35 Nro 3.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (2018). *REAL ACADEMIA ESPAÑOLA*. Recuperado el 2019, de <https://dle.rae.es/?id=bn6yPzk>
- Rivva Lopez, E. (2013). *DISEÑO DE MEZCLAS*. Lima, Perú: Imprenta "Wiliams" EIRL.
- Rodriguez, M., & Ruiz, M. (2016). Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. *Revista facultad de ciencias exactas, fisicas y naturales*, 3 no.2.
- Rodríguez, M., & Ruiz, M. (Septiembre de 2016). Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. *REVISTA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES*, 3.
- Rondón, H. A. (2009). *Pavimentos: Serie guías: 1 Fundamentos*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- SEGTEC VIDRIO. (2016). *SEGTEC VIDRIO*. Recuperado el 19 de marzo de 2019, de <http://www.segtecvidrio.com/vidrio-reciclado-proceso-usos/>
- Walhoff Tello, G. M. (2017). Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricacion, comparado con el concreto convencional. Barranca, Perú.

ANEXOS

I. CERTIFICADOS DE ENSAYOS A LOS AGREGADOS



LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

**NTP
400.012
NTP
400.037**

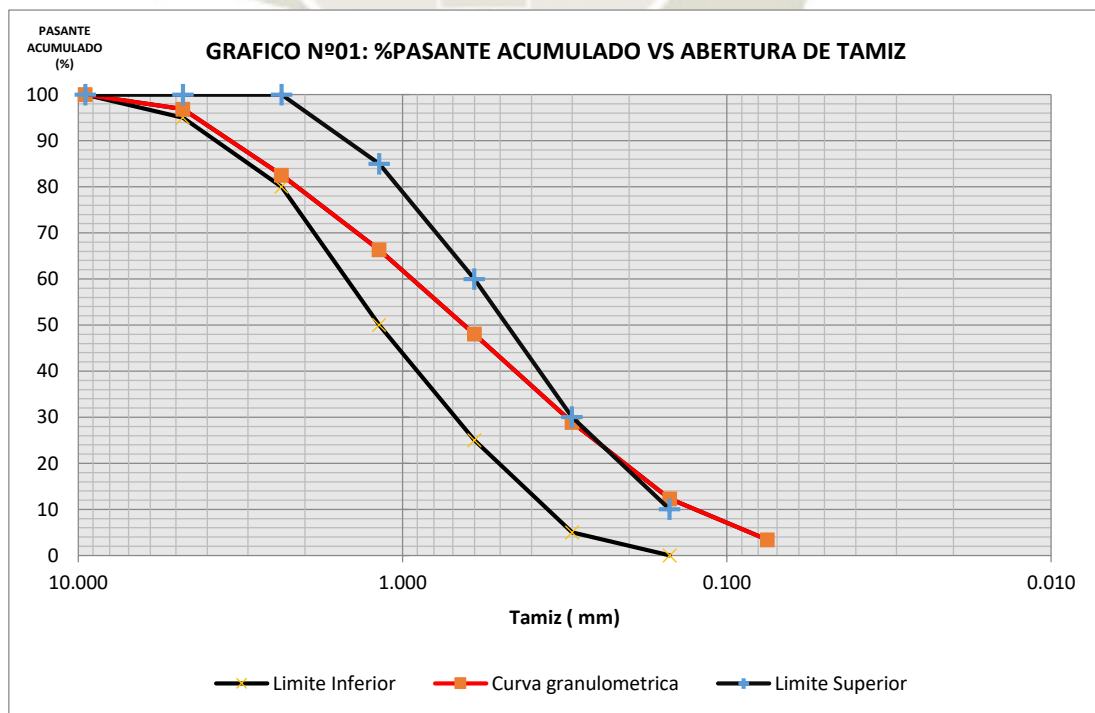
Nº de ensayo
001

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo

Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Procedencia: Cantera de "Chiguata", Arequipa

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						PESO INICIAL (g) :	
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO INICIAL (g) :	500
Nº4	4.750	15.75	3.2	3.2	96.8	MASA PERDIDA (%) :	0.28%
Nº8	2.360	71.33	14.3	17.5	82.5	MOD. FINEZA	2.65
Nº16	1.180	80.93	16.2	33.7	66.3	NOTA: El cálculo del módulo de fineza se hizo usando el peso retenido acumulado de los tamices: 3/8" (9.5 mm), Nº4 (4.75 mm), Nº8 (2.36 mm), Nº16 (1.18 mm), Nº30 (0.6 mm), Nº50 (0.3 mm) y Nº100 (0.150 mm); dividido entre 100.	
Nº30	0.600	91.01	18.3	51.9	48.1		
Nº50	0.300	95.48	19.1	71.1	28.9		
Nº100	0.150	82.70	16.6	87.7	12.3		
Nº200	0.075	44.35	8.9	96.6	3.4	OBSERVACIONES: El material pasante de la malla Nº200 es de 3.4% menor al 5% permitido por la norma	
FONDO	-	17.07	3.4	100.0	0.0		
PESO TOTAL		498.62	100.00				



LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA



VALOR DE AZUL DE METILENO DE LA FRACCION QUE PASA EL TAMIZ DE 75 μ m (Nro. 200) **INV E-235-13**

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia

Pilco Soto, Valentin Gustavo

Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Procedencia: Cantera de "Chiguata" , Arequipa

N° de
ensayo
002

	MUESTRA DE AGREGADO FINO	MUESTRA 1	FORMACION DE AUREOLA	DESEMPEÑO ANTICIPADO
M	Peso de la muestra. (g)	30	NO	Excelente
V	Volumen de azul de metileno. (ml)	5		
V	Volumen de azul de metileno. (ml)	5	SI	
V	Volumen de azul de metileno Total. (ml)	10		
VA	Valor de azul de metileno (mg/g)	3.3		

	MUESTRA DE AGREGADO FINO	MUESTRA 1	FORMACION DE AUREOLA	DESEMPEÑO ANTICIPADO
M	Peso de la muestra. (g)	30	NO	Excelente
V	Volumen de azul de metileno. (ml)	5		
V	Volumen de azul de metileno. (ml)	5	SI	
V	Volumen de azul de metileno Total. (ml)	10		
VA	Valor de azul de metileno (mg/g)	3.3		

Nota: Si "VA" es menor e igual a 6, el desempeño anticipado es "excelente"

Si "VA" esta entre 7 a 12, desempeño anticipado es "maginalmete aceptable"

Si "VA" esta entre 13 a 19, desempeño anticipado es "Problemas/Posible Falla"

Si "VA" es menormayor a 20, el desempeño anticipado es "Fallado"

LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA



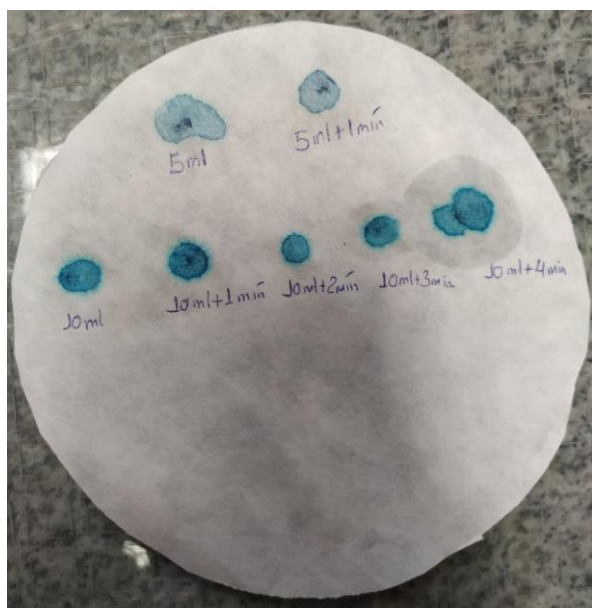
**VALOR DE AZUL DE METILENO DE LA FRACCION
QUE PASA EL TAMIZ DE 75 μ m (Nro. 200)**

**INV E-
235-13**

Tesistas:

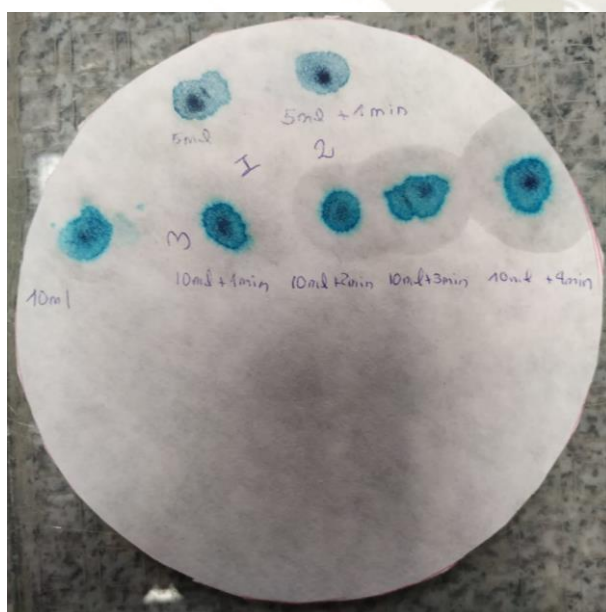
Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo

Nº de
ensayo 002



Muestra 1.

Valor Azul de Metileno: 3.3 mg/g.
Desempeño anticipado: Excelente.



Muestra 2.

Valor Azul de Metileno: 3.3 mg/g.
Desempeño anticipado: Excelente.

LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA



ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

NTP
400.012
NTP
400.037

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia

N° de ensayo
003

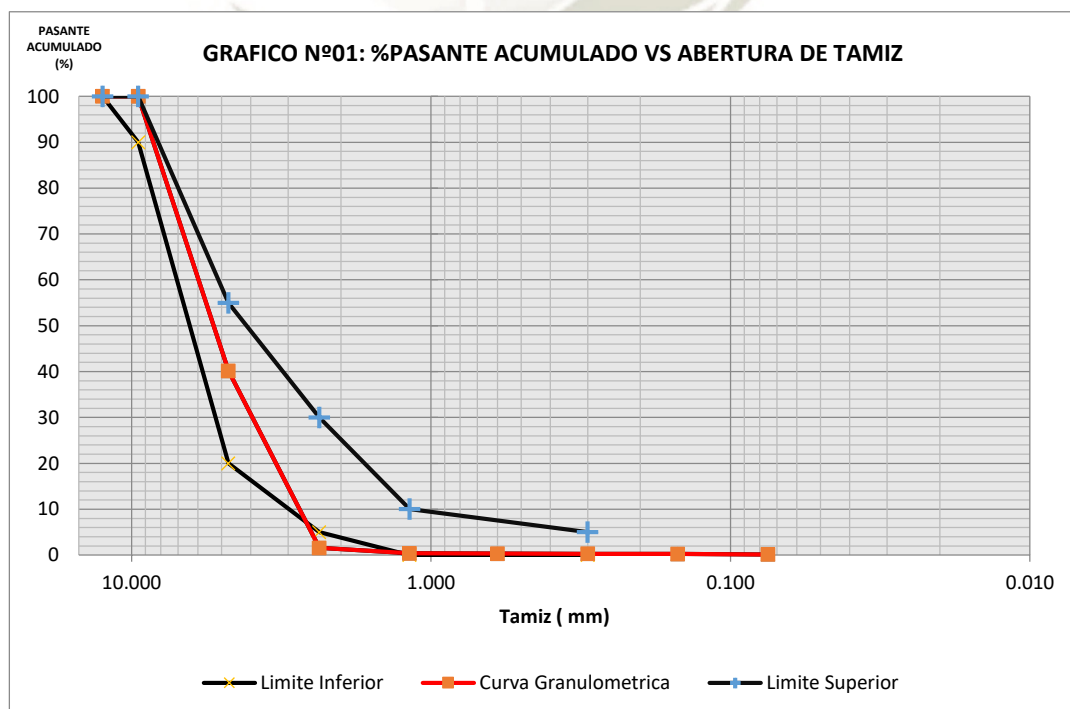
Tesis Titulada:

Pilco Soto, Valentin Gustavo
"DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE
VIDRIO TIPO
SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS
PROPIEDADES
MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II
PARA
PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Procedencia:

Cantera de "La Poderosa" , Arequipa

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
						PESO INICIAL (g) :		TIPO DE USO:	
1/2"	12.5	0.00	0.0	0.0	100.0	1000		MASA PERDIDA (%) :	
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	89		MOD. FINEZA:	
N°4	4.750	597.50	59.8	59.8	40.2	5.57	TMN:	3/8"	
N°8	2.360	385.50	38.6	98.4	1.6	NOTA: El cálculo del módulo de fineza se hizo usando el peso retenido acumulado de los tamices: 1 1/2" (37.5 mm), 3/4" (19.0mm), 3/8"(9.5 mm), N°4 (4.75 mm), N°8 (2.36 mm), N°16 (1.18 mm), N°30 (0.6 mm), N°50 (0.3 mm) y N°100 (0.150 mm); dividido entre 100.			
N°16	1.180	12.00	1.2	99.6	0.4				
N°30	0.600	0.50	0.1	99.7	0.3				
N°50	0.300	0.50	0.1	99.7	0.3				
N°100	0.150	0.50	0.1	99.8	0.2	OBSERVACIONES: El material pasante de la malla N°200 es de 0.1% menor al 1% permitido por la norma			
N°200	0.075	1.00	0.1	99.9	0.1				
FONDO	-	1.30	0.1	100.0	0.0				
PESO TOTAL		998.80	100.00						





LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL VIDRIO TRITURADO

NTP 400.012
NTP 400.037

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo

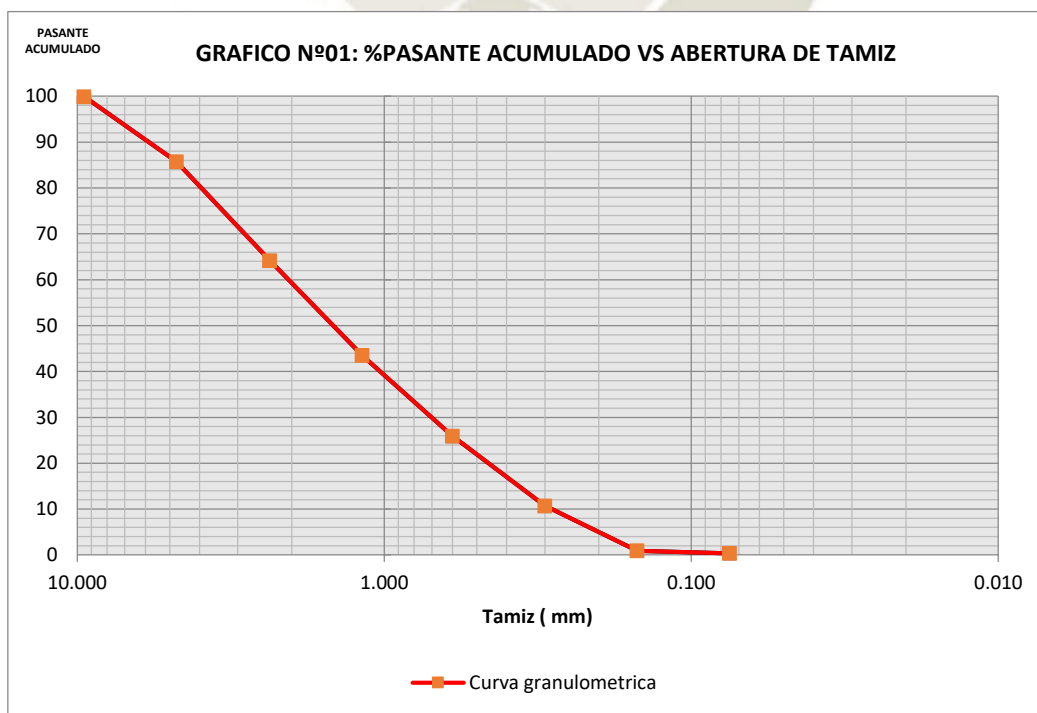
N° de ensayo 004

Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Tipo de material: Vidrio Triturado Fino tipo Sodo Calcico

Procedencia: Vidrieria FUKURAWA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						PESO INICIAL (g) :	
3/8"	9.500	2.33	0.1	0.1	99.9	MASA PERDIDA (%) :	2500 0.03%
N°4	4.750	356.42	14.3	14.3	85.7	MOD. FINEZA	3.69
N°8	2.360	538.55	21.5	35.8	64.2	NOTA: El cálculo del modulo de fineza se hizo usando el peso retenido acumulado de los tamices: 3/8"(9.5 mm), N°4 (4.75 mm), N°8 (2.36 mm),N°16 (1.18 mm), N°30 (0.6 mm), N°50 (0.3 mm) y N°100 (0.150 mm); dividido entre 100.	
N°16	1.180	517.41	20.7	56.5	43.5		
N°30	0.600	438.33	17.5	74.0	26.0		
N°50	0.300	380.90	15.2	89.3	10.7		
N°100	0.150	244.89	9.8	99.1	0.9	OBSERVACIONES:	
N°200	0.075	14.15	0.6	99.7	0.3		
FOND O	-	6.33	0.3	99.9	0.1		
PESO TOTAL		2499.31	100.00				





LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL
AGREGADO VIDRIO TRITURADO FINO**

**NTP 400.012
NTP 400.037**

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo

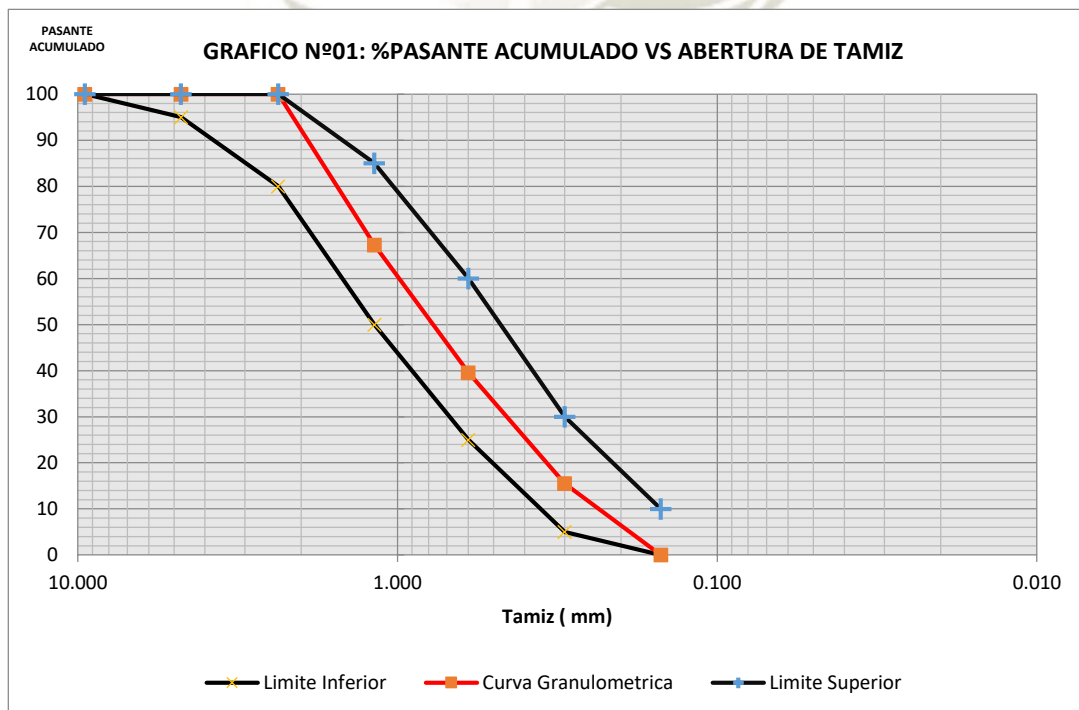
N° de ensayo 005

Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Tipo de material: Vidrio Triturado Fino tipo Sodo Calcico

Procedencia: Vidrieria FUKURAWA

TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENID O (g)	PARCIAL RETENID O (%)	RETENIDO ACUMULAD O (%)	% PASANT E	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						PESO INICIAL (g) :	
						1581.53	
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	MASA PERDIDA (%) :	0.00%
N°4	4.750	0.00	0.0	0.0	100.0	MOD. FINEZA	2.78
N°8	2.360	0.00	0.0	0.0	100.0	NOTA: El cálculo del módulo de fineza se hizo usando el peso retenido acumulado de los tamices: 3/8" (9.5 mm), N°4 (4.75 mm), N°8 (2.36 mm), N°16 (1.18 mm), N°30 (0.6 mm), N°50 (0.3 mm) y N°100 (0.150 mm); dividido entre 100.	
N°16	1.180	517.41	32.7	32.7	67.3		
N°30	0.600	438.33	27.7	60.4	39.6		
N°50	0.300	380.90	24.1	84.5	15.5		
N°100	0.150	244.89	15.5	100.0	0.0		
N°200	0.075	0.00	0.0	100.0	0.0	OBSERVACIONES:	
FONDO	-	0.00	0.0	100.0	0.0		
PESO TOTAL		1581.53	100.00				





LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL VIDRIO TRITURADO GRUESO

NTP 400.012
NTP 400.037

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo

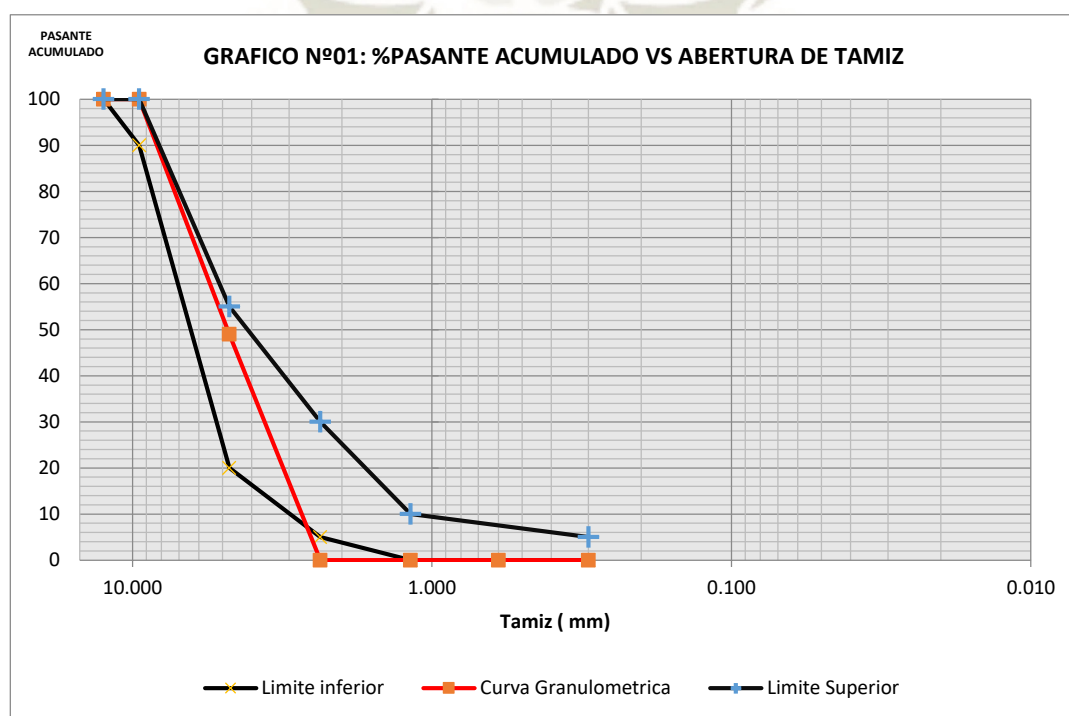
N° de ensayo 006

Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Tipo de material: Vidrio Triturado Grueso tipo Sodo Calcico

Procedencia: Vidrieria FUKURAWA

TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENID O (g)	PARCIAL RETENID O (%)	RETENIDO ACUMULAD O (%)	% PASANT E	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
						PESO INICIAL (g) :		MASA PERDIDA (%) :	
1/2"	12.5	0.00	0.0	0.0	100.0	1055.96		0.00%	
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	TIPO DE USO: 89			
N°4	4.750	538.55	51.0	51.0	49.0	MOD. FINEZA:	5.51	TMN:	3/8"
N°8	2.360	517.41	49.0	100.0	0.0	NOTA: El calculo del modulo de fineza se hizo usando el peso retenido acumulado de los tamices: 1 1/2" (37.5 mm), 3/4" (19.0mm), 3/8"(9.5 mm), N°4 (4.75 mm), N°8 (2.36 mm), N°16 (1.18 mm), N°30 (0.6 mm), N°50 (0.3 mm) y N°100 (0.150 mm); dividido entre 100.			
N°16	1.180	0.00	0.0	100.0	0.0				
N°30	0.600	0.00	0.0	100.0	0.0				
N°50	0.300	0.00	0.0	100.0	0.0				
N°100	0.150	0.00	0.0	100.0	0.0				
N°200	0.075	0.00	0.0	100.0	0.0	OBSERVACIONES:			
FONDO	-	0.00	0.0	100.0	0.0				
PESO TOTAL		1055.96	100.00						





LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECIFICO) Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

NTP 400.022
NTP 339.131

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo

N° de ensayo
007

Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Procedencia: Cantera de "Chiguata" , Arequipa

Temperatura del agua: 23°C

	MUESTRA DE AGREGADO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
A	Masa de la muestra seca al horno. (g)	483.70	483.00
B	Masa de la fiola llenado con agua hasta la marca. (g)	644.53	644.53
C	Masa de la fiola con agua y la muestra hasta la marca. (g)	941.22	939.97
S	Masa de la muestra saturado superficialmente seco. (g)	500.00	500.00
E	Volumen de masa mas vacios (B+S-C) (g)	203.31	204.56
F	Volumen de masa (B+A-C). (g)	187.01	187.56
CORRECCION POR TEMPERATURA			
T	Temperatura del agua (°C)	20.0	
Pe_w	Factor de Correccion "K"	0.99933	
Pe_m	Peso específico de masa (g/cm ³)	2.38	2.36
Pe_{sss}	Peso específico de masa saturado superficialmente seco (g/cm ³)	2.46	2.44
Pe_a	Peso específico aparente (g/cm ³)	2.58	2.57
Ab.	Absorción. (%)	3.4%	3.5%
PROMEDIO			
Pe_m	Peso específico de masa (g/cm ³)	2.37	
Pe_{sss}	Peso específico de masa saturado superficialmente seco (g/cm ³)	2.45	
Pe_a	Peso específico aparente (g/cm ³)	2.58	
Ab.	Absorción. (%)	3.4%	

LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA



**METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO
ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO
GRUESO**

NTP 400.021

NTP 339.131

Nº de ensayo 008

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia

Pilco Soto, Valentin Gustavo

Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Procedencia: Cantera de "La Poderosa", Arequipa

Temperatura del agua: 23°C

	MUESTRA DE AGREGADO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
B	Peso de la muestra saturada con superficie seca. (g)	2020.0	2041.0
	Peso de la muestra + canastilla sumergida. (g)	2159.0	2174.0
	Peso de la canastilla sumergida. (g)	885.0	885.0
A	Peso de la muestra seca. (g)	1998.0	2019.0
C	Peso de la muestra sumergida. (g)	1274.0	1289.0
E	Volumen de masa más vacíos (B-C) (g)	746.0	752.0
F	Volumen de masa (A-C). (g)	724.0	730.0
CORRECCION POR TEMPERATURA			
T	Temperatura del agua (°C)	20.0	
Pe_w	Factor de Corrección "K"	0.99933	
Pe_m	Peso específico de masa (g/cm ³)	2.68	2.68
Pe_{sss}	Peso específico de masa saturado superficialmente seco (g/cm ³)	2.71	2.71
Pe_a	Peso específico aparente (g/cm ³)	2.76	2.76
Ab.	Absorción. (%)	1.1%	1.1%
PROMEDIO			
Pe_m	Peso específico de masa (g/cm ³)	2.68	
Pe_{sss}	Peso específico de masa saturado superficialmente seco (g/cm ³)	2.71	
Pe_a	Peso específico aparente (g/cm ³)	2.76	
Ab.	Absorción. (%)	1.1%	



LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECIFICO) Y ABSORCION DEL VIDRIO TRITURADO FINO

NTP 400.022
NTP 339.131

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo

N° de ensayo
009

Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Tipo de material: Vidrio Triturado Fino tipo Sodo Calcico

Procedencia: Vidrieria FUKURAWA

Temperatura del agua: 23°C

	MUESTRA DE AGREGADO FINO	MUESTRA 1
A	Masa de la muestra seca al horno. (g)	497.50
B	Masa de la fiola llenado con agua hasta la marca. (g)	672.30
C	Masa de la fiola con agua y la muestra hasta la marca. (g)	971.00
S	Masa de la muestra saturado superficialmente seco. (g)	500.00
E	Volumen de masa más vacios (B+S-C) (g)	201.30
F	Volumen de masa (B+A-C). (g)	198.80
CORRECCION POR TEMPERATURA		
T	Temperatura del agua (°C)	20.0
Pe_w	Factor de Corrección "K"	0.99933
Pe_m	Peso específico de masa (g/cm ³)	2.47
Pe_{sss}	Peso específico de masa saturado superficialmente seco (g/cm ³)	2.48
Pe_a	Peso específico aparente (g/cm ³)	2.50
Ab.	Absorción. (%)	0.5%



LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

**METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL
VIDRIO TRITURADO GRUESO**

**NTP 400.021
NTP 339.131**

Nº de ensayo 010

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo

Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Tipo de material: Vidrio Triturado Grueso tipo Sodo Calcico

Procedencia: Vidrieria FUKURAWA

Temperatura del agua: 23°C

	MUESTRA DE AGREGADO FINO	MUESTRA 1
B	Peso de la muestra saturada con superficie seca. (g)	2269.0
	Peso de la muestra + canastilla sumergida. (g)	2250.0
	Peso de la canastilla sumergida. (g)	891.0
A	Peso de la muestra seca. (g)	2267.5
C	Peso de la muestra sumergida. (g)	1359.0
E	Volumen de masa más vacíos (B-C) (g)	910.0
F	Volumen de masa (A-C). (g)	908.5
CORRECCION POR TEMPERATURA		
T	Temperatura del agua (°C)	20.0
Pe_w	Factor de Corrección "K"	0.99933
Pe_m	Peso específico de masa (g/cm ³)	2.49
Pe_{ss}	Peso específico de masa saturado superficialmente seco (g/cm ³)	2.49
Pe_a	Peso específico aparente (g/cm ³)	2.50
Ab.	Absorción. (%)	0.07%



LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROTOCOLO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACIOS EN LOS AGREGADOS

NTP 400.017

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia

N° de ensayo 011

Pilco Soto, Valentin Gustavo

Tesis

Titulada:

"DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Procedencia: Cantera de "La Poderosa", Arequipa

Estado del agregado: Seco

	MUESTRA DE AGREGADO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
G	Peso del molde + muestra. (g)	5408.50	5410.50	5392.00
T	Peso del molde.(g)	1649.00	1649.00	1649.00
G-T	Peso de la muestra. (g)	3759.50	3761.50	3743.00
V	Volumen del molde. (cm ³)	2813.20	2813.20	2813.20
PUS	Peso unitario suelto. (g/cm ³)	1.34	1.34	1.33
PROMEDIO				
PUS	Peso unitario Suelto. (kg/m ³)	1334.66		

	MUESTRA DE AGREGADO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
G	Peso del molde + muestra. (g)	5902.00	5891.50	5906.00
T	Peso del molde.(g)	1649.00	1649.00	1649.00
G-T	Peso de la muestra. (g)	4253.00	4242.50	4257.00
V	Volumen del molde. (cm ³)	2813.20	2813.20	2813.20
PUC	Peso unitario suelto. (g/cm ³)	1.51	1.51	1.51
PROMEDIO				
PUC	Peso unitario compactado. (kg/m ³)	1511.03		

	MUESTRA DE AGREGADO GRUESO	MUESTRA SUELTA	MUESTRA APISONADA
A	Peso específico aparente a 20°C. (g/cm ³)	2.76	2.76
B	Peso unitario de los agregados. (kg/m ³)	1334.66	1511.03
W	Densidad del agua. (kg/m ³)	998.00	998.00
%V	Porcentaje de Vacios. (%)	52%	45%



LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

**METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA
DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O
DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACIOS EN LOS
AGREGADOS**

NTP 400.017

N° de ensayo 012

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo
"DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO
TIPO
SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES
MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA
PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Procedencia: Cantera de "Chiguata", Arequipa

Estado del agregado: Seco

	MUESTRA DE AGREGADO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
G	Peso del molde + muestra. (g)	5779.00	5778.00	5761.00
T	Peso del molde.(g)	1650.00	1650.00	1650.00
G-T	Peso de la muestra. (g)	4129.00	4128.00	4111.00
V	Volumen del molde. (cm ³)	2799.10	2799.10	2799.10
PUS	Peso unitario suelto. (g/cm ³)	1.48	1.47	1.47
PROMEDIO				
PUS	Peso unitario Suelto. (kg/m ³)	1472.85		

	MUESTRA DE AGREGADO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
G	Peso del molde + muestra. (g)	6327.00	6313.00	6316.00
T	Peso del molde.(g)	1650.00	1650.00	1650.00
G-T	Peso de la muestra. (g)	4677.00	4663.00	4666.00
V	Volumen del molde. (cm ³)	2799.00	2799.10	2799.10
PUC	Peso unitario suelto. (g/cm ³)	1.67	1.67	1.67
PROMEDIO				
PUC	Peso unitario compactado. (kg/m ³)	1667.94		

	MUESTRA DE AGREGADO GRUESO	MUESTRA SUELTA	MUESTRA APISONADA
A	Peso específico aparente a 20°C. (g/cm ³)	2.58	2.58
B	Peso unitario de los agregados. (kg/m ³)	1472.85	1667.94
W	Densidad del agua. (kg/m ³)	998.00	998.00
%V	Porcentaje de Vacios. (%)	43%	35%



LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

**METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA
POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS
VACIOS EN LOS AGREGADOS**

**NTP
400.017**

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia

N° de ensayo
013

Pilco Soto, Valentin Gustavo
"DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO
TIPO

Tesis Titulada:

SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS
PROPIEDADES

MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA
PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Procedencia: Agregado Grueso de cantera "La Poderosa", Arequipa

Agregado Fino de cantera de "Chiguata", Arequipa

Estado de las muestras: Secas

Porcentaje de Combinación Grueso	Fin o	Volumen (cm ³)	Peso del Molde (g)	Peso Suelto 1 (g)	Peso Suelto 2 (g)	Peso Suelto 3 (g)	Peso Suelto Promedio (g)	Peso Unitario Suelto Promedio (kg/m ³)
15%	85%	2799.09	1728.50	4431.00	4412.50	4424.00	4422.50	1579.98
20%	80%	2799.09	1728.50	4526.50	4517.00	4506.00	4516.50	1613.56
25%	75%	2799.09	1728.50	4566.00	4557.00	4557.00	4560.00	1629.10
30%	70%	2799.09	1728.50	4512.00	4478.50	4508.00	4499.50	1607.49
35%	65%	2799.09	1728.50	4498.50	4494.50	4512.50	4501.83	1608.32
40%	60%	2799.09	1728.50	4466.50	4502.50	4539.50	4502.83	1608.68

Porcentaje de Combinación Grueso	Fin o	Volumen (cm ³)	Peso del Molde (g)	Peso Compactado 1 (g)	Peso Compactado 2 (g)	Peso Compactado 3 (g)	Peso Compactado Promedio (g)	Peso Unitario Compactado Promedio (kg/m ³)
15%	85%	2799.09	1728.50	4858.00	4880.00	4859.00	4865.67	1738.30
20%	80%	2799.09	1728.50	4917.50	4908.50	4926.50	4917.50	1756.82
25%	75%	2799.09	1728.50	4963.00	4964.00	5000.00	4975.67	1777.60
30%	70%	2799.09	1728.50	4979.50	4983.50	4971.50	4978.17	1778.49
35%	65%	2799.09	1728.50	5034.00	5033.50	5036.00	5034.50	1798.62
40%	60%	2799.09	1728.50	4971.00	5030.00	5031.00	5010.67	1790.11



LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

**METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA
CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE
DE AGREGADOS POR SECADO**

**NTP
339.185**

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo

Nº de ensayo
014

Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO
SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES
MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA
PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Procedencia: Cantera de "Chiguata" , Arequipa

MUESTRA DE AGREGADO FINO	MUESTRA 1
Masa inicial. (g)	1200.0
Masa seca.(g)	1145.5
Contenido de Humedad. (%)	4.8%

Procedencia: Cantera de "La Poderosa" , Arequipa

MUESTRA DE AGREGADO GRUESO	MUESTRA 1
Masa inicial. (g)	1500.0
Masa seca.(g)	1499.5
Contenido de Humedad. (%)	0.03%



LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACION EN AGREGADOS GRUESO DE TAMANOS MENORES POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES

**NTP
400.017**

Tesistas: Cervantes Pacori, Susan Alexia
Pilco Soto, Valentin Gustavo
Tesis Titulada: "DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICION DE VIDRIO TIPO SODO CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"
Procedencia: Cantera de "La Poderosa" , Arequipa
TMN: 3/8"
Gradacion: C

N° de
ensayo 015

MUESTRA DE AGREGADO GRUESO		Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	% de Perdida
QUE PASA	RETENIDO SOBRE			
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	2500.0	761.5	70%
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N°4)	2500.0	1531.0	39%
TOTAL		5000.0	2292.5	54%



II. TABLAS DE TEMPERATURA



CODIGO	TEMPERATURA (°C)				TEMPERATURA PROMEDIO (°C)
	1	2	3	4	
ACI320	16.8	17	17.2	-	17.0
ACI420	13	14.6	15	-	14.2
WALKER 420	15	17	16.4	-	16.1
MODF 420	14	15.5	16	-	15.2
PATRON I	16.7	16.8	17	17.1	16.9
IVTF15%	17	15.4	15.7	15.3	15.85
IVTF20%	17	16.5	16.2	16.5	16.55
IVTF25%	15	15.7	16.2	16.7	15.9
IVTF30%	16.9	17.5	16	16.4	16.7
IVMR15%	17	17	13.9	14.7	15.65
IVMR20%	14.7	15	15.3	15.2	15.05
IVMR25%	13.7	15	-	-	14.35
IVMR30%	16.2	16	16	16	16.05
IVMA15%	14.3	15	15	-	14.77
IVMA20%	15.4	15.8	15.5	-	15.57
IVMA25%	15.4	16	16	-	15.80
IVTG15%	16	16	16.1	-	16.03
IVTG30%	15.4	16	16	-	15.80
IVTG45%	15.4	15.6	15.3	-	15.43
PATRON II	15.6	15.6	16	16.1	15.8
IIVTF15%	15	15.2	-	-	15.10
IIVTF20%	15.6	15.5	16	-	15.70
IIVTF25%	14	15.2	16.1	16.2	15.38
IIVTF30%	13.6	14.4	15.4	16	14.85
IIVMR15%	16	14	15.2	-	15.07
IIVMR20%	16.4	16	15.2	-	15.87
IIVMR25%	14.7	15	16	-	15.23
IIVMR30%	15.6	16.9	-	-	16.25
IIVMA15%	16.5	16	16	-	16.17
IIVMA20%	17.5	17.8	18.1	-	17.80
IIVMA25%	18	17.7	17.6	-	17.77
IIVTG15%	17.1	17.2	-	-	17.15
IIVTG30%	16.4	16	-	-	16.20
IIVTG45%	14.4	15	15.5	-	14.97



**III. TABLAS DE TOLERANCIA
DIMENSIONAL**



TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS ADOQUIN TIPO I

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
PATRON TIPO I	60.00	57.70	60.25	61.09	59.68	-0.32	200.00	203.44	204.24	201.16	202.95	2.95	100.00	100.28	102.53	101.54	101.45	1.45
	60.00	54.77	57.73	54.92	55.81	-4.19	200.00	204.15	203.11	203.62	203.63	3.63	100.00	102.12	101.26	100.92	101.43	1.43
	60.00	58.63	60.70	59.24	59.52	-0.48	200.00	202.95	203.61	203.11	203.22	3.22	100.00	101.38	102.01	101.69	101.69	1.69
	60.00	63.45	65.34	64.48	64.42	4.42	200.00	204.37	203.42	203.12	203.64	3.64	100.00	102.55	104.38	101.50	102.81	2.81
	60.00	62.71	63.52	64.10	63.44	3.44	200.00	201.35	201.50	202.31	201.72	1.72	100.00	102.35	104.39	102.15	102.96	2.96
	60.00	64.05	64.64	62.39	63.69	3.69	200.00	201.95	203.37	203.83	203.05	3.05	100.00	102.97	101.78	101.02	101.92	1.92
	60.00	59.93	61.86	61.98	61.26	1.26	200.00	203.41	203.48	202.96	203.28	3.28	100.00	101.80	103.34	102.13	102.42	2.42
	60.00	60.83	60.38	58.63	59.95	-0.05	200.00	203.33	202.93	202.69	202.98	2.98	100.00	100.10	100.50	101.39	100.66	0.66
	60.00	62.46	64.49	64.03	63.66	3.66	200.00	201.37	202.08	202.18	201.88	1.88	100.00	102.44	102.17	104.13	102.91	2.91
	60.00	57.69	58.83	59.42	58.65	-1.35	200.00	204.18	204.13	203.11	203.81	3.81	100.00	103.28	104.42	104.20	103.97	3.97
	60.00	64.58	64.05	62.70	63.78	3.78	200.00	202.13	203.18	202.60	202.64	2.64	100.00	102.03	103.73	100.97	102.24	2.24
	60.00	61.81	62.73	62.30	62.28	2.28	200.00	201.85	202.80	202.34	202.33	2.33	100.00	101.55	103.45	100.77	101.92	1.92
	60.00	61.01	60.49	59.12	60.21	0.21	200.00	203.51	202.76	202.31	202.86	2.86	100.00	101.65	102.62	101.74	102.00	2.00
	60.00	62.74	63.36	62.31	62.80	2.80	200.00	201.98	202.72	202.38	202.36	2.36	100.00	101.97	104.17	101.45	102.53	2.53
60.00	61.69	63.10	62.29	62.36	2.36	200.00	201.36	202.23	202.90	202.16	2.16	100.00	101.92	103.58	101.19	102.23	2.23	
IVTF15%	60.00	63.30	61.88	60.30	61.83	1.83	200.00	202.49	203.57	202.61	202.89	2.89	100.00	102.17	103.50	102.85	102.84	2.84
	60.00	62.60	63.27	63.70	63.19	3.19	200.00	202.07	202.93	201.58	202.19	2.19	100.00	100.24	102.33	101.48	101.35	1.35
	60.00	63.69	63.00	61.33	62.67	2.67	200.00	201.24	201.81	200.54	201.20	1.20	100.00	102.10	102.28	101.93	102.10	2.10
	60.00	61.38	61.04	57.14	59.85	-0.15	200.00	204.63	205.04	204.45	204.71	4.71	100.00	103.14	105.67	102.28	103.70	3.70
	60.00	60.61	62.00	61.30	61.30	1.30	200.00	202.30	203.44	202.87	202.87	2.87	100.00	103.29	105.02	103.62	103.98	3.98
	60.00	55.91	56.51	56.97	56.46	-3.54	200.00	201.70	200.97	201.40	201.36	1.36	100.00	101.88	100.60	100.58	101.02	1.02
	60.00	57.63	58.00	58.46	58.03	-1.97	200.00	200.69	200.59	201.17	200.82	0.82	100.00	102.04	100.67	100.58	101.10	1.10
	60.00	57.08	57.58	58.90	57.85	-2.15	200.00	201.53	201.01	200.83	201.12	1.12	100.00	100.82	101.79	101.63	101.41	1.41
	60.00	58.15	57.93	59.21	58.43	-1.57	200.00	201.90	201.01	201.40	201.44	1.44	100.00	102.12	101.65	101.00	101.59	1.59
	60.00	57.55	57.45	57.56	57.52	-2.48	200.00	201.45	201.02	200.95	201.14	1.14	100.00	99.90	101.01	101.05	100.65	0.65
	60.00	58.27	58.19	57.98	58.15	-1.85	200.00	201.98	202.27	201.84	202.03	2.03	100.00	103.43	102.99	101.51	102.64	2.64
	60.00	57.15	57.54	58.18	57.62	-2.38	200.00	202.32	201.20	202.01	201.84	1.84	100.00	102.19	102.57	101.50	102.09	2.09
	60.00	58.76	58.61	58.78	58.72	-1.28	200.00	201.26	200.92	197.93	200.04	0.04	100.00	102.53	102.47	101.61	102.20	2.20
	60.00	57.62	57.26	56.64	57.17	-2.83	200.00	201.25	201.23	201.36	201.28	1.28	100.00	101.89	101.22	100.88	101.33	1.33
60.00	57.40	56.71	58.14	57.42	-2.58	200.00	200.96	200.44	200.21	200.54	0.54	100.00	101.03	100.76	100.43	100.74	0.74	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS ADOQUIN TIPO I																		
DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IVTF20%	60.00	65.90	65.37	64.37	65.21	5.21	200.00	201.28	201.58	201.63	201.50	1.50	100.00	101.95	102.20	101.54	101.90	1.90
	60.00	64.81	64.01	62.92	63.91	3.91	200.00	201.39	200.91	189.93	197.41	-2.59	100.00	101.84	100.73	91.76	98.11	-1.89
	60.00	64.38	64.13	64.50	64.34	4.34	200.00	201.33	201.36	201.01	201.23	1.23	100.00	100.97	100.99	101.54	101.17	1.17
	60.00	62.24	62.63	61.60	62.16	2.16	200.00	201.66	201.10	202.11	201.62	1.62	100.00	102.51	102.90	101.31	102.24	2.24
	60.00	61.98	63.24	64.11	63.11	3.11	200.00	201.16	201.92	202.30	201.79	1.79	100.00	102.20	103.49	103.56	103.08	3.08
	60.00	63.18	64.04	64.27	63.83	3.83	200.00	201.66	200.98	200.59	201.08	1.08	100.00	101.58	101.15	100.03	100.92	0.92
	60.00	60.71	61.78	61.66	61.38	1.38	200.00	201.15	201.51	201.50	201.39	1.39	100.00	102.43	103.08	101.77	102.43	2.43
	60.00	56.06	56.97	56.60	56.54	-3.46	200.00	202.22	201.90	202.85	202.32	2.32	100.00	101.68	102.03	101.63	101.78	1.78
	60.00	56.83	58.05	57.63	57.50	-2.50	200.00	201.04	200.55	200.62	200.74	0.74	100.00	102.16	102.01	101.36	101.84	1.84
	60.00	58.00	57.59	57.23	57.61	-2.39	200.00	200.73	200.28	200.95	200.65	-0.65	100.00	100.63	100.34	100.04	100.34	0.34
	60.00	56.74	56.44	57.47	56.88	-3.12	200.00	203.00	203.83	202.80	203.21	3.21	100.00	101.55	103.09	102.66	102.43	2.43
	60.00	58.80	58.08	58.36	58.41	-1.59	200.00	200.74	200.81	200.78	200.78	0.78	100.00	99.15	100.30	101.01	100.15	0.15
	60.00	59.23	58.23	58.39	58.62	-1.38	200.00	200.40	200.71	201.51	200.87	0.87	100.00	100.69	100.65	101.16	100.83	0.83
	60.00	57.43	56.19	58.29	57.30	-2.70	200.00	202.47	202.18	201.72	202.12	2.12	100.00	99.96	103.08	102.44	101.83	1.83
60.00	56.60	55.54	58.85	57.00	-3.00	200.00	202.29	202.86	197.25	200.80	0.80	100.00	103.46	103.49	101.75	102.90	2.90	
IVTF25%	60.00	60.47	61.25	62.12	61.28	1.28	200.00	201.29	201.85	201.17	201.44	1.44	100.00	100.05	101.57	101.66	101.09	1.09
	60.00	57.70	58.12	57.83	57.88	-2.12	200.00	202.71	202.61	202.42	202.58	2.58	100.00	102.74	103.06	101.76	102.52	2.52
	60.00	60.31	60.77	60.60	60.56	0.56	200.00	202.40	203.66	202.70	202.92	2.92	100.00	99.33	104.46	103.61	102.47	2.47
	60.00	62.54	61.65	61.01	61.73	1.73	200.00	202.48	202.17	200.97	201.87	1.87	100.00	102.35	103.69	102.08	102.71	2.71
	60.00	59.48	60.36	61.94	60.59	0.59	200.00	201.24	201.32	201.03	201.20	1.20	100.00	102.97	103.34	101.95	102.75	2.75
	60.00	62.90	61.82	62.13	62.28	2.28	200.00	201.78	201.98	202.11	201.96	1.96	100.00	101.40	103.62	102.08	102.37	2.37
	60.00	62.44	62.72	62.75	62.64	2.64	200.00	201.69	201.94	201.44	201.69	1.69	100.00	99.92	101.36	101.01	100.76	0.76
	60.00	62.93	63.15	63.45	63.18	3.18	200.00	201.42	201.76	201.23	201.47	1.47	100.00	101.80	102.83	103.24	102.62	2.62
	60.00	58.69	59.62	60.99	59.77	-0.23	200.00	201.79	202.17	202.56	202.17	2.17	100.00	101.80	102.91	100.84	101.85	1.85
	60.00	56.77	55.95	55.69	56.14	-3.86	200.00	201.85	202.09	202.40	202.11	2.11	100.00	100.76	101.73	101.70	101.40	1.40
	60.00	62.41	62.64	63.02	62.69	2.69	200.00	200.94	200.87	201.00	200.94	0.94	100.00	101.05	101.68	102.38	101.70	1.70
	60.00	63.04	62.57	62.86	62.82	2.82	200.00	201.10	201.06	201.69	201.28	1.28	100.00	102.65	101.60	101.54	101.93	1.93
	60.00	63.46	62.45	62.58	62.83	2.83	200.00	201.55	201.82	201.45	201.61	1.61	100.00	102.02	102.14	101.37	101.84	1.84
	60.00	58.82	59.46	59.79	59.36	-0.64	200.00	202.13	202.43	202.68	202.41	2.41	100.00	101.92	101.93	101.09	101.65	1.65
60.00	59.52	60.24	60.47	60.08	0.08	200.00	202.25	202.03	203.02	202.43	2.43	100.00	101.66	102.56	99.86	101.36	1.36	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS ADOQUIN TIPO I																		
DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IVTF30%	60.00	59.63	60.33	60.33	60.10	0.10	200.00	201.51	202.23	202.55	202.10	2.10	100.00	101.86	102.61	101.31	101.93	1.93
	60.00	59.66	60.00	59.65	59.77	-0.23	200.00	198.30	202.30	203.66	201.42	1.42	100.00	100.13	103.00	98.16	100.43	0.43
	60.00	58.42	59.44	57.99	58.62	-1.38	200.00	202.70	202.51	203.15	202.79	2.79	100.00	101.78	103.27	101.40	102.15	2.15
	60.00	56.60	58.10	59.20	57.97	-2.03	200.00	197.72	203.73	203.28	201.58	1.58	100.00	101.62	103.88	102.06	102.52	2.52
	60.00	58.56	57.99	59.51	58.69	-1.31	200.00	201.64	201.46	201.70	201.60	1.60	100.00	102.77	102.05	101.74	102.19	2.19
	60.00	61.99	60.04	59.76	60.60	0.60	200.00	202.16	202.83	203.31	202.77	2.77	100.00	102.40	103.33	101.67	102.47	2.47
	60.00	59.13	59.73	60.02	59.63	-0.37	200.00	201.60	201.70	200.90	201.40	1.40	100.00	101.99	101.16	101.01	101.39	1.39
	60.00	59.72	59.71	58.98	59.47	-0.53	200.00	202.01	201.81	199.58	201.13	1.13	100.00	101.33	103.22	101.99	102.18	2.18
	60.00	60.46	61.80	62.84	61.70	1.70	200.00	202.28	202.21	202.38	202.29	2.29	100.00	99.84	102.44	101.61	101.30	1.30
	60.00	57.83	59.33	59.76	58.97	-1.03	200.00	202.57	202.93	203.20	202.90	2.90	100.00	102.15	102.40	100.76	101.77	1.77
	60.00	61.95	61.31	60.39	61.22	1.22	200.00	201.43	201.11	201.26	201.27	1.27	100.00	101.94	101.02	100.83	101.26	1.26
	60.00	60.36	61.40	61.91	61.22	1.22	200.00	202.13	202.06	202.26	202.15	2.15	100.00	103.22	103.08	101.57	102.62	2.62
	60.00	58.68	59.45	58.24	58.79	-1.21	200.00	201.76	201.29	201.35	201.47	1.47	100.00	101.61	101.41	101.51	101.51	1.51
	60.00	60.20	61.21	61.97	61.13	1.13	200.00	201.12	201.70	202.18	201.67	1.67	100.00	101.68	101.69	100.89	101.42	1.42
60.00	59.33	60.01	61.07	60.14	0.14	200.00	201.31	201.42	200.91	201.21	1.21	100.00	99.85	100.38	100.61	100.28	0.28	
IVMR15%	60.00	57.46	57.75	57.26	57.49	-2.51	200.00	201.66	199.97	201.71	201.11	1.11	100.00	102.22	102.19	101.64	102.02	2.02
	60.00	55.62	56.02	56.30	55.98	-4.02	200.00	201.73	201.96	201.97	201.89	1.89	100.00	102.01	103.41	102.03	102.48	2.48
	60.00	59.74	58.72	56.25	58.24	-1.76	200.00	203.23	203.65	203.25	203.38	3.38	100.00	102.64	104.58	102.44	103.22	3.22
	60.00	61.38	60.19	58.01	59.86	-0.14	200.00	201.83	202.39	202.44	202.22	2.22	100.00	100.96	103.30	102.00	102.09	2.09
	60.00	57.92	56.94	55.90	56.92	-3.08	200.00	202.74	201.61	201.45	201.93	1.93	100.00	102.16	103.07	101.60	102.28	2.28
	60.00	56.68	58.31	58.37	57.79	-2.21	200.00	202.31	203.00	202.00	202.44	2.44	100.00	100.09	101.21	101.26	100.85	0.85
	60.00	59.01	59.57	58.43	59.00	-1.00	200.00	201.46	200.58	201.43	201.16	1.16	100.00	101.84	101.45	101.77	101.69	1.69
	60.00	57.89	59.26	57.82	58.32	-1.68	200.00	202.34	203.00	202.67	202.67	2.67	100.00	102.04	101.60	101.97	101.87	1.87
	60.00	57.81	58.02	56.88	57.57	-2.43	200.00	201.46	201.86	202.28	201.87	1.87	100.00	101.51	101.63	101.22	101.45	1.45
	60.00	58.26	57.58	57.60	57.81	-2.19	200.00	202.24	200.93	199.43	200.87	0.87	100.00	99.66	101.50	101.24	100.80	0.80
	60.00	55.70	56.18	56.02	55.97	-4.03	200.00	202.36	202.24	201.16	201.92	1.92	100.00	101.34	101.72	99.45	100.84	0.84
	60.00	57.58	56.32	56.87	56.92	-3.08	200.00	202.68	202.22	202.81	202.57	2.57	100.00	95.40	101.74	101.47	99.54	-0.46
	60.00	60.68	59.34	57.92	59.31	-0.69	200.00	201.07	199.01	201.31	200.46	0.46	100.00	102.34	102.43	101.43	102.07	2.07
	60.00	54.56	55.49	56.06	55.37	-4.63	200.00	201.78	202.51	202.03	202.11	2.11	100.00	101.82	102.69	101.09	101.87	1.87
60.00	56.05	56.66	56.89	56.53	-3.47	200.00	204.45	201.51	196.39	200.78	0.78	100.00	101.47	101.28	101.45	101.40	1.40	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS ADOQUIN TIPO I

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IVMR20%	60.00	58.21	57.78	58.18	58.06	-1.94	200.00	201.13	201.39	201.26	201.26	1.26	100.00	101.33	101.51	101.35	101.40	1.40
	60.00	58.63	58.95	57.48	58.35	-1.65	200.00	202.83	202.04	201.79	202.22	2.22	100.00	100.96	100.73	101.26	100.98	0.98
	60.00	54.42	55.52	56.60	55.51	-4.49	200.00	200.93	201.38	201.76	201.36	1.36	100.00	101.91	102.20	102.36	102.16	2.16
	60.00	58.27	57.71	57.05	57.68	-2.32	200.00	201.78	202.54	201.62	201.98	1.98	100.00	102.24	102.60	102.48	102.44	2.44
	60.00	59.16	58.43	57.84	58.48	-1.52	200.00	197.51	200.34	200.74	199.53	-0.47	100.00	101.30	100.17	100.83	100.77	0.77
	60.00	57.80	58.50	58.09	58.13	-1.87	200.00	201.88	200.25	192.83	198.32	-1.68	100.00	101.64	100.72	101.01	101.12	1.12
	60.00	58.27	57.94	57.00	57.74	-2.26	200.00	201.74	201.23	188.60	197.19	-2.81	100.00	100.95	101.44	100.56	100.98	0.98
	60.00	59.00	59.82	59.72	59.51	-0.49	200.00	201.58	202.09	202.93	202.20	2.20	100.00	102.87	103.09	102.60	102.85	2.85
	60.00	60.84	60.81	60.28	60.64	0.64	200.00	202.12	201.06	200.99	201.39	1.39	100.00	101.17	101.08	101.37	101.21	1.21
	60.00	60.18	60.68	60.74	60.53	0.53	200.00	200.33	201.26	202.49	201.36	1.36	100.00	101.99	102.53	101.09	101.87	1.87
	60.00	59.73	59.27	59.90	59.63	-0.37	200.00	200.93	201.79	202.09	201.60	1.60	100.00	99.43	101.67	101.50	100.87	0.87
	60.00	54.37	56.47	57.17	56.00	-4.00	200.00	194.03	201.52	197.70	197.75	-2.25	100.00	99.63	100.10	100.90	100.21	0.21
	60.00	57.99	58.13	58.26	58.13	-1.87	200.00	201.00	202.15	202.11	201.75	1.75	100.00	103.67	103.88	103.27	103.61	3.61
60.00	57.27	58.02	58.60	57.96	-2.04	200.00	201.90	200.08	200.45	200.81	0.81	100.00	101.61	100.75	101.06	101.14	1.14	
60.00	59.98	59.75	59.34	59.69	-0.31	200.00	201.77	201.59	201.64	201.67	1.67	100.00	101.32	102.72	101.96	102.00	2.00	
IVMR25%	60.00	59.58	59.50	60.23	59.77	-0.23	200.00	201.16	201.59	201.15	201.30	1.30	100.00	101.90	102.78	100.96	101.88	1.88
	60.00	60.58	60.79	60.11	60.49	0.49	200.00	201.74	202.18	201.78	201.90	1.90	100.00	101.60	101.93	100.06	101.20	1.20
	60.00	57.72	58.89	56.89	57.83	-2.17	200.00	201.59	201.68	199.02	200.76	0.76	100.00	102.49	102.91	102.68	102.69	2.69
	60.00	59.27	57.66	57.35	58.09	-1.91	200.00	201.23	202.08	201.44	201.58	1.58	100.00	101.05	101.25	101.35	101.22	1.22
	60.00	59.93	59.52	59.70	59.72	-0.28	200.00	202.10	202.09	201.07	201.75	1.75	100.00	102.53	102.96	102.71	102.73	2.73
	60.00	56.76	57.48	56.52	56.92	-3.08	200.00	202.62	202.03	202.32	202.32	2.32	100.00	101.60	101.40	101.02	101.34	1.34
	60.00	59.34	59.78	59.89	59.67	-0.33	200.00	203.73	203.20	203.80	203.58	3.58	100.00	101.50	103.45	102.90	102.62	2.62
	60.00	59.82	60.41	59.52	59.92	-0.08	200.00	201.60	202.43	198.21	200.75	0.75	100.00	100.14	103.63	102.35	102.04	2.04
	60.00	55.97	57.29	57.55	56.94	-3.06	200.00	201.39	202.38	202.05	201.94	1.94	100.00	99.74	101.11	101.20	100.68	0.68
	60.00	59.38	59.12	58.00	58.83	-1.17	200.00	203.04	203.21	189.49	198.58	-1.42	100.00	104.13	104.81	104.06	104.33	4.33
	60.00	58.59	58.38	57.94	58.30	-1.70	200.00	202.50	202.31	201.85	202.22	2.22	100.00	100.99	101.69	101.34	101.34	1.34
	60.00	61.30	60.10	61.14	60.85	0.85	200.00	201.47	201.15	199.76	200.79	0.79	100.00	101.02	101.04	101.30	101.12	1.12
	60.00	57.55	58.66	55.70	57.30	-2.70	200.00	204.29	205.10	203.98	204.46	4.46	100.00	101.78	102.79	103.74	102.77	2.77
60.00	59.26	60.55	59.86	59.89	-0.11	200.00	190.93	201.12	201.81	197.95	-2.05	100.00	102.62	102.87	102.36	102.62	2.62	
60.00	60.12	59.80	60.29	60.07	0.07	200.00	201.83	202.25	199.50	201.19	1.19	100.00	102.16	101.78	99.28	101.07	1.07	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS ADOQUIN TIPO I

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IVMR30%	60.00	53.86	55.45	56.81	55.37	-4.63	200.00	201.41	191.50	191.64	194.85	-5.15	100.00	103.48	103.24	102.45	103.06	3.06
	60.00	54.80	56.05	55.76	55.54	-4.46	200.00	199.66	198.63	183.90	194.06	-5.94	100.00	102.20	102.20	102.05	102.15	2.15
	60.00	56.13	56.84	55.32	56.10	-3.90	200.00	202.19	202.45	187.93	197.52	-2.48	100.00	101.80	101.80	101.16	101.59	1.59
	60.00	55.78	55.30	52.59	54.56	-5.44	200.00	204.10	204.84	202.70	203.88	3.88	100.00	103.95	103.95	104.28	104.06	4.06
	60.00	56.80	56.41	55.26	56.16	-3.84	200.00	198.41	199.20	199.56	199.06	-0.94	100.00	102.80	101.85	100.36	101.67	1.67
	60.00	56.61	55.24	54.84	55.56	-4.44	200.00	204.23	206.89	207.01	206.04	6.04	100.00	105.84	107.38	108.60	107.27	7.27
	60.00	63.69	64.82	64.68	64.40	4.40	200.00	200.86	200.87	201.87	201.20	1.20	100.00	101.50	101.22	100.88	101.20	1.20
	60.00	56.19	56.36	55.66	56.07	-3.93	200.00	201.32	201.80	202.20	201.77	1.77	100.00	99.82	101.34	101.80	100.99	0.99
	60.00	56.15	56.75	57.55	56.82	-3.18	200.00	201.93	202.13	191.64	198.57	-1.43	100.00	101.79	101.50	100.28	101.19	1.19
	60.00	58.76	59.50	59.57	59.28	-0.72	200.00	201.90	201.94	186.11	196.65	-3.35	100.00	99.72	101.81	101.50	101.01	1.01
	60.00	55.15	56.70	57.82	56.56	-3.44	200.00	202.66	202.45	202.18	202.43	2.43	100.00	100.84	101.39	101.80	101.34	1.34
	60.00	57.12	56.91	56.14	56.72	-3.28	200.00	202.74	189.64	201.49	197.96	-2.04	100.00	103.05	102.51	103.83	103.13	3.13
	60.00	58.57	59.11	58.38	58.69	-1.31	200.00	202.39	185.93	202.92	197.08	-2.92	100.00	102.48	102.92	101.70	102.37	2.37
60.00	57.28	57.34	56.75	57.12	-2.88	200.00	172.44	195.19	191.15	186.26	-13.74	100.00	101.31	101.77	101.88	101.65	1.65	
60.00	57.23	58.26	56.75	57.41	-2.59	200.00	201.97	201.76	186.19	196.64	-3.36	100.00	101.61	101.06	100.88	101.18	1.18	
IVMA15%	60.00	60.96	59.58	58.94	59.83	-0.17	200.00	201.06	201.55	194.48	199.03	-0.97	100.00	92.65	100.60	100.82	98.02	-1.98
	60.00	60.69	59.59	58.74	59.67	-0.33	200.00	201.40	200.96	201.02	201.13	1.13	100.00	99.60	100.66	100.78	100.35	0.35
	60.00	57.94	58.35	60.04	58.78	-1.22	200.00	201.07	197.20	201.16	199.81	-0.19	100.00	101.75	101.16	100.81	101.24	1.24
	60.00	59.10	58.59	58.05	58.58	-1.42	200.00	201.06	200.60	201.27	200.98	0.98	100.00	100.20	99.90	100.60	100.23	0.23
	60.00	59.10	58.59	58.05	58.58	-1.42	200.00	200.87	200.87	201.57	201.10	1.10	100.00	102.51	101.64	101.42	101.86	1.86
	60.00	56.78	57.63	56.27	56.89	-3.11	200.00	202.57	201.94	198.29	200.93	0.93	100.00	101.38	100.42	101.44	101.08	1.08
	60.00	58.88	59.15	58.12	58.72	-1.28	200.00	203.35	203.73	202.52	203.20	3.20	100.00	102.18	101.74	101.23	101.72	1.72
	60.00	57.45	59.13	58.58	58.39	-1.61	200.00	203.28	203.37	203.16	203.27	3.27	100.00	101.20	102.31	102.01	101.84	1.84
	60.00	57.50	58.06	58.76	58.11	-1.89	200.00	202.40	203.61	202.68	202.90	2.90	100.00	99.92	101.26	101.34	100.84	0.84
	60.00	57.48	58.46	59.21	58.38	-1.62	200.00	195.90	203.84	204.44	201.39	1.39	100.00	98.66	102.38	102.13	101.06	1.06

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS ADOQUIN TIPO I

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IVMA20%	60.00	56.52	55.99	56.06	56.19	-3.81	200.00	201.95	201.28	201.47	201.57	1.57	100.00	99.51	101.36	101.29	100.72	0.72
	60.00	55.07	55.45	55.41	55.31	-4.69	200.00	201.95	201.77	201.27	201.66	1.66	100.00	103.12	102.51	102.16	102.60	2.60
	60.00	57.58	57.61	57.36	57.52	-2.48	200.00	201.99	202.18	202.05	202.07	2.07	100.00	102.42	101.33	101.94	101.90	1.90
	60.00	59.57	59.54	58.80	59.30	-0.70	200.00	200.61	201.41	201.68	201.23	1.23	100.00	99.29	100.54	101.21	100.35	0.35
	60.00	55.48	56.14	56.17	55.93	-4.07	200.00	202.16	201.78	201.98	201.97	1.97	100.00	101.63	101.05	101.11	101.26	1.26
	60.00	56.93	56.67	56.57	56.72	-3.28	200.00	201.91	201.50	197.24	200.22	0.22	100.00	101.82	100.82	100.92	101.19	1.19
	60.00	60.45	60.99	59.98	60.47	0.47	200.00	201.94	202.75	198.34	201.01	1.01	100.00	100.66	101.72	101.42	101.27	1.27
	60.00	60.39	59.63	59.29	59.77	-0.23	200.00	201.15	200.91	201.68	201.25	1.25	100.00	101.74	100.83	101.44	101.34	1.34
	60.00	59.49	60.00	60.37	59.95	-0.05	200.00	201.45	201.20	201.59	201.41	1.41	100.00	100.77	100.34	100.43	100.51	0.51
60.00	59.09	58.37	57.96	58.47	-1.53	200.00	200.69	200.77	201.61	201.02	1.02	100.00	102.63	102.42	102.44	102.50	2.50	
IVMA25%	60.00	59.53	59.95	59.53	59.67	-0.33	200.00	201.78	201.95	202.25	201.99	1.99	100.00	99.41	100.43	101.35	100.40	0.40
	60.00	59.63	62.03	62.81	61.49	1.49	200.00	201.38	201.14	201.49	201.34	1.34	100.00	101.09	101.39	100.69	101.06	1.06
	60.00	58.75	59.25	61.02	59.67	-0.33	200.00	201.51	201.39	201.30	201.40	1.40	100.00	101.84	102.31	102.64	102.26	2.26
	60.00	59.17	60.13	60.33	59.88	-0.12	200.00	201.22	201.11	200.97	201.10	1.10	100.00	100.95	100.54	100.90	100.80	0.80
	60.00	60.13	63.07	63.12	62.11	2.11	200.00	201.64	202.89	201.45	201.99	1.99	100.00	102.73	102.22	101.87	102.27	2.27
	60.00	60.23	63.07	63.12	62.14	2.14	200.00	202.63	201.92	201.73	202.09	2.09	100.00	101.50	102.07	101.71	101.76	1.76
	60.00	60.50	60.81	61.10	60.80	0.80	200.00	201.98	201.64	200.77	201.46	1.46	100.00	99.08	100.49	101.69	100.42	0.42
	60.00	60.36	61.27	61.08	60.90	0.90	200.00	201.51	201.22	201.65	201.46	1.46	100.00	101.55	101.91	100.55	101.34	1.34
	60.00	57.46	57.69	58.20	57.78	-2.22	200.00	201.42	201.50	198.86	200.59	0.59	100.00	101.08	100.82	100.32	100.74	0.74
60.00	58.20	59.37	59.98	59.18	-0.82	200.00	201.97	201.21	201.49	201.56	1.56	100.00	101.21	101.78	101.44	101.48	1.48	
IVTG15%	60.00	60.75	61.44	62.21	61.47	1.47	200.00	201.20	201.37	201.95	201.51	1.51	100.00	101.15	100.66	99.27	100.36	0.36
	60.00	59.70	59.99	57.23	58.97	-1.03	200.00	201.62	202.10	202.00	201.91	1.91	100.00	103.22	102.75	102.67	102.88	2.88
	60.00	58.82	60.84	67.33	62.33	2.33	200.00	202.35	202.67	202.35	202.46	2.46	100.00	101.43	102.37	102.32	102.04	2.04
	60.00	59.82	59.81	60.52	60.05	0.05	200.00	201.52	200.98	201.20	201.23	1.23	100.00	100.50	100.50	100.77	100.59	0.59
	60.00	57.30	58.04	58.07	57.80	-2.20	200.00	201.33	202.74	201.23	201.77	1.77	100.00	101.01	100.45	100.70	100.72	0.72
	60.00	57.53	59.41	60.63	59.19	-0.81	200.00	201.55	202.46	202.08	202.03	2.03	100.00	102.94	102.93	101.80	102.56	2.56
	60.00	60.60	58.93	58.56	59.36	-0.64	200.00	201.22	201.79	201.31	201.44	1.44	100.00	99.47	101.14	101.10	100.57	0.57
	60.00	61.76	61.20	59.08	60.68	0.68	200.00	199.06	201.49	194.55	198.37	-1.63	100.00	101.04	100.71	100.39	100.71	0.71
	60.00	55.89	58.05	58.79	57.58	-2.42	200.00	196.84	202.26	202.38	200.49	0.49	100.00	101.42	101.48	101.05	101.32	1.32
60.00	60.10	59.00	58.72	59.27	-0.73	200.00	201.62	198.55	201.07	200.41	0.41	100.00	93.75	101.41	101.14	98.77	-1.23	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS ADOQUIN TIPO I																		
DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IVTG30%	60.00	57.88	58.42	57.69	58.00	-2.00	200.00	202.06	201.67	202.43	202.05	2.05	100.00	101.92	100.69	101.12	101.24	1.24
	60.00	60.68	60.55	61.26	60.83	0.83	200.00	202.00	201.55	201.98	201.84	1.84	100.00	101.59	100.77	101.29	101.22	1.22
	60.00	61.48	60.56	59.76	60.60	0.60	200.00	201.63	201.83	183.26	195.57	-4.43	100.00	79.39	100.31	99.45	93.05	-6.95
	60.00	59.73	61.88	60.89	60.83	0.83	200.00	201.38	201.61	202.03	201.67	1.67	100.00	101.28	100.44	100.63	100.78	0.78
	60.00	57.71	58.30	56.99	57.67	-2.33	200.00	202.18	202.77	202.16	202.37	2.37	100.00	102.05	102.03	102.02	102.03	2.03
	60.00	58.65	58.19	57.67	58.17	-1.83	200.00	202.09	201.49	198.84	200.81	0.81	100.00	101.10	100.18	100.97	100.75	0.75
	60.00	61.27	61.53	61.22	61.34	1.34	200.00	194.33	193.00	187.87	191.73	-8.27	100.00	101.36	101.03	101.23	101.21	1.21
	60.00	59.10	59.55	59.33	59.33	-0.67	200.00	202.91	201.85	198.61	201.12	1.12	100.00	100.04	101.21	96.24	99.16	-0.84
	60.00	60.54	59.96	59.49	60.00	0.00	200.00	192.57	202.34	201.51	198.81	-1.19	100.00	101.09	101.55	101.30	101.31	1.31
60.00	62.22	61.36	60.28	61.29	1.29	200.00	201.51	201.48	188.96	197.32	-2.68	100.00	102.78	102.01	94.95	99.91	-0.09	
IVTG45%	60.00	61.28	59.56	58.07	59.64	-0.36	200.00	202.28	202.11	202.51	202.30	2.30	100.00	101.40	102.51	101.48	101.80	1.80
	60.00	58.40	60.75	63.11	60.75	0.75	200.00	202.39	202.83	202.87	202.70	2.70	100.00	102.12	103.60	101.79	102.50	2.50
	60.00	63.13	61.55	59.71	61.46	1.46	200.00	202.45	202.70	202.07	202.41	2.41	100.00	101.24	102.03	102.35	101.87	1.87
	60.00	59.41	59.89	61.88	60.39	0.39	200.00	201.86	202.30	202.19	202.12	2.12	100.00	102.55	104.35	102.09	103.00	3.00
	60.00	62.19	60.90	58.63	60.57	0.57	200.00	201.77	202.03	201.56	201.79	1.79	100.00	101.90	99.75	101.21	100.95	0.95
	60.00	57.01	58.20	61.06	58.76	-1.24	200.00	204.03	204.69	204.63	204.45	4.45	100.00	102.80	104.20	101.31	102.77	2.77
	60.00	59.07	60.95	57.92	59.31	-0.69	200.00	204.01	204.22	204.33	204.19	4.19	100.00	102.31	103.58	102.82	102.90	2.90
	60.00	58.71	59.38	60.68	59.59	-0.41	200.00	202.51	202.59	203.66	202.92	2.92	100.00	102.63	102.40	101.83	102.29	2.29
	60.00	59.51	58.10	57.14	58.25	-1.75	200.00	202.96	204.07	198.73	201.92	1.92	100.00	100.46	103.01	101.98	101.82	1.82
60.00	59.07	56.94	58.17	58.06	-1.94	200.00	202.57	203.53	202.82	202.97	2.97	100.00	103.82	105.25	102.90	103.99	3.99	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS PATRONES ADOQUIN TIPO II

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
PATRON TIPO II	80.00	77.68	80.40	82.15	80.08	0.08	200.00	201.69	202.35	203.14	202.39	2.39	100.00	100.84	101.71	102.19	101.58	1.58
	80.00	79.68	82.39	83.15	81.74	1.74	200.00	201.57	202.04	203.12	202.24	2.24	100.00	100.14	100.00	99.95	100.03	0.03
	80.00	79.75	79.75	78.54	79.35	-0.65	200.00	200.81	201.13	200.54	200.83	0.83	100.00	98.53	100.51	100.68	99.91	-0.09
	80.00	82.62	83.35	81.20	82.39	2.39	200.00	201.18	201.90	202.65	201.91	1.91	100.00	100.68	100.71	101.18	100.86	0.86
	80.00	83.14	82.05	82.15	82.45	2.45	200.00	202.30	202.99	202.92	202.74	2.74	100.00	101.02	102.59	100.11	101.24	1.24
	80.00	79.85	81.82	81.65	81.11	1.11	200.00	203.26	203.80	203.33	203.46	3.46	100.00	102.15	102.11	102.41	102.22	2.22
	80.00	78.76	81.40	82.41	80.86	0.86	200.00	203.16	203.48	203.35	203.33	3.33	100.00	102.11	103.54	102.92	102.86	2.86
	80.00	78.95	81.05	80.91	80.30	0.30	200.00	201.48	202.75	202.57	202.27	2.27	100.00	102.21	102.82	103.06	102.70	2.70
	80.00	81.92	81.32	79.90	81.05	1.05	200.00	202.54	203.33	203.31	203.06	3.06	100.00	101.52	102.19	100.71	101.47	1.47
	80.00	77.93	80.05	82.84	80.27	0.27	200.00	187.90	203.97	203.81	198.56	-1.44	100.00	99.98	101.29	101.35	100.87	0.87
	80.00	78.15	79.39	79.22	78.92	-1.08	200.00	201.52	200.72	200.55	200.93	0.93	100.00	100.30	100.21	100.46	100.32	0.32
	80.00	76.54	78.43	77.00	77.32	-2.68	200.00	200.91	200.97	201.16	201.01	1.01	100.00	101.77	101.29	101.49	101.52	1.52
	80.00	76.49	74.60	72.74	74.61	-5.39	200.00	202.30	201.55	201.61	201.82	1.82	100.00	100.09	100.15	100.65	100.30	0.30
	80.00	80.24	81.90	83.00	81.71	1.71	200.00	202.14	202.76	202.90	202.60	2.60	100.00	100.61	100.27	99.59	100.16	0.16
80.00	78.42	77.82	76.16	77.47	-2.53	200.00	201.39	201.63	202.15	201.72	1.72	100.00	101.91	101.90	100.17	101.33	1.33	
IIVTF15%	80.00	78.60	80.76	80.23	79.86	-0.14	200.00	202.94	202.15	202.50	202.53	2.53	100.00	101.44	102.23	100.80	101.49	1.49
	80.00	82.12	82.89	83.54	82.85	2.85	200.00	202.16	202.81	202.62	202.53	2.53	100.00	99.06	101.46	101.01	100.51	0.51
	80.00	81.76	81.61	80.44	81.27	1.27	200.00	202.31	202.15	201.71	202.06	2.06	100.00	100.41	100.55	100.60	100.52	0.52
	80.00	78.22	78.16	77.52	77.97	-2.03	200.00	201.07	200.51	202.08	201.22	1.22	100.00	100.08	100.91	101.35	100.78	0.78
	80.00	81.62	83.11	83.16	82.63	2.63	200.00	202.34	201.82	202.32	202.16	2.16	100.00	101.82	102.44	102.38	102.21	2.21
	80.00	81.36	82.16	81.33	81.62	1.62	200.00	201.58	202.43	202.05	202.02	2.02	100.00	101.23	101.50	100.49	101.07	1.07
	80.00	80.98	81.24	80.44	80.89	0.89	200.00	200.86	201.04	201.29	201.06	1.06	100.00	100.31	100.29	101.33	100.64	0.64
	80.00	78.99	78.34	78.66	78.66	-1.34	200.00	201.29	201.51	201.75	201.52	1.52	100.00	101.24	100.94	100.80	100.99	0.99
	80.00	79.11	78.12	78.02	78.42	-1.58	200.00	201.08	200.85	201.83	201.25	1.25	100.00	100.14	100.11	100.81	100.35	0.35
	80.00	80.46	80.89	81.77	81.04	1.04	200.00	202.16	201.65	201.15	201.65	1.65	100.00	101.41	101.71	101.51	101.54	1.54
	80.00	80.79	80.60	80.71	80.70	0.70	200.00	200.92	201.08	200.53	200.84	0.84	100.00	101.04	100.90	99.68	100.54	0.54
	80.00	80.33	79.84	78.94	79.70	-0.30	200.00	201.60	201.50	201.90	201.67	1.67	100.00	101.85	103.08	103.33	102.75	2.75
	80.00	80.12	79.78	80.63	80.18	0.18	200.00	201.11	200.68	200.85	200.88	0.88	100.00	101.63	102.32	102.58	102.18	2.18
	80.00	78.24	76.42	78.94	77.87	-2.13	200.00	203.13	202.67	202.98	202.93	2.93	100.00	101.09	102.63	101.60	101.77	1.77
80.00	80.01	78.90	77.47	78.79	-1.21	200.00	203.52	202.61	202.59	202.91	2.91	100.00	101.84	103.68	102.44	102.65	2.65	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS PATRONES ADOQUIN TIPO II

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IIVTF20%	80.00	81.86	81.79	81.19	81.61	1.61	200.00	201.68	202.21	202.55	202.15	2.15	100.00	101.79	99.79	100.18	100.59	0.59
	80.00	75.57	76.48	76.06	76.04	-3.96	200.00	202.78	202.14	202.86	202.59	2.59	100.00	101.95	101.63	102.93	102.17	2.17
	80.00	78.34	78.01	77.70	78.02	-1.98	200.00	201.65	202.13	202.10	201.96	1.96	100.00	100.83	101.33	101.27	101.14	1.14
	80.00	81.84	82.10	81.45	81.80	1.80	200.00	201.87	201.89	202.60	202.12	2.12	100.00	99.43	100.42	101.08	100.31	0.31
	80.00	79.57	81.53	81.93	81.01	1.01	200.00	202.76	202.52	202.54	202.61	2.61	100.00	101.45	102.70	101.16	101.77	1.77
	80.00	80.06	80.40	80.62	80.36	0.36	200.00	201.60	202.28	201.79	201.89	1.89	100.00	101.08	101.70	101.53	101.44	1.44
	80.00	75.72	76.65	76.83	76.40	-3.60	200.00	201.51	201.13	202.20	201.61	1.61	100.00	100.64	100.73	100.84	100.74	0.74
	80.00	80.33	79.83	79.64	79.93	-0.07	200.00	202.21	202.06	201.97	202.08	2.08	100.00	101.08	101.57	100.34	101.00	1.00
	80.00	78.95	79.57	80.69	79.74	-0.26	200.00	202.69	202.63	202.01	202.44	2.44	100.00	99.40	101.20	101.65	100.75	0.75
	80.00	78.67	78.11	76.73	77.84	-2.16	200.00	202.22	202.32	201.77	202.10	2.10	100.00	102.24	102.42	102.79	102.48	2.48
	80.00	79.59	80.63	81.31	80.51	0.51	200.00	202.26	202.53	202.02	202.27	2.27	100.00	101.63	101.93	101.91	101.82	1.82
	80.00	82.52	81.50	79.26	81.09	1.09	200.00	202.49	201.88	186.62	197.00	-3.00	100.00	101.12	101.28	101.63	101.34	1.34
	80.00	77.10	77.74	76.16	77.00	-3.00	200.00	202.32	202.81	202.63	202.59	2.59	100.00	101.37	101.70	100.85	101.31	1.31
80.00	77.13	78.42	77.72	77.76	-2.24	200.00	202.78	202.71	201.87	202.45	2.45	100.00	101.48	101.14	99.14	100.59	0.59	
80.00	79.50	79.89	80.31	79.90	-0.10	200.00	202.26	201.93	202.12	202.10	2.10	100.00	101.46	102.30	101.25	101.67	1.67	
IIVTF25%	80.00	81.10	80.38	78.48	79.99	-0.01	200.00	201.77	201.66	201.57	201.67	1.67	100.00	102.17	102.14	101.84	102.05	2.05
	80.00	80.68	79.56	79.21	79.82	-0.18	200.00	201.76	201.03	200.81	201.20	1.20	100.00	100.86	101.55	101.23	101.21	1.21
	80.00	78.00	78.48	77.43	77.97	-2.03	200.00	201.57	202.63	201.19	201.80	1.80	100.00	100.90	100.34	100.11	100.45	0.45
	80.00	81.84	80.36	78.71	80.30	0.30	200.00	201.51	201.43	201.12	201.35	1.35	100.00	99.45	100.28	101.14	100.29	0.29
	80.00	82.01	81.22	81.53	81.59	1.59	200.00	201.68	201.68	200.78	201.38	1.38	100.00	100.74	101.45	100.21	100.80	0.80
	80.00	78.81	78.75	77.55	78.37	-1.63	200.00	201.00	201.11	201.57	201.23	1.23	100.00	101.49	101.98	102.03	101.83	1.83
	80.00	79.26	81.09	81.86	80.74	0.74	200.00	201.50	202.07	201.96	201.84	1.84	100.00	102.34	103.38	103.70	103.14	3.14
	80.00	82.19	80.88	79.85	80.97	0.97	200.00	202.01	202.27	202.35	202.21	2.21	100.00	101.25	102.18	101.40	101.61	1.61
	80.00	79.84	79.68	80.37	79.96	-0.04	200.00	202.04	201.61	201.41	201.69	1.69	100.00	101.37	102.11	102.37	101.95	1.95
	80.00	78.00	79.06	79.10	78.72	-1.28	200.00	201.74	201.30	202.12	201.72	1.72	100.00	101.13	100.52	100.16	100.60	0.60
	80.00	80.15	81.30	82.12	81.19	1.19	200.00	202.18	201.75	201.67	201.87	1.87	100.00	100.82	101.08	102.30	101.40	1.40
	80.00	79.89	80.38	79.91	80.06	0.06	200.00	200.78	200.66	201.33	200.92	0.92	100.00	100.91	100.77	100.88	100.85	0.85
	80.00	81.30	81.18	80.28	80.92	0.92	200.00	197.74	203.36	203.34	201.48	1.48	100.00	100.20	100.80	101.67	100.89	0.89
80.00	79.51	79.38	79.66	79.52	-0.48	200.00	200.82	201.03	201.11	200.99	0.99	100.00	99.31	100.57	100.84	100.24	0.24	
80.00	77.98	80.33	82.13	80.15	0.15	200.00	200.69	200.78	201.61	201.03	1.03	100.00	100.87	100.27	100.72	100.62	0.62	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS PATRONES ADOQUIN TIPO II

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IIVTF30%	80.00	82.52	82.25	81.67	82.15	2.15	200.00	201.42	201.48	201.33	201.41	1.41	100.00	101.08	101.74	101.31	101.38	1.38
	80.00	82.54	82.76	82.05	82.45	2.45	200.00	200.79	201.21	201.37	201.12	1.12	100.00	99.47	100.45	100.93	100.28	0.28
	80.00	80.61	81.03	81.22	80.95	0.95	200.00	201.51	200.82	201.98	201.44	1.44	100.00	100.54	101.24	101.35	101.04	1.04
	80.00	81.36	81.43	79.92	80.90	0.90	200.00	201.36	201.67	200.60	201.21	1.21	100.00	102.60	102.66	101.98	102.41	2.41
	80.00	81.53	81.94	81.53	81.67	1.67	200.00	201.77	201.96	201.72	201.82	1.82	100.00	101.53	102.10	100.97	101.53	1.53
	80.00	80.47	80.25	79.78	80.17	0.17	200.00	202.39	202.85	202.50	202.58	2.58	100.00	100.71	101.81	101.32	101.28	1.28
	80.00	81.41	82.50	82.98	82.30	2.30	200.00	201.48	199.98	201.12	200.86	0.86	100.00	100.80	100.39	99.80	100.33	0.33
	80.00	83.03	83.56	82.75	83.11	3.11	200.00	201.40	201.30	201.71	201.47	1.47	100.00	101.97	102.55	102.56	102.36	2.36
	80.00	82.17	81.92	81.99	82.03	2.03	200.00	202.02	201.69	196.31	200.01	0.01	100.00	101.25	101.91	101.72	101.63	1.63
	80.00	80.56	80.26	79.04	79.95	-0.05	200.00	201.02	201.42	201.48	201.31	1.31	100.00	100.33	101.32	101.28	100.98	0.98
	80.00	82.08	83.04	82.71	82.61	2.61	200.00	201.31	201.12	201.51	201.31	1.31	100.00	101.13	100.51	100.56	100.73	0.73
	80.00	83.56	83.68	83.76	83.67	3.67	200.00	200.96	200.85	200.78	200.86	0.86	100.00	101.06	101.08	99.71	100.62	0.62
	80.00	81.70	82.21	82.30	82.07	2.07	200.00	201.14	201.66	201.72	201.51	1.51	100.00	101.12	101.13	101.25	101.17	1.17
80.00	82.36	82.01	80.89	81.75	1.75	200.00	201.45	201.54	201.10	201.36	1.36	100.00	100.63	101.60	101.29	101.17	1.17	
80.00	83.20	84.11	83.30	83.54	3.54	200.00	200.98	200.65	200.84	200.82	0.82	100.00	102.10	101.45	100.77	101.44	1.44	
IIVMR15%	80.00	77.41	77.32	75.98	76.90	-3.10	200.00	202.75	201.96	201.85	202.19	2.19	100.00	102.91	102.86	103.51	103.09	3.09
	80.00	81.12	80.36	80.30	80.59	0.59	200.00	201.71	201.59	201.76	201.69	1.69	100.00	101.20	101.46	102.68	101.78	1.78
	80.00	80.11	79.24	80.58	79.98	-0.02	200.00	203.01	202.13	202.94	202.69	2.69	100.00	101.31	100.90	100.85	101.02	1.02
	80.00	80.65	80.96	81.77	81.13	1.13	200.00	201.78	201.43	201.22	201.48	1.48	100.00	99.58	100.62	101.00	100.40	0.40
	80.00	76.84	77.28	76.66	76.93	-3.07	200.00	201.63	201.87	201.45	201.65	1.65	100.00	99.69	101.28	101.63	100.87	0.87
	80.00	79.64	79.61	79.55	79.60	-0.40	200.00	201.37	201.44	202.98	201.93	1.93	100.00	100.53	101.65	101.54	101.24	1.24
	80.00	81.59	81.42	72.85	78.62	-1.38	200.00	202.24	202.97	202.73	202.65	2.65	100.00	102.06	103.01	102.06	102.38	2.38
	80.00	76.85	77.04	77.52	77.14	-2.86	200.00	202.40	202.14	201.80	202.11	2.11	100.00	101.98	101.79	100.90	101.56	1.56
	80.00	81.75	83.25	84.71	83.24	3.24	200.00	189.56	201.93	202.70	198.06	-1.94	100.00	101.72	100.24	100.90	100.95	0.95
	80.00	79.38	80.33	81.05	80.25	0.25	200.00	203.16	203.77	203.78	203.57	3.57	100.00	100.54	100.43	102.19	101.05	1.05
	80.00	77.34	76.82	76.94	77.03	-2.97	200.00	201.12	201.72	201.77	201.54	1.54	100.00	102.36	102.36	101.66	102.13	2.13
	80.00	77.16	76.62	75.45	76.41	-3.59	200.00	202.70	203.40	202.94	203.01	3.01	100.00	102.01	103.65	101.74	102.47	2.47
	80.00	75.92	74.92	74.29	75.04	-4.96	200.00	202.60	198.78	203.04	201.47	1.47	100.00	101.12	101.88	101.87	101.62	1.62
80.00	80.37	79.84	80.13	80.11	0.11	200.00	205.00	205.37	203.90	204.76	4.76	100.00	104.33	102.56	102.38	103.09	3.09	
80.00	80.30	80.17	80.05	80.17	0.17	200.00	203.97	203.53	203.19	203.56	3.56	100.00	102.16	100.39	100.88	101.14	1.14	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS PATRONES ADOQUIN TIPO II

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IIVMR20%	80.00	80.94	82.14	83.00	82.03	2.03	200.00	199.79	199.41	199.82	199.67	-0.33	100.00	101.22	100.86	100.90	100.99	0.99
	80.00	81.77	81.25	80.87	81.30	1.30	200.00	201.93	202.28	202.03	202.08	2.08	100.00	101.80	102.08	99.46	101.11	1.11
	80.00	81.91	82.20	82.04	82.05	2.05	200.00	201.37	201.93	201.93	201.74	1.74	100.00	100.94	100.90	101.31	101.05	1.05
	80.00	80.43	80.65	80.67	80.58	0.58	200.00	202.06	202.65	201.67	202.13	2.13	100.00	103.09	103.16	101.86	102.70	2.70
	80.00	77.21	76.51	75.81	76.51	-3.49	200.00	203.69	202.21	202.28	202.73	2.73	100.00	100.81	101.90	101.76	101.49	1.49
	80.00	78.43	78.30	77.33	78.02	-1.98	200.00	199.71	202.63	202.24	201.53	1.53	100.00	102.42	100.99	100.10	101.17	1.17
	80.00	77.00	78.44	78.62	78.02	-1.98	200.00	203.23	203.50	203.45	203.39	3.39	100.00	101.78	102.66	102.36	102.27	2.27
	80.00	77.81	77.29	76.23	77.11	-2.89	200.00	194.96	203.42	203.65	200.68	0.68	100.00	102.75	102.30	103.43	102.83	2.83
	80.00	78.37	79.31	79.51	79.06	-0.94	200.00	202.12	202.22	201.35	201.90	1.90	100.00	101.95	101.77	101.52	101.75	1.75
	80.00	81.75	81.44	82.00	81.73	1.73	200.00	200.84	200.80	201.27	200.97	0.97	100.00	101.69	100.51	100.85	101.02	1.02
	80.00	79.02	79.33	79.81	79.39	-0.61	200.00	201.42	198.44	201.13	200.33	0.33	100.00	103.20	102.26	101.74	102.40	2.40
	80.00	81.78	81.30	80.50	81.19	1.19	200.00	201.65	202.38	202.33	202.12	2.12	100.00	101.36	101.55	101.58	101.50	1.50
	80.00	81.60	81.43	81.30	81.44	1.44	200.00	201.89	201.99	200.92	201.60	1.60	100.00	99.96	100.96	101.22	100.71	0.71
	80.00	81.25	81.37	80.74	81.12	1.12	200.00	202.62	202.48	201.75	202.28	2.28	100.00	101.74	102.10	101.48	101.77	1.77
80.00	81.02	80.27	79.48	80.26	0.26	200.00	201.96	201.85	202.35	202.05	2.05	100.00	101.66	101.05	100.71	101.14	1.14	
IIVMR25%	80.00	82.57	82.72	81.86	82.38	2.38	200.00	202.77	201.78	201.91	202.15	2.15	100.00	101.72	101.39	100.85	101.32	1.32
	80.00	80.38	80.93	80.46	80.59	0.59	200.00	200.99	200.12	200.97	200.69	0.69	100.00	101.16	100.61	100.43	100.73	0.73
	80.00	80.84	80.05	80.04	80.31	0.31	200.00	202.19	201.46	201.46	201.70	1.70	100.00	101.39	102.08	100.79	101.42	1.42
	80.00	80.65	80.97	79.58	80.40	0.40	200.00	202.76	202.61	202.61	202.66	2.66	100.00	101.55	101.23	100.65	101.14	1.14
	80.00	80.97	81.78	81.60	81.45	1.45	200.00	202.11	201.98	201.98	202.02	2.02	100.00	100.78	101.19	101.39	101.12	1.12
	80.00	82.67	81.82	81.42	81.97	1.97	200.00	201.50	202.01	205.51	203.01	3.01	100.00	103.04	103.89	102.72	103.22	3.22
	80.00	80.75	80.29	79.87	80.30	0.30	200.00	202.15	201.90	201.16	201.74	1.74	100.00	102.11	103.41	103.24	102.92	2.92
	80.00	82.02	82.24	81.38	81.88	1.88	200.00	202.48	202.34	202.51	202.44	2.44	100.00	101.34	100.47	100.81	100.87	0.87
	80.00	80.35	80.63	80.30	80.43	0.43	200.00	201.84	202.18	202.43	202.15	2.15	100.00	99.67	101.78	101.21	100.89	0.89
	80.00	81.92	82.40	81.85	82.06	2.06	200.00	201.93	202.33	201.82	202.03	2.03	100.00	99.64	101.50	101.26	100.80	0.80
	80.00	82.01	83.54	82.87	82.81	2.81	200.00	202.89	201.91	202.63	202.48	2.48	100.00	101.16	101.32	100.50	100.99	0.99
	80.00	81.35	81.83	81.60	81.59	1.59	200.00	203.01	203.00	203.55	203.19	3.19	100.00	101.62	103.24	103.36	102.74	2.74
	80.00	79.84	80.85	80.12	80.27	0.27	200.00	201.81	201.09	201.41	201.44	1.44	100.00	101.31	100.77	100.43	100.84	0.84
	80.00	80.91	81.11	80.47	80.83	0.83	200.00	202.41	202.36	202.27	202.35	2.35	100.00	101.60	101.75	101.23	101.53	1.53
80.00	83.34	83.08	82.70	83.04	3.04	200.00	201.78	201.97	201.46	201.74	1.74	100.00	101.13	100.84	99.71	100.56	0.56	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS PATRONES ADOQUIN TIPO II

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IIVMR30%	80.00	77.43	78.81	79.51	78.58	-1.42	200.00	202.61	201.85	203.48	202.65	2.65	100.00	101.31	101.20	100.49	101.00	1.00
	80.00	77.29	77.52	79.13	77.98	-2.02	200.00	202.97	203.16	202.52	202.88	2.88	100.00	103.55	103.90	102.62	112.36	12.36
	80.00	77.77	79.23	80.47	79.16	-0.84	200.00	202.42	203.15	202.56	202.71	2.71	100.00	102.50	102.50	101.93	102.31	2.31
	80.00	79.07	80.37	81.58	80.34	0.34	200.00	200.93	202.02	202.61	201.85	1.85	100.00	101.64	101.64	101.63	101.64	1.64
	80.00	80.59	80.80	81.15	80.85	0.85	200.00	201.76	202.35	202.62	202.24	2.24	100.00	101.42	101.42	101.32	101.39	1.39
	80.00	81.68	81.89	80.20	81.26	1.26	200.00	201.28	202.24	202.03	201.85	1.85	100.00	100.58	99.32	100.60	100.17	0.17
	80.00	78.69	80.83	78.90	79.47	-0.53	200.00	201.36	201.77	202.65	201.93	1.93	100.00	100.56	100.79	101.15	100.83	0.83
	80.00	81.14	82.00	82.66	81.93	1.93	200.00	202.23	202.52	202.37	202.37	2.37	100.00	101.36	102.53	102.88	102.26	2.26
	80.00	78.52	78.59	80.82	79.31	-0.69	200.00	203.35	203.69	203.57	203.54	3.54	100.00	104.13	102.65	102.23	103.00	3.00
	80.00	81.46	80.46	78.40	80.11	0.11	200.00	202.15	202.17	202.30	202.21	2.21	100.00	101.72	101.19	101.35	101.42	1.42
	80.00	78.51	79.65	80.22	79.46	-0.54	200.00	202.50	203.55	203.56	203.20	3.20	100.00	99.99	101.81	101.50	101.10	1.10
	80.00	79.97	80.74	81.91	80.87	0.87	200.00	202.10	202.00	202.62	202.24	2.24	100.00	101.82	102.14	101.90	101.95	1.95
	80.00	78.29	79.80	80.49	79.53	-0.47	200.00	202.86	202.89	203.78	203.18	3.18	100.00	101.45	102.30	101.92	101.89	1.89
	80.00	77.71	80.56	80.56	79.61	-0.39	200.00	203.38	203.25	204.22	203.62	3.62	100.00	101.83	102.05	102.04	101.97	1.97
	80.00	79.56	80.99	80.57	80.37	0.37	200.00	201.05	201.92	202.14	201.70	1.70	100.00	99.77	101.20	100.82	100.60	0.60
IIVMA15%	80.00	80.30	81.17	80.12	80.53	0.53	200.00	201.43	201.15	201.59	201.39	1.39	100.00	100.61	100.88	101.12	100.87	0.87
	80.00	80.97	81.38	81.53	81.29	1.29	200.00	201.52	201.36	200.80	201.23	1.23	100.00	100.60	100.02	99.72	100.11	0.11
	80.00	75.45	74.73	75.97	75.38	-4.62	200.00	203.36	202.43	201.82	202.54	2.54	100.00	103.66	102.49	102.65	102.93	2.93
	80.00	80.53	81.50	80.91	80.98	0.98	200.00	202.09	201.74	201.84	201.89	1.89	100.00	101.22	100.51	101.15	100.96	0.96
	80.00	75.72	75.93	75.90	75.85	-4.15	200.00	202.16	202.46	201.97	202.20	2.20	100.00	99.35	101.91	100.71	100.66	0.66
	80.00	80.81	81.25	80.00	80.69	0.69	200.00	200.59	201.39	201.74	201.24	1.24	100.00	100.80	100.11	100.72	100.54	0.54
	80.00	77.41	76.81	74.47	76.23	-3.77	200.00	202.66	202.86	203.58	203.03	3.03	100.00	102.50	101.21	100.97	101.56	1.56
	80.00	79.60	79.09	78.67	79.12	-0.88	200.00	201.81	201.46	201.51	201.59	1.59	100.00	103.28	102.64	101.96	102.63	2.63
	80.00	80.29	80.29	80.17	80.25	0.25	200.00	201.33	201.58	198.01	200.31	0.31	100.00	102.57	102.43	101.90	102.30	2.30
80.00	76.16	77.21	75.52	76.30	-3.70	200.00	203.46	204.09	204.37	203.97	3.97	100.00	102.50	102.84	102.25	102.53	2.53	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS PATRONES ADOQUIN TIPO II

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IIVMA20%	80.00	82.17	82.02	81.90	82.03	2.03	200.00	200.99	201.30	201.28	201.19	1.19	100.00	99.28	100.19	100.66	100.04	0.04
	80.00	81.16	81.82	81.27	81.42	1.42	200.00	201.99	201.59	196.49	200.02	0.02	100.00	100.31	99.74	100.80	100.28	0.28
	80.00	82.08	80.28	79.56	80.64	0.64	200.00	200.88	200.99	201.11	200.99	0.99	100.00	99.66	100.82	100.72	100.40	0.40
	80.00	80.41	79.47	78.29	79.39	-0.61	200.00	201.76	202.15	202.41	202.11	2.11	100.00	101.90	102.45	102.94	102.43	2.43
	80.00	79.93	80.94	78.63	79.83	-0.17	200.00	202.42	202.41	199.86	201.56	1.56	100.00	102.21	101.06	100.78	101.35	1.35
	80.00	78.77	77.23	77.76	77.92	-2.08	200.00	203.05	204.36	205.04	204.15	4.15	100.00	101.21	101.14	100.50	100.95	0.95
	80.00	78.48	78.93	80.34	79.25	-0.75	200.00	203.61	203.93	204.55	204.03	4.03	100.00	102.13	100.32	100.26	100.90	0.90
	80.00	76.32	76.06	77.77	76.72	-3.28	200.00	204.33	205.79	204.17	204.76	4.76	100.00	101.36	101.57	101.51	101.48	1.48
	80.00	77.85	79.84	80.29	79.33	-0.67	200.00	204.85	204.13	204.29	204.42	4.42	100.00	101.85	99.85	100.35	100.68	0.68
80.00	78.63	80.99	78.65	79.42	-0.58	200.00	197.05	207.55	206.19	203.60	3.60	100.00	102.75	102.66	97.99	101.13	1.13	
IIVMA25%	80.00	80.84	80.60	81.04	80.83	0.83	200.00	201.25	201.35	201.39	201.33	1.33	100.00	101.18	101.02	99.18	100.46	0.46
	80.00	81.22	81.18	81.80	81.40	1.40	200.00	200.90	201.38	201.40	201.23	1.23	100.00	99.40	100.64	100.90	100.31	0.31
	80.00	78.83	81.23	81.14	80.40	0.40	200.00	202.96	202.63	202.52	202.70	2.70	100.00	100.92	102.12	101.32	101.45	1.45
	80.00	79.64	80.22	80.62	80.16	0.16	200.00	201.30	201.26	201.37	201.31	1.31	100.00	101.63	102.30	103.26	102.40	2.40
	80.00	82.43	81.12	82.16	81.90	1.90	200.00	203.82	203.20	200.40	202.47	2.47	100.00	101.01	100.55	100.31	100.62	0.62
	80.00	82.69	82.20	81.70	82.20	2.20	200.00	200.69	200.80	200.91	200.80	0.80	100.00	101.58	102.48	101.26	101.77	1.77
	80.00	80.80	81.26	81.27	81.11	1.11	200.00	189.26	194.84	201.38	195.16	-4.84	100.00	101.15	100.64	100.99	100.93	0.93
	80.00	81.10	82.03	82.69	81.94	1.94	200.00	191.99	194.78	193.34	193.37	-6.63	100.00	100.76	99.68	92.73	97.72	-2.28
	80.00	80.79	80.54	80.91	80.75	0.75	200.00	194.32	190.36	191.51	192.06	-7.94	100.00	102.22	101.67	101.45	101.78	1.78
80.00	81.75	80.71	79.72	80.73	0.73	200.00	202.28	201.93	201.46	201.89	1.89	100.00	101.33	100.17	100.32	100.61	0.61	
IIVTG15%	80.00	81.50	81.22	82.51	81.74	1.74	200.00	203.55	203.79	202.66	203.33	3.33	100.00	101.17	101.03	101.73	101.31	1.31
	80.00	80.85	80.70	80.70	80.75	0.75	200.00	201.68	202.05	201.04	201.59	1.59	100.00	101.95	102.95	102.92	102.61	2.61
	80.00	80.23	79.54	79.00	79.59	-0.41	200.00	175.73	192.54	196.23	188.17	-11.83	100.00	101.15	101.03	100.71	100.96	0.96
	80.00	79.70	80.85	80.57	80.37	0.37	200.00	203.01	202.96	202.85	202.94	2.94	100.00	101.05	101.74	101.88	101.56	1.56
	80.00	80.51	80.10	80.51	80.37	0.37	200.00	201.15	201.04	201.85	201.35	1.35	100.00	100.85	100.23	101.68	100.92	0.92
	80.00	80.20	80.03	79.91	80.05	0.05	200.00	201.51	200.88	200.64	201.01	1.01	100.00	100.59	100.02	99.80	100.14	0.14
	80.00	81.41	80.66	79.44	80.50	0.50	200.00	202.75	202.24	202.32	202.44	2.44	100.00	101.49	101.11	99.18	100.59	0.59
	80.00	80.36	80.48	80.63	80.49	0.49	200.00	201.99	202.49	202.31	202.26	2.26	100.00	96.44	101.19	99.76	99.13	-0.87
	80.00	80.11	81.03	80.99	80.71	0.71	200.00	190.12	192.86	189.98	190.99	-9.01	100.00	88.09	92.17	95.72	91.99	-8.01
80.00	80.15	80.11	80.27	80.18	0.18	200.00	185.53	177.97	182.20	181.90	-18.10	100.00	92.09	100.58	101.29	97.99	-2.01	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS PATRONES ADOQUIN TIPO II

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
IIVTG30%	80.00	80.03	79.72	78.61	79.45	-0.55	200.00	201.32	201.79	201.50	201.54	1.54	100.00	101.16	100.70	99.32	100.39	0.39
	80.00	77.88	78.88	78.51	78.42	-1.58	200.00	201.60	201.20	200.62	201.14	1.14	100.00	101.50	102.04	102.35	101.96	1.96
	80.00	81.80	81.45	81.11	81.45	1.45	200.00	201.76	201.32	201.54	201.54	1.54	100.00	101.48	101.63	100.82	101.31	1.31
	80.00	79.81	80.00	82.60	80.80	0.80	200.00	201.53	202.13	201.40	201.69	1.69	100.00	100.92	101.43	99.32	100.56	0.56
	80.00	79.21	80.27	80.77	80.08	0.08	200.00	200.87	200.98	201.43	201.09	1.09	100.00	101.04	100.68	102.04	101.25	1.25
	80.00	81.34	80.75	82.56	81.55	1.55	200.00	200.85	201.14	201.48	201.16	1.16	100.00	101.01	101.13	101.00	101.05	1.05
	80.00	82.76	81.91	81.73	82.13	2.13	200.00	201.57	201.20	194.88	199.22	-0.78	100.00	101.30	102.01	100.75	101.35	1.35
	80.00	77.82	77.88	78.14	77.95	-2.05	200.00	201.54	201.36	201.90	201.60	1.60	100.00	100.98	100.74	100.53	100.75	0.75
	80.00	82.31	82.45	81.35	82.04	2.04	200.00	201.81	200.74	201.46	201.34	1.34	100.00	101.42	100.94	100.06	100.81	0.81
80.00	78.48	79.28	78.50	78.75	-1.25	200.00	201.64	201.72	200.86	201.41	1.41	100.00	101.16	96.65	100.98	99.60	-0.40	
IIVTG45%	80.00	79.88	79.55	79.21	79.55	-0.45	200.00	202.57	202.81	201.50	202.29	2.29	100.00	101.99	102.16	102.15	102.10	2.10
	80.00	80.21	80.20	81.33	80.58	0.58	200.00	201.05	201.58	200.85	201.16	1.16	100.00	100.65	101.11	101.66	101.14	1.14
	80.00	81.29	80.73	79.62	80.55	0.55	200.00	201.47	200.77	200.66	200.97	0.97	100.00	101.09	100.31	101.16	100.85	0.85
	80.00	80.96	81.47	81.35	81.26	1.26	200.00	201.35	200.86	200.57	200.93	0.93	100.00	101.37	100.64	99.43	100.48	0.48
	80.00	78.04	78.15	77.96	78.05	-1.95	200.00	202.68	202.51	203.21	202.80	2.80	100.00	101.33	101.29	102.18	101.60	1.60
	80.00	79.80	80.10	80.23	80.04	0.04	200.00	200.95	201.05	201.14	201.05	1.05	100.00	100.08	100.46	100.85	100.46	0.46
	80.00	79.36	78.27	76.48	78.04	-1.96	200.00	202.02	201.04	201.40	201.49	1.49	100.00	101.08	100.04	100.51	100.54	0.54
	80.00	79.06	80.14	80.29	79.83	-0.17	200.00	203.03	199.36	202.67	201.69	1.69	100.00	101.87	101.45	102.27	101.86	1.86
	80.00	80.07	80.23	80.80	80.37	0.37	200.00	202.05	201.11	201.40	201.52	1.52	100.00	101.71	102.29	103.14	102.38	2.38
80.00	79.99	79.30	77.48	78.92	-1.08	200.00	202.32	202.92	202.36	202.53	2.53	100.00	99.27	100.81	101.93	100.67	0.67	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS GENERALES SIN VIDRIO

DISEÑO	ESPESOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
ACI420	80.00	79.00	81.00	81.00	80.33	0.33	200.00	200.00	201.00	200.00	200.33	0.33	100.00	100.00	100.00	101.00	100.33	0.33
	80.00	82.00	82.00	81.00	81.67	1.67	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
	80.00	78.00	84.00	81.00	81.00	1.00	200.00	203.00	201.00	200.00	201.33	1.33	100.00	100.00	101.00	100.00	100.33	0.33
	80.00	75.00	78.00	80.00	77.67	-2.33	200.00	202.00	201.00	201.00	201.33	1.33	100.00	102.00	103.00	101.00	102.00	2.00
	80.00	79.00	80.00	81.00	80.00	0.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
	80.00	82.65	81.10	77.42	80.39	0.39	200.00	202.86	203.80	203.78	203.48	3.48	100.00	101.01	100.97	99.90	100.63	0.63
	80.00	83.62	80.80	73.73	79.38	-0.62	200.00	205.85	205.03	204.88	205.25	5.25	100.00	101.22	100.49	100.91	100.87	0.87
	80.00	76.28	78.20	75.80	76.76	-3.24	200.00	205.30	204.72	204.44	204.82	4.82	100.00	101.30	101.90	101.13	101.44	1.44
	80.00	76.91	80.05	79.66	78.87	-1.13	200.00	203.77	204.64	202.25	203.55	3.55	100.00	99.76	100.89	102.12	100.92	0.92
	80.00	81.42	81.96	81.07	81.48	1.48	200.00	203.01	202.01	202.33	202.45	2.45	100.00	99.40	100.48	100.70	100.19	0.19
	80.00	81.09	81.75	78.78	80.54	0.54	200.00	205.21	204.66	203.81	204.56	4.56	100.00	101.70	102.43	103.30	102.48	2.48
	80.00	79.51	78.34	75.70	77.85	-2.15	200.00	205.57	207.22	174.99	195.93	-4.07	100.00	100.62	102.30	102.50	101.81	1.81
	80.00	79.17	80.12	77.08	78.79	-1.21	200.00	202.62	203.03	202.16	202.60	2.60	100.00	99.34	101.85	102.24	101.14	1.14
80.00	79.50	80.82	79.99	80.10	0.10	200.00	202.08	202.39	203.04	202.50	2.50	100.00	101.44	101.86	101.79	101.70	1.70	
80.00	81.46	81.07	80.90	81.14	1.14	200.00	202.97	204.65	203.26	203.63	3.63	100.00	99.92	101.78	102.01	101.24	1.24	
WALKER 420	80.00	73.86	74.68	72.94	73.83	-6.17	200.00	208.59	206.83	206.47	207.30	7.30	100.00	101.55	103.36	103.45	102.79	2.79
	80.00	80.34	78.51	76.04	78.30	-1.70	200.00	204.32	203.68	204.72	204.24	4.24	100.00	100.94	100.87	100.61	100.81	0.81
	80.00	80.34	78.51	76.04	78.30	-1.70	200.00	205.81	206.86	205.65	206.11	6.11	100.00	102.03	99.82	100.83	100.89	0.89
	80.00	81.32	80.28	80.29	80.63	0.63	200.00	201.76	199.00	202.22	200.99	0.99	100.00	100.38	102.68	101.39	101.48	1.48
	80.00	75.14	81.60	79.53	78.76	-1.24	200.00	205.17	205.60	204.85	205.21	5.21	100.00	104.25	105.61	102.65	104.17	4.17
	80.00	79.60	80.94	82.64	81.06	1.06	200.00	203.90	203.48	202.70	203.36	3.36	100.00	103.07	101.87	101.51	102.15	2.15
	80.00	78.87	78.82	79.26	78.98	-1.02	200.00	206.58	207.82	206.38	206.93	6.93	100.00	101.81	102.12	99.98	101.30	1.30
	80.00	75.87	76.90	71.68	74.82	-5.18	200.00	207.33	209.03	209.82	208.73	8.73	100.00	107.91	106.88	104.52	106.44	6.44
	80.00	80.18	81.15	78.46	79.93	-0.07	200.00	201.71	205.62	203.68	203.67	3.67	100.00	102.22	104.65	103.84	103.57	3.57
	80.00	83.43	80.74	81.14	81.77	1.77	200.00	204.46	204.67	202.79	203.97	3.97	100.00	101.92	104.66	102.29	102.96	2.96
	80.00	80.59	80.53	81.59	80.90	0.90	200.00	203.56	201.99	205.78	203.78	3.78	100.00	102.21	101.48	99.85	101.18	1.18
	80.00	74.02	77.75	77.44	76.40	-3.60	200.00	207.34	208.53	208.03	207.97	7.97	100.00	104.76	104.16	101.93	103.62	3.62
	80.00	77.09	78.16	76.76	77.34	-2.66	200.00	190.88	206.95	205.89	201.24	1.24	100.00	101.81	101.04	80.83	94.56	-5.44
80.00	72.99	78.28	79.74	77.00	-3.00	200.00	206.97	208.47	208.34	207.93	7.93	100.00	102.66	102.24	99.11	101.34	1.34	
80.00	76.09	80.84	80.85	79.26	-0.74	200.00	205.16	205.76	205.30	205.41	5.41	100.00	103.11	103.56	102.38	103.02	3.02	

TOLERANCIA DIMENSIONAL DE DISEÑOS GENERALES SIN VIDRIO

DISEÑO	ESPOSOR						LARGO						ANCHO					
	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)	D. NOMINAL (mm)	D 1 (mm)	D 2 (mm)	D 3 (mm)	PROMEDIO	VARIACION (mm)
MF420	80.00	78.00	79.00	80.00	79.00	-1.00	200.00	204.00	204.50	204.50	204.33	4.33	100.00	102.20	102.00	102.50	102.23	2.23
	80.00	75.70	78.50	74.50	76.23	-3.77	200.00	205.00	204.00	204.00	204.33	4.33	100.00	102.00	105.00	103.00	103.33	3.33
	80.00	79.50	81.50	80.00	80.33	0.33	200.00	202.00	203.00	204.00	203.00	3.00	100.00	103.00	101.00	101.50	101.83	1.83
	80.00	79.50	80.50	80.50	80.17	0.17	200.00	203.00	203.00	203.00	203.00	3.00	100.00	101.50	101.00	101.00	101.17	1.17
	80.00	78.15	80.82	80.51	79.83	-0.17	200.00	201.91	203.40	203.34	202.88	2.88	100.00	103.29	101.09	101.06	101.81	1.81
	80.00	80.76	80.01	79.48	80.08	0.08	200.00	203.80	202.90	203.13	203.28	3.28	100.00	102.72	102.20	100.99	101.97	1.97
	80.00	81.10	81.49	78.65	80.41	0.41	200.00	203.00	202.50	202.45	202.65	2.65	100.00	101.65	100.85	101.28	101.26	1.26
	80.00	81.03	81.02	79.83	80.63	0.63	200.00	203.73	204.24	204.12	204.03	4.03	100.00	103.14	103.93	103.08	103.38	3.38
	80.00	80.60	80.58	80.08	80.42	0.42	200.00	201.11	201.74	201.17	201.34	1.34	100.00	99.48	100.40	100.60	100.16	0.16
	80.00	79.40	80.24	79.84	79.83	-0.17	200.00	203.09	202.48	202.19	202.59	2.59	100.00	100.53	100.70	99.96	100.40	0.40
	80.00	80.76	81.00	79.88	80.55	0.55	200.00	205.41	204.64	203.83	204.63	4.63	100.00	103.08	105.93	103.08	104.03	4.03
	80.00	78.41	79.22	81.29	79.64	-0.36	200.00	204.30	204.53	204.81	204.55	4.55	100.00	102.81	103.35	102.33	102.83	2.83
	80.00	80.15	79.75	79.06	79.65	-0.35	200.00	205.52	206.10	205.14	205.59	5.59	100.00	104.10	105.51	104.68	104.76	4.76
80.00	79.41	80.21	79.00	79.54	-0.46	200.00	204.15	203.99	204.02	204.05	4.05	100.00	102.36	104.52	103.97	103.62	3.62	
80.00	79.48	80.33	78.18	79.33	-0.67	200.00	201.30	202.04	201.09	201.48	1.48	100.00	102.80	102.39	101.43	102.21	2.21	
ACI320	60.00	55.90	56.00	56.30	56.07	-3.93	200.00	200.91	200.87	200.78	200.85	0.85	100.00	99.57	101.12	100.61	100.43	0.43
	60.00	58.94	60.56	60.97	60.16	0.16	200.00	200.11	201.27	201.00	200.79	0.79	100.00	102.13	101.88	101.55	101.85	1.85
	60.00	61.04	61.42	59.90	60.79	0.79	200.00	200.72	201.13	201.40	201.08	1.08	100.00	100.48	101.42	100.89	100.93	0.93
	60.00	61.04	61.42	59.90	60.79	0.79	200.00	201.41	200.31	200.42	200.71	0.71	100.00	101.44	102.79	102.35	102.19	2.19
	60.00	59.90	66.39	67.91	64.73	4.73	200.00	198.65	199.97	201.53	200.05	0.05	100.00	104.11	106.08	103.55	104.58	4.58
	60.00	56.74	56.20	55.62	56.19	-3.81	200.00	200.23	200.63	200.33	200.40	0.40	100.00	99.32	100.53	100.37	100.07	0.07
	60.00	58.79	62.35	61.02	60.72	0.72	200.00	203.13	203.48	202.51	203.04	3.04	100.00	102.93	101.77	102.17	102.29	2.29
	60.00	58.35	58.20	56.36	57.64	-2.36	200.00	203.33	203.48	202.51	203.11	3.11	100.00	101.68	101.50	101.66	101.61	1.61
	60.00	58.71	61.04	61.51	60.42	0.42	200.00	201.47	201.43	201.14	201.35	1.35	100.00	102.11	102.62	102.07	102.27	2.27
	60.00	57.55	64.46	66.90	62.97	2.97	200.00	204.13	203.43	203.63	203.73	3.73	100.00	104.40	103.40	102.40	103.40	3.40
	60.00	60.19	59.57	59.36	59.71	-0.29	200.00	202.90	202.81	202.58	202.76	2.76	100.00	100.91	101.30	100.04	100.75	0.75
	60.00	59.77	60.44	80.51	66.91	6.91	200.00	201.18	201.36	201.77	201.44	1.44	100.00	103.34	100.62	101.99	101.98	1.98
	60.00	60.06	61.32	60.14	60.51	0.51	200.00	200.38	201.28	201.42	201.03	1.03	100.00	99.03	100.97	101.23	100.41	0.41
60.00	61.45	61.41	56.37	59.74	-0.26	200.00	200.69	203.01	203.20	202.30	2.30	100.00	100.48	100.52	102.68	101.23	1.23	



**IV. TABLAS DE RESISTENCIA A LOS
ADOQUINES**



RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑO ADOQUINES TIPO I									
DISEÑO	Nº	FECHA ELAB.	FECHA ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)
PATRON TIPO I DISEÑO O'REILLY 320 kg/cm ²	1	03/07/2019	10/07/2019	7	77777	205.9	388.9	377.8	359.3
	2	03/07/2019	10/07/2019	7	79940	206.5	399.7	387.0	
	3	03/07/2019	10/07/2019	7	71909	206.7	359.5	348.0	
	4	03/07/2019	10/07/2019	7	71662	209.4	358.3	342.3	
	5	03/07/2019	10/07/2019	7	70881	207.7	354.4	341.3	
	6	03/07/2019	17/07/2019	14	74682	207.0	373.4	360.9	408.8
	7	03/07/2019	17/07/2019	14	89102	208.2	445.5	427.9	
	8	03/07/2019	17/07/2019	14	95467	204.3	477.3	467.2	
	9	03/07/2019	17/07/2019	14	73749	207.8	368.7	355.0	
	10	03/07/2019	17/07/2019	14	91787	211.9	458.9	433.2	
	11	03/07/2019	31/07/2019	28	80634	207.2	403.2	389.2	404.2
	12	03/07/2019	31/07/2019	28	86392	206.2	432.0	418.9	
	13	03/07/2019	31/07/2019	28	93448	206.9	467.2	451.6	
	14	03/07/2019	31/07/2019	28	80902	207.5	404.5	389.9	
	15	03/07/2019	31/07/2019	28	76764	206.7	383.8	371.4	
IVTF15%	1	09/07/2019	16/07/2019	7	63626	208.7	318.1	304.9	326.2
	2	09/07/2019	16/07/2019	7	62742	204.9	313.7	306.2	
	3	09/07/2019	16/07/2019	7	66384	205.4	331.9	323.1	
	4	09/07/2019	16/07/2019	7	75844	212.3	379.2	357.3	
	5	09/07/2019	16/07/2019	7	71619	210.9	358.1	339.5	
	6	06/08/2019	20/08/2019	14	75960	203.4	379.8	373.4	379.0
	7	06/08/2019	20/08/2019	14	63889	203.0	319.4	314.7	
	8	06/08/2019	20/08/2019	14	82131	204.0	410.7	402.7	
	9	06/08/2019	20/08/2019	14	86473	204.6	432.4	422.6	
	10	06/08/2019	20/08/2019	14	77274	202.5	386.4	381.7	
	11	06/08/2019	02/09/2019	27	82167	207.4	410.8	396.2	416.7
	12	06/08/2019	02/09/2019	27	85815	206.1	429.1	416.5	
	13	06/08/2019	02/09/2019	27	94989	204.4	474.9	464.6	
	14	06/08/2019	02/09/2019	27	86321	204.0	431.6	423.2	
	15	06/08/2019	02/09/2019	27	77336	202.0	386.7	382.8	
IVTF20%	1	19/07/2019	26/07/2019	7	70025	205.3	350.1	341.1	357.6
	2	19/07/2019	26/07/2019	7	71293	193.7	356.5	368.1	
	3	19/07/2019	26/07/2019	7	69311	203.6	346.6	340.5	
	4	19/07/2019	26/07/2019	7	70926	206.1	354.6	344.1	
	5	19/07/2019	26/07/2019	7	82030	208.0	410.2	394.3	
	6	19/07/2019	02/08/2019	14	85547	202.9	427.7	421.6	414.1
	7	19/07/2019	02/08/2019	14	86621	206.3	433.1	419.9	
	8	06/08/2019	20/08/2019	14	80070	205.9	400.4	388.8	
	9	06/08/2019	20/08/2019	14	85757	204.4	428.8	419.5	
	10	06/08/2019	20/08/2019	14	84728	201.3	423.6	420.8	
	11	06/08/2019	03/09/2019	28	85431	208.2	427.2	410.4	440.1
	12	06/08/2019	03/09/2019	28	92883	201.1	464.4	461.9	
	13	06/08/2019	03/09/2019	28	91001	202.5	455.0	449.3	
	14	06/08/2019	03/09/2019	28	91688	205.8	458.4	445.5	
	15	06/08/2019	03/09/2019	28	89590	206.6	448.0	433.6	

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑO ADOQUINES TIPO I									
DISEÑO	N°	FECHA ELAB.	FECHA ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)
IVTF25%	1	22/07/2019	31/07/2019	9	79270	203.6	396.4	389.3	382.7
	2	22/07/2019	31/07/2019	9	79587	207.7	397.9	383.2	
	3	22/07/2019	31/07/2019	9	78379	207.9	391.9	377.0	
	4	22/07/2019	31/07/2019	9	73360	207.3	366.8	353.8	
	5	22/07/2019	31/07/2019	9	84855	206.7	424.3	410.5	
	6	22/07/2019	05/08/2019	14	89873	206.7	449.4	434.7	428.7
	7	22/07/2019	05/08/2019	14	87152	203.2	435.8	428.8	
	8	22/07/2019	05/08/2019	14	87510	206.8	437.6	423.3	
	9	22/07/2019	05/08/2019	14	81034	205.9	405.2	393.5	
	10	22/07/2019	05/08/2019	14	94911	204.9	474.6	463.1	
	11	22/07/2019	19/08/2019	28	77034	204.4	385.2	377.0	435.2
	12	22/07/2019	19/08/2019	28	88248	205.2	441.2	430.1	
	13	22/07/2019	19/08/2019	28	96096	205.3	480.5	468.0	
	14	22/07/2019	19/08/2019	28	88004	205.7	440.0	427.7	
	15	22/07/2019	19/08/2019	28	97121	205.2	485.6	473.3	
IVTF30%	1	23/07/2019	31/07/2019	8	61505	206.0	307.5	298.6	307.0
	2	23/07/2019	31/07/2019	8	60427	202.3	302.1	298.7	
	3	23/07/2019	31/07/2019	8	67728	207.1	338.6	327.0	
	4	23/07/2019	31/07/2019	8	61232	206.7	306.2	296.3	
	5	23/07/2019	31/07/2019	8	64802	206.0	324.0	314.6	
	6	22/07/2019	05/08/2019	14	82499	207.8	412.5	397.1	383.6
	7	22/07/2019	05/08/2019	14	75397	204.2	377.0	369.2	
	8	22/07/2019	05/08/2019	14	72680	205.5	363.4	353.6	
	9	22/07/2019	05/08/2019	14	82824	204.9	414.1	404.2	
	10	22/07/2019	05/08/2019	14	81276	206.5	406.4	393.6	
	11	23/07/2019	20/08/2019	28	75446	203.8	377.2	370.2	390.2
	12	23/07/2019	20/08/2019	28	86308	207.5	431.5	416.0	
	13	23/07/2019	20/08/2019	28	77582	204.5	387.9	379.4	
	14	23/07/2019	20/08/2019	28	81728	204.5	408.6	399.6	
	15	23/07/2019	20/08/2019	28	77869	201.8	389.3	385.9	
IVMR15%	1	23/07/2019	31/07/2019	8	70673	205.2	353.4	344.5	334.8
	2	23/07/2019	31/07/2019	8	69931	206.9	349.7	338.0	
	3	23/07/2019	31/07/2019	8	68679	209.9	343.4	327.2	
	4	23/07/2019	31/07/2019	8	68715	206.4	343.6	332.9	
	5	23/07/2019	31/07/2019	8	68516	206.5	342.6	331.7	
	6	24/07/2019	08/08/2019	15	77784	204.2	388.9	381.0	364.7
	7	24/07/2019	08/08/2019	15	81647	204.5	408.2	399.2	
	8	24/07/2019	08/08/2019	15	67362	206.5	336.8	326.3	
	9	24/07/2019	08/08/2019	15	78106	204.8	390.5	381.4	
	10	24/07/2019	08/08/2019	15	67965	202.5	339.8	335.7	
	11	24/07/2019	21/08/2019	28	81136	203.6	405.7	398.5	380.2
	12	24/07/2019	21/08/2019	28	82471	201.6	412.4	409.0	
	13	24/07/2019	21/08/2019	28	82054	204.6	410.3	401.0	
	14	24/07/2019	21/08/2019	28	67981	205.9	339.9	330.2	
	15	24/07/2019	21/08/2019	28	73781	203.6	368.9	362.4	

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑO ADOQUINES TIPO I									
DISEÑO	Nº	FECHA ELAB.	FECHA ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)
IVMR20%	1	24/07/2019	31/07/2019	7	58857	205.2	294.3	286.9	320.6
	2	24/07/2019	31/07/2019	7	62584	206.9	312.9	302.5	
	3	24/07/2019	31/07/2019	7	72094	209.9	360.5	343.4	
	4	24/07/2019	31/07/2019	7	72930	206.4	364.7	353.3	
	5	24/07/2019	31/07/2019	7	65440	206.5	327.2	316.9	
	6	24/07/2019	07/08/2019	14	69792	204.2	349.0	341.8	356.7
	7	24/07/2019	07/08/2019	14	69049	204.5	345.2	337.6	
	8	24/07/2019	07/08/2019	14	75059	206.5	375.3	363.6	
	9	24/07/2019	07/08/2019	14	78225	204.8	391.1	382.0	
	10	24/07/2019	07/08/2019	14	72635	202.5	363.2	358.7	
	11	24/07/2019	21/08/2019	28	75481	203.6	377.4	370.7	386.6
	12	24/07/2019	21/08/2019	28	81003	201.6	405.0	401.7	
	13	24/07/2019	21/08/2019	28	80006	204.6	400.0	391.0	
	14	24/07/2019	21/08/2019	28	78779	205.9	393.9	382.6	
	15	24/07/2019	21/08/2019	28	78795	203.6	394.0	387.0	
IVMR25%	1	25/07/2019	01/08/2019	7	51657	205.1	258.3	251.9	267.8
	2	25/07/2019	01/08/2019	7	59389	204.3	296.9	290.7	
	3	25/07/2019	01/08/2019	7	57863	206.2	289.3	280.7	
	4	25/07/2019	01/08/2019	7	47485	204.0	237.4	232.7	
	5	25/07/2019	01/08/2019	7	58640	207.3	293.2	282.9	
	6	25/07/2019	08/08/2019	14	70972	205.0	354.9	346.1	346.9
	7	25/07/2019	08/08/2019	14	70467	208.9	352.3	337.3	
	8	25/07/2019	08/08/2019	14	70181	204.8	350.9	342.6	
	9	25/07/2019	08/08/2019	14	74405	203.3	372.0	366.0	
	10	25/07/2019	08/08/2019	14	70984	207.2	354.9	342.6	
	11	25/07/2019	22/08/2019	28	79455	204.9	397.3	387.7	361.4
	12	25/07/2019	22/08/2019	28	77942	203.0	389.7	383.9	
	13	25/07/2019	22/08/2019	28	67835	210.1	339.2	322.8	
	14	25/07/2019	22/08/2019	28	71988	203.1	359.9	354.4	
	15	25/07/2019	22/08/2019	28	72816	203.4	364.1	358.1	
IVMR30%	1	25/07/2019	01/08/2019	7	56304	200.8	281.5	280.4	264.1
	2	25/07/2019	01/08/2019	7	49269	198.2	246.3	248.5	
	3	25/07/2019	01/08/2019	7	55539	200.7	277.7	276.8	
	4	25/07/2019	01/08/2019	7	55848	212.2	279.2	263.2	
	5	25/07/2019	01/08/2019	7	50877	202.4	254.4	251.4	
	6	25/07/2019	08/08/2019	14	59451	221.0	297.3	269.0	321.5
	7	25/07/2019	08/08/2019	14	64461	203.6	322.3	316.6	
	8	25/07/2019	08/08/2019	14	69065	203.8	345.3	338.9	
	9	25/07/2019	08/08/2019	14	66550	200.9	332.8	331.2	
	10	25/07/2019	08/08/2019	14	69850	198.6	349.3	351.6	
	11	25/07/2019	22/08/2019	28	66105	205.1	330.5	322.2	348.6
	12	25/07/2019	22/08/2019	28	76657	204.2	383.3	375.5	
	13	25/07/2019	22/08/2019	28	72488	201.7	362.4	359.3	
	14	25/07/2019	22/08/2019	28	73279	189.3	366.4	387.0	
	15	25/07/2019	22/08/2019	28	59522	199.0	297.6	299.2	

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑO ADOQUINES TIPO I										
DISEÑO	Nº	FECHA ELAB.	FECHA ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)	
IVMA15%	1	07/08/2019	13/08/2019	6	78178	195.1	390.9	400.7	383.9	
	2	07/08/2019	13/08/2019	6	80512	201.8	402.6	398.9		
	3	07/08/2019	13/08/2019	6	71239	202.3	356.2	352.2		
	IVMA15%	4	07/08/2019	21/08/2019	14	83590	201.4	418.0	415.0	395.0
		5	07/08/2019	21/08/2019	14	84818	204.8	424.1	414.1	
		6	07/08/2019	21/08/2019	14	72280	203.1	361.4	355.9	
		7	07/08/2019	04/09/2019	28	94494	206.7	472.5	457.2	
		8	07/08/2019	04/09/2019	28	85251	207.0	426.3	411.8	
		9	07/08/2019	04/09/2019	28	83023	204.6	415.1	405.8	
		10	07/08/2019	04/09/2019	28	95797	203.5	479.0	470.7	
IVMA20%	1	07/08/2019	13/08/2019	6	80661	203.0	403.3	397.3	403.8	
	2	07/08/2019	13/08/2019	6	84834	206.9	424.2	410.0		
	3	07/08/2019	13/08/2019	6	83170	205.9	415.9	403.9		
	IVMA20%	4	07/08/2019	21/08/2019	14	88258	201.9	441.3	437.1	427.1
		5	07/08/2019	21/08/2019	14	85135	204.5	425.7	416.3	
		6	07/08/2019	21/08/2019	14	86697	202.6	433.5	427.9	
		7	07/08/2019	04/09/2019	28	88862	203.6	444.3	436.5	
	IVMA20%	8	07/08/2019	04/09/2019	28	85962	203.9	429.8	421.5	440.3
		9	07/08/2019	04/09/2019	28	86206	202.4	431.0	425.8	
		10	07/08/2019	04/09/2019	28	98378	206.0	491.9	477.5	
IVMA25%	1	09/08/2019	16/08/2019	7	73124	203.0	365.6	360.2	370.1	
	2	09/08/2019	16/08/2019	7	74002	206.9	370.0	357.7		
	3	09/08/2019	16/08/2019	7	80777	205.9	403.9	392.3		
	IVMA25%	4	09/08/2019	23/08/2019	14	85110	201.9	425.6	421.5	423.3
		5	09/08/2019	23/08/2019	14	85603	204.5	428.0	418.5	
		6	09/08/2019	23/08/2019	14	87076	202.6	435.4	429.8	
	IVMA25%	7	09/08/2019	09/09/2019	31	84519	203.6	422.6	415.2	423.2
		8	09/08/2019	09/09/2019	31	90838	203.9	454.2	445.4	
		9	09/08/2019	09/09/2019	31	87884	202.4	439.4	434.1	
		10	09/08/2019	09/09/2019	31	82041	206.0	410.2	398.2	
IVTG15%	1	05/08/2019	12/08/2019	7	75870	202.2	379.4	375.2	389.6	
	2	05/08/2019	12/08/2019	7	77888	207.7	389.4	375.0		
	3	05/08/2019	12/08/2019	7	86476	206.6	432.4	418.6		
	IVTG15%	4	05/08/2019	19/08/2019	14	84111	202.4	420.6	415.5	464.2
		5	05/08/2019	19/08/2019	14	93223	203.2	466.1	458.7	
		6	05/08/2019	19/08/2019	14	107397	207.2	537.0	518.3	
		7	05/08/2019	02/09/2019	28	104537	202.6	522.7	516.0	
	IVTG15%	8	05/08/2019	02/09/2019	28	107117	199.8	535.6	536.2	518.8
		9	05/08/2019	02/09/2019	28	99255	203.1	496.3	488.6	
		10	05/08/2019	02/09/2019	28	105809	197.9	529.0	534.5	
IVTG30%	1	05/08/2019	12/08/2019	7	82468	204.6	412.3	403.1	379.0	
	2	05/08/2019	12/08/2019	7	71286	204.3	356.4	348.9		
	3	05/08/2019	12/08/2019	7	70025	182.0	350.1	384.8		
	IVTG30%	4	05/08/2019	19/08/2019	14	86020	203.3	430.1	423.2	425.4
		5	05/08/2019	19/08/2019	14	88840	206.5	444.2	430.2	
		6	05/08/2019	19/08/2019	14	85547	202.3	427.7	422.8	
	IVTG30%	7	05/08/2019	02/09/2019	28	98613	194.0	493.1	508.2	509.6
		8	05/08/2019	02/09/2019	28	100463	199.4	502.3	503.7	
		9	05/08/2019	02/09/2019	28	101351	201.4	506.8	503.2	
		10	05/08/2019	02/09/2019	28	103191	197.1	516.0	523.4	

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑO ADOQUINES TIPO I									
DISEÑO	Nº	FECHA ELAB.	FECHA ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)
IVTG45%	1	05/08/2019	12/08/2019	7	83949	205.9	419.7	407.6	385.6
	2	05/08/2019	12/08/2019	7	81732	207.8	408.7	393.4	
	3	05/08/2019	12/08/2019	7	73348	206.2	366.7	355.7	
	424.8	4	05/08/2019	19/08/2019	14	84249	208.2	421.2	404.7
		5	05/08/2019	19/08/2019	14	87807	203.7	439.0	431.0
		6	05/08/2019	19/08/2019	14	92181	210.1	460.9	438.7
	472.9	7	05/08/2019	02/09/2019	28	96372	210.1	481.9	458.7
		8	05/08/2019	02/09/2019	28	100229	207.6	501.1	482.9
		9	05/08/2019	02/09/2019	28	99928	205.6	499.6	486.1
		10	05/08/2019	02/09/2019	28	97920	211.1	489.6	463.9
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑO ADOQUINES TIPO II									
DISEÑO	Nº	FECHA ELAB.	FECHA ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)
PATRON TIPO II DISEÑO O'REILLY 320 kg/cm ²	1	02/07/2019	09/07/2019	7	68927	205.6	344.6	335.3	331.4
	2	02/07/2019	09/07/2019	7	55167	202.3	275.8	272.7	
	3	02/07/2019	09/07/2019	7	76639	200.6	383.2	382.0	
	4	02/07/2019	09/07/2019	7	71255	203.6	356.3	349.9	
	5	02/07/2019	09/07/2019	7	65049	205.3	325.2	316.9	
	390.7	6	02/07/2019	16/07/2019	14	80487	208.0	402.4	387.0
		7	02/07/2019	16/07/2019	14	75758	209.1	378.8	362.2
		8	02/07/2019	16/07/2019	14	83924	207.7	419.6	404.0
		9	02/07/2019	16/07/2019	14	79699	206.1	398.5	386.8
		10	02/07/2019	16/07/2019	14	82858	200.3	414.3	413.7
	433.3	11	02/07/2019	31/07/2019	29	84335	201.6	421.7	418.4
		12	02/07/2019	31/07/2019	29	92165	204.1	460.8	451.7
		13	02/07/2019	31/07/2019	29	89066	202.4	445.3	440.0
		14	02/07/2019	31/07/2019	29	87504	202.9	437.5	431.2
		15	02/07/2019	31/07/2019	29	86940	204.4	434.7	425.3
IIVTF15%	1	05/07/2019	12/07/2019	7	66978	205.5	334.9	325.9	335.1
	2	05/07/2019	12/07/2019	7	68417	203.6	342.1	336.1	
	3	05/07/2019	12/07/2019	7	69110	203.1	345.6	340.3	
	4	05/07/2019	12/07/2019	7	73522	202.8	367.6	362.6	
	5	05/07/2019	12/07/2019	7	64223	206.6	321.1	310.8	
	365.8	6	08/07/2019	22/07/2019	14	81558	204.2	407.8	399.4
		7	08/07/2019	22/07/2019	14	68227	202.4	341.1	337.2
		8	08/07/2019	22/07/2019	14	54508	203.5	272.5	267.8
		9	08/07/2019	22/07/2019	14	80001	202.0	400.0	396.1
		10	08/07/2019	22/07/2019	14	87685	204.8	438.4	428.2
	456.7	11	08/07/2019	05/08/2019	28	90257	201.9	451.3	447.0
		12	08/07/2019	05/08/2019	28	86707	207.2	433.5	418.4
		13	08/07/2019	05/08/2019	28	82263	205.3	411.3	400.8
		14	08/07/2019	05/08/2019	28	107761	206.5	538.8	521.8
		15	08/07/2019	05/08/2019	28	103184	208.3	515.9	495.4

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑO ADOQUINES TIPO II									
DISEÑO	N°	FECHA ELAB.	FECHA ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)
IIVTF20%	1	10/07/2019	17/07/2019	7	57144	203.3	285.7	281.0	352.9
	2	10/07/2019	17/07/2019	7	74689	207.0	373.4	360.8	
	3	10/07/2019	17/07/2019	7	77768	204.3	388.8	380.7	
	4	10/07/2019	17/07/2019	7	74601	202.7	373.0	368.0	
	5	12/07/2019	19/07/2019	7	77135	206.2	385.7	374.1	
	6	10/07/2019	24/07/2019	14	88271	204.8	441.4	431.0	412.0
	7	10/07/2019	24/07/2019	14	78861	203.1	394.3	388.3	
	8	10/07/2019	24/07/2019	14	81281	204.1	406.4	398.3	
	9	12/07/2019	26/07/2019	14	88031	204.0	440.2	431.6	
	10	12/07/2019	26/07/2019	14	85134	207.1	425.7	411.0	
	11	12/07/2019	09/08/2019	28	117240	206.0	586.2	569.2	481.8
	12	12/07/2019	09/08/2019	28	112201	199.6	561.0	562.0	
	13	10/07/2019	07/08/2019	28	79252	205.2	396.3	386.2	
	14	10/07/2019	07/08/2019	28	92299	203.6	461.5	453.2	
	15	10/07/2019	07/08/2019	28	90073	205.5	450.4	438.4	
IIVTF25%	1	12/07/2019	19/07/2019	7	73518	205.8	367.6	357.2	343.6
	2	12/07/2019	19/07/2019	7	69807	203.6	349.0	342.8	
	3	12/07/2019	19/07/2019	7	70955	202.7	354.8	350.0	
	4	12/07/2019	19/07/2019	7	59152	201.9	295.8	292.9	
	5	12/07/2019	19/07/2019	7	76093	203.0	380.5	374.9	
	6	12/07/2019	26/07/2019	14	79162	204.9	395.8	386.3	386.1
	7	12/07/2019	26/07/2019	14	88479	208.2	442.4	425.0	
	8	12/07/2019	26/07/2019	14	76409	205.5	382.0	371.9	
	9	12/07/2019	26/07/2019	14	75982	205.6	379.9	369.5	
	10	12/07/2019	26/07/2019	14	76697	202.9	383.5	377.9	
	11	12/07/2019	09/08/2019	28	91295	204.7	456.5	446.0	430.4
	12	12/07/2019	09/08/2019	28	78961	202.6	394.8	389.7	
	13	12/07/2019	09/08/2019	28	86248	203.3	431.2	424.3	
	14	12/07/2019	09/08/2019	28	93386	201.5	466.9	463.5	
	15	12/07/2019	09/08/2019	28	86721	202.3	433.6	428.7	
IIVTF30%	1	15/07/2019	22/07/2019	7	73778	204.2	368.9	361.3	375.8
	2	15/07/2019	22/07/2019	7	79000	201.7	395.0	391.7	
	3	15/07/2019	22/07/2019	7	84320	203.5	421.6	414.3	
	4	15/07/2019	22/07/2019	7	81100	206.1	405.5	393.6	
	5	15/07/2019	22/07/2019	7	65234	204.9	326.2	318.4	
	6	15/07/2019	31/07/2019	16	83988	205.2	419.9	409.4	396.3
	7	15/07/2019	31/07/2019	16	72581	201.5	362.9	360.2	
	8	15/07/2019	31/07/2019	16	86555	206.2	432.8	419.7	
	9	15/07/2019	31/07/2019	16	73634	203.3	368.2	362.3	
	10	15/07/2019	31/07/2019	16	87409	203.3	437.0	430.0	
	11	15/07/2019	12/08/2019	28	87972	202.8	439.9	433.8	426.8
	12	15/07/2019	12/08/2019	28	91216	202.1	456.1	451.3	
	13	15/07/2019	12/08/2019	28	92273	203.9	461.4	452.6	
	14	15/07/2019	12/08/2019	28	76791	203.7	384.0	376.9	
	15	15/07/2019	12/08/2019	28	85458	203.7	427.3	419.5	

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑO ADOQUINES TIPO II									
DISEÑO	Nº	FECHA ELAB.	FECHA ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)
IIVMR15%	1	15/07/2019	22/07/2019	7	84647	208.4	423.2	406.1	363.9
	2	15/07/2019	22/07/2019	7	73445	205.3	367.2	357.8	
	3	15/07/2019	22/07/2019	7	77900	204.8	389.5	380.4	
	4	16/07/2019	23/07/2019	7	73565	202.3	367.8	363.7	
	5	16/07/2019	23/07/2019	7	63311	203.4	316.6	311.3	
	6	16/07/2019	31/07/2019	15	81657	204.4	408.3	399.4	375.7
	7	16/07/2019	31/07/2019	15	89995	207.5	450.0	433.8	
	8	16/07/2019	31/07/2019	15	71507	205.3	357.5	348.4	
	9	16/07/2019	31/07/2019	15	67444	200.0	337.2	337.3	
	10	16/07/2019	31/07/2019	15	73941	205.7	369.7	359.4	
	11	16/07/2019	13/08/2019	28	81347	205.8	406.7	395.2	378.2
	12	16/07/2019	13/08/2019	28	77883	208.0	389.4	374.4	
	13	16/07/2019	13/08/2019	28	78634	204.7	393.2	384.1	
	14	16/07/2019	13/08/2019	28	76312	211.1	381.6	361.5	
	15	16/07/2019	13/08/2019	28	77345	205.9	386.7	375.7	
IIVMR20%	1	24/07/2019	31/07/2019	7	64616	201.7	294.3	320.4	320.6
	2	24/07/2019	31/07/2019	7	61654	204.3	312.9	301.7	
	3	24/07/2019	31/07/2019	7	66645	203.9	360.5	326.9	
	4	24/07/2019	31/07/2019	7	71462	207.6	364.7	344.2	
	5	24/07/2019	31/07/2019	7	63736	205.7	327.2	309.8	
	6	24/07/2019	07/08/2019	14	66126	203.9	349.0	324.3	330.4
	7	24/07/2019	07/08/2019	14	66125	208.0	345.2	317.9	
	8	24/07/2019	07/08/2019	14	72596	206.3	375.3	351.8	
	9	24/07/2019	07/08/2019	14	67362	205.4	391.1	327.9	
	10	24/07/2019	07/08/2019	14	66961	203.0	363.2	329.8	
	11	24/07/2019	21/08/2019	28	76938	205.1	377.4	375.1	353.6
	12	24/07/2019	21/08/2019	28	70718	205.1	405.0	344.7	
	13	24/07/2019	21/08/2019	28	77176	203.0	400.0	380.1	
	14	24/07/2019	21/08/2019	28	64440	205.9	393.9	313.0	
	15	24/07/2019	21/08/2019	28	72590	204.4	394.0	355.2	
IIVMR25%	1	25/07/2019	01/08/2019	7	58300	204.8	258.3	284.6	290.9
	2	25/07/2019	01/08/2019	7	57419	202.2	296.9	284.0	
	3	25/07/2019	01/08/2019	7	63516	204.6	289.3	310.5	
	4	25/07/2019	01/08/2019	7	55617	205.0	237.4	271.3	
	5	25/07/2019	01/08/2019	7	62131	204.3	293.2	304.1	
	6	25/07/2019	08/08/2019	14	66472	209.5	354.9	317.2	316.8
	7	25/07/2019	08/08/2019	14	73045	207.6	352.3	351.8	
	8	25/07/2019	08/08/2019	14	59549	204.2	350.9	291.6	
	9	25/07/2019	08/08/2019	14	65200	203.9	372.0	319.7	
	10	25/07/2019	08/08/2019	14	61825	203.6	354.9	303.6	
	11	25/07/2019	22/08/2019	28	71662	204.5	397.3	350.4	342.0
	12	25/07/2019	22/08/2019	28	69254	208.8	389.7	331.7	
	13	25/07/2019	22/08/2019	28	72261	203.1	339.2	355.8	
	14	25/07/2019	22/08/2019	28	70006	205.4	359.9	340.8	
	15	25/07/2019	22/08/2019	28	67215	202.9	364.1	331.3	

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑO ADOQUINES TIPO II										
DISEÑO	N°	FECHA ELAB.	FECHA ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)	
IIVMR30%	1	25/07/2019	01/08/2019	7	57717	204.7	281.5	282.0	283.43	
	2	25/07/2019	01/08/2019	7	62238	228.0	246.3	273.0		
	3	25/07/2019	01/08/2019	7	57992	207.4	277.7	279.6		
	4	25/07/2019	01/08/2019	7	54051	205.2	279.2	263.5		
	5	25/07/2019	01/08/2019	7	60545	205.0	254.4	295.3		
	IIVMR30%	6	25/07/2019	08/08/2019	14	61237	202.2	297.3	302.9	298.7
		7	25/07/2019	08/08/2019	14	60192	203.6	322.3	295.6	
		8	25/07/2019	08/08/2019	14	66376	206.9	345.3	320.7	
		9	25/07/2019	08/08/2019	14	54258	209.6	332.8	258.8	
		10	25/07/2019	08/08/2019	14	64653	205.1	349.3	315.3	
		11	25/07/2019	22/08/2019	28	64478	205.4	330.5	313.9	
		12	25/07/2019	22/08/2019	28	68758	206.2	383.3	333.5	
		13	25/07/2019	22/08/2019	28	72422	207.0	362.4	349.8	
		14	25/07/2019	22/08/2019	28	58418	207.6	366.4	281.3	
		15	25/07/2019	22/08/2019	28	69154	202.9	297.6	340.8	
IIVMA15%	1	09/08/2019	16/08/2019	7	71909	203.1	359.5	354.0	330.1	
	2	09/08/2019	16/08/2019	7	65397	201.5	327.0	324.6		
	3	09/08/2019	16/08/2019	7	64955	208.5	324.8	311.6		
	IIVMA15%	4	09/08/2019	23/08/2019	14	76137	203.8	380.7	373.5	369.1
		5	09/08/2019	23/08/2019	14	71721	203.5	358.6	352.4	
		6	09/08/2019	23/08/2019	14	77171	202.3	385.9	381.4	
		7	09/08/2019	09/09/2019	31	80183	206.2	400.9	388.9	
	IIVMA15%	8	09/08/2019	09/09/2019	31	94758	206.9	473.8	458.0	408.2
		9	09/08/2019	09/09/2019	31	88231	204.9	441.2	430.6	
		10	09/08/2019	09/09/2019	31	74284	209.1	371.4	355.2	
IIVMA20%	1	16/08/2019	23/08/2019	7	76359	201.3	381.8	379.4	373.7	
	2	16/08/2019	23/08/2019	7	76067	200.6	380.3	379.2		
	3	16/08/2019	23/08/2019	7	73138	201.8	365.7	362.4		
	IIVMA20%	4	16/08/2019	29/08/2019	13	90978	207.0	454.9	439.5	384.1
		5	16/08/2019	29/08/2019	13	76400	204.3	382.0	374.0	
		6	16/08/2019	29/08/2019	13	69847	206.1	349.2	338.9	
		7	16/08/2019	13/09/2019	28	87812	205.9	439.1	426.5	
	IIVMA20%	8	16/08/2019	13/09/2019	28	80492	207.8	402.5	387.4	415.1
		9	16/08/2019	13/09/2019	28	89228	205.8	446.1	433.5	
		10	16/08/2019	13/09/2019	28	85001	205.9	425.0	412.8	
IIVMA25%	1	16/08/2019	23/08/2019	7	73635	202.3	368.2	364.1	338.5	
	2	16/08/2019	23/08/2019	7	75998	201.9	380.0	376.5		
	3	16/08/2019	23/08/2019	7	56518	205.6	282.6	274.8		
	IIVMA25%	4	16/08/2019	29/08/2019	13	82666	206.1	413.3	401.0	394.4
		5	16/08/2019	29/08/2019	13	76502	203.7	382.5	375.5	
		6	16/08/2019	29/08/2019	13	83135	204.4	415.7	406.8	
	IIVMA25%	7	16/08/2019	13/09/2019	28	82648	197.0	413.2	419.6	410.5
		8	16/08/2019	13/09/2019	28	67683	189.0	338.4	358.2	
		9	16/08/2019	13/09/2019	28	87676	195.5	438.4	448.5	
		10	16/08/2019	13/09/2019	28	84399	203.1	422.0	415.5	

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑO ADOQUINES TIPO II									
DISEÑO	Nº	FECHA ELAB.	FECHA ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)
VGII15%	1	02/08/2019	09/08/2019	7	69858	206.0	349.3	339.1	328.4
	2	02/08/2019	09/08/2019	7	78859	206.8	394.3	381.2	
	3	02/08/2019	09/08/2019	7	50327	190.0	251.6	264.9	
	315.2	4	02/08/2019	16/08/2019	14	83606	206.1	418.0	405.7
		5	02/08/2019	16/08/2019	14	57572	203.2	287.9	283.3
		6	02/08/2019	16/08/2019	14	51662	201.3	258.3	256.7
		7	02/08/2019	29/08/2019	27	82228	203.6	411.1	403.8
		8	02/08/2019	29/08/2019	27	82151	200.5	410.8	409.7
		9	02/08/2019	29/08/2019	27	64127	175.7	320.6	365.0
		10	02/08/2019	29/08/2019	27	58451	178.2	292.3	327.9
VGII30%	1	02/08/2019	09/08/2019	7	81326	202.3	406.6	401.9	378.5
	2	02/08/2019	09/08/2019	7	69806	205.1	349.0	340.4	
	3	02/08/2019	09/08/2019	7	80263	204.2	401.3	393.1	
	372.9	4	02/08/2019	16/08/2019	14	78688	202.8	393.4	388.0
		5	02/08/2019	16/08/2019	14	81917	203.6	409.6	402.3
		6	02/08/2019	16/08/2019	14	66727	203.3	333.6	328.3
		7	02/08/2019	29/08/2019	27	74551	201.9	372.8	369.2
	408.0	8	02/08/2019	29/08/2019	27	90199	203.1	451.0	444.1
		9	02/08/2019	29/08/2019	27	86244	203.0	431.2	424.9
		10	02/08/2019	29/08/2019	27	79008	200.6	395.0	393.9
VGII45%	1	02/08/2019	09/08/2019	7	88999	206.5	445.0	430.9	340.0
	2	02/08/2019	09/08/2019	7	46126	203.5	230.6	226.7	
	3	02/08/2019	09/08/2019	7	73420	202.7	367.1	362.2	
	403.3	4	02/08/2019	16/08/2019	14	78688	201.9	393.4	389.8
		5	02/08/2019	16/08/2019	14	83012	206.0	415.1	402.9
		6	02/08/2019	16/08/2019	14	84268	202.0	421.3	417.2
		7	02/08/2019	29/08/2019	27	96801	202.6	484.0	477.8
	460.3	8	02/08/2019	29/08/2019	27	85683	205.4	428.4	417.1
		9	02/08/2019	29/08/2019	27	96083	206.3	480.4	465.7
		10	02/08/2019	29/08/2019	27	97989	203.9	489.9	480.6
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑOS GENERALES									
DISEÑO	Nº	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)
ACI420	1	26/06/2019	03/07/2019	7	73856	201.0	369.3	367.4	350.1
	2	26/06/2019	03/07/2019	7	80511	200.0	402.6	402.6	
	3	26/06/2019	03/07/2019	7	74217	202.0	371.1	367.4	
	4	26/06/2019	03/07/2019	7	64971	205.4	324.9	316.4	
	5	26/06/2019	03/07/2019	7	59330	200.0	296.7	296.7	
	393.8	6	26/06/2019	10/07/2019	14	92732	204.8	463.7	452.9
		7	26/06/2019	10/07/2019	14	76407	207.0	382.0	369.0
		8	26/06/2019	10/07/2019	14	75494	207.8	377.5	363.3
		9	26/06/2019	10/07/2019	14	80745	205.4	403.7	393.0
		10	26/06/2019	10/07/2019	14	79203	202.8	396.0	390.5
		11	26/06/2019	24/07/2019	28	80885	209.6	404.4	385.9
	429.6	12	26/06/2019	24/07/2019	28	80355	199.5	401.8	402.8
		13	26/06/2019	24/07/2019	28	93030	204.9	465.2	454.0
		14	26/06/2019	24/07/2019	28	93838	205.9	469.2	455.7
		15	26/06/2019	24/07/2019	28	92700	206.1	463.5	449.7

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL DISEÑOS GENERALES									
DISEÑO	Nº	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (kgf)	AREA REAL (cm ²)	RESISTENCIA TEORICA (kgf/cm ²)	RESISTENCIA REAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kgf/cm ²)
WALKER 420	1	27/06/2019	04/07/2019	7	77146	213.1	385.7	362.1	348.3
	2	27/06/2019	04/07/2019	7	62139	205.9	310.7	301.8	
	3	27/06/2019	04/07/2019	7	76811	207.9	384.1	369.4	
	4	27/06/2019	04/07/2019	7	75066	204.0	375.3	368.0	
	5	27/06/2019	04/07/2019	7	72766	213.8	363.8	340.4	
	6	27/06/2019	11/07/2019	14	66779	207.7	333.9	321.5	343.1
	7	27/06/2019	11/07/2019	14	70514	209.6	352.6	336.4	
	8	27/06/2019	11/07/2019	14	84196	222.2	421.0	379.0	
	9	27/06/2019	11/07/2019	14	69486	210.9	347.4	329.4	
	10	27/06/2019	11/07/2019	14	73366	210.0	366.8	349.4	
	11	27/06/2019	25/07/2019	28	66980	206.2	334.9	324.9	410.5
	12	27/06/2019	25/07/2019	28	102408	215.5	512.0	475.2	
	13	27/06/2019	25/07/2019	28	91535	190.3	457.7	481.0	
	14	27/06/2019	25/07/2019	28	74077	210.7	370.4	351.6	
	15	27/06/2019	25/07/2019	28	88794	211.6	444.0	419.6	
MODULO DE FINEZA 420	1	28/06/2019	05/07/2019	7	57167	208.9	285.8	273.7	282.2
	2	28/06/2019	05/07/2019	7	61356	211.1	306.8	290.6	
	3	28/06/2019	05/07/2019	7	57609	206.7	288.0	278.7	
	4	28/06/2019	05/07/2019	7	51405	205.4	257.0	250.3	
	5	28/06/2019	05/07/2019	7	65672	206.6	328.4	317.9	
	6	28/06/2019	12/07/2019	14	64830	207.3	324.2	312.8	369.5
	7	28/06/2019	12/07/2019	14	65313	205.2	326.6	318.3	
	8	28/06/2019	12/07/2019	14	71128	210.9	355.6	337.2	
	9	28/06/2019	12/07/2019	14	87163	201.7	435.8	432.2	
	10	28/06/2019	12/07/2019	14	90939	203.4	454.7	447.1	
	11	28/06/2019	26/07/2019	28	78438	212.9	392.2	368.5	390.0
	12	28/06/2019	26/07/2019	28	71473	210.3	357.4	339.8	
	13	28/06/2019	26/07/2019	28	81585	215.4	407.9	378.8	
	14	28/06/2019	26/07/2019	28	89597	211.4	448.0	423.8	
	15	28/06/2019	26/07/2019	28	90435	205.9	452.2	439.2	
ACI 320	1	25/06/2019	02/07/2019	7	50704	201.7	253.5	251.4	325.0
	2	25/06/2019	02/07/2019	7	69809	204.5	349.0	341.3	
	3	25/06/2019	02/07/2019	7	70438	203.0	352.2	347.1	
	4	25/06/2019	02/07/2019	7	66456	205.1	332.3	324.0	
	5	25/06/2019	02/07/2019	7	75588	209.2	377.9	361.3	
	6	25/06/2019	09/07/2019	14	77959	200.5	389.8	388.7	359.3
	7	25/06/2019	09/07/2019	14	82349	207.7	411.7	396.5	
	8	25/06/2019	09/07/2019	14	79220	206.4	396.1	383.8	
	9	25/06/2019	09/07/2019	14	64182	205.9	320.9	311.7	
	10	25/06/2019	09/07/2019	14	66551	210.7	332.8	315.9	
	11	25/06/2019	23/07/2019	28	87815	204.3	439.1	429.9	415.2
	12	25/06/2019	23/07/2019	28	82642	205.4	413.2	402.3	
	13	25/06/2019	23/07/2019	28	85730	201.9	428.7	424.7	
	14	25/06/2019	23/07/2019	28	82693	204.8	413.5	403.8	



**V. TABLAS DE RESISTENCIA AL
DESGASTE**



CODIGO		PATRON I										
Nº MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)
PESO INICIAL (g)	2668.82		-	-	2700.88		-	-	2664.87		-	-
PESO FINAL (g)	2676.45		-	-	2710.27		-	-	2674.95		-	-
PESO DE LA ARCILLA (g)	7.63		-	-	9.39		-	-	10.08		-	-
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	6.358		-	-	7.825		-	-	8.400		-	-
DIAMETRO 1 (cm)	3.251	3.648	3.450	9.35	2.744	3.925	3.335	8.73	4.049	3.679	3.864	11.73
DIAMETRO 2 (cm)	3.416	3.326	3.371	8.92	3.011	3.451	3.231	8.20	4.658	4.029	4.344	14.82
DIAMETRO 3 (cm)	3.399	3.510	3.455	9.37	3.577	4.397	3.987	12.48	3.367	3.926	3.647	10.44
DIAMETRO 4 (cm)	3.155	3.429	3.292	8.51	3.496	3.381	3.439	9.29	4.523	3.815	4.169	13.65
DIAMETRO 5 (cm)	3.596	3.808	3.702	10.76	4.181	3.545	3.863	11.72	4.191	4.200	4.196	13.82
DIAMETRO 6 (cm)	3.715	3.431	3.573	10.03	4.034	3.614	3.824	11.48	3.919	3.552	3.736	10.96
DIAMETRO 7 (cm)	3.732	3.122	3.427	9.22	4.178	3.994	4.086	13.11	3.636	3.633	3.635	10.37
DIAMETRO 8 (cm)	3.561	4.246	3.904	11.97	3.849	3.762	3.806	11.37	3.580	3.156	3.368	8.91
AREA TOTAL (cm ²)				78.14	AREA TOTAL (cm ²)			86.39	AREA TOTAL (cm ²)			94.71
DESGASTE				0.08	DESGASTE			0.09	DESGASTE			0.09
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				4.07	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			4.53	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			4.43
CODIGO		IVTF15%										
Nº MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)
PESO INICIAL (g)	2391.83		-	-	2406.68		-	-	2347.53		-	-
PESO FINAL (g)	2398.07		-	-	2412.81		-	-	2356.23		-	-
PESO DE LA ARCILLA (g)	6.24		-	-	6.13		-	-	8.7		-	-
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	5.200		-	-	5.108		-	-	7.250		-	-
DIAMETRO 1 (cm)	3.623	3.813	3.718	10.86	2.461	2.963	2.712	5.78	4.302	3.149	3.726	10.90
DIAMETRO 2 (cm)	3.007	3.568	3.288	8.49	3.041	2.821	2.931	6.75	2.534	3.554	3.044	7.28
DIAMETRO 3 (cm)	3.44	3.166	3.303	8.57	3.186	3.322	3.254	8.32	2.547	2.931	2.739	5.89
DIAMETRO 4 (cm)	2.897	3.318	3.108	7.58	3.16	3.381	3.271	8.40	6.821	3.632	5.227	21.45
DIAMETRO 5 (cm)	3.677	3.592	3.635	10.37	3.319	3.319	3.319	8.65	3.822	4.686	4.254	14.21
DIAMETRO 6 (cm)	3.757	3.064	3.411	9.14	3.518	3.082	3.300	8.55	3.541	3.711	3.626	10.33
DIAMETRO 7 (cm)	3.064	2.944	3.004	7.09	3.682	3.141	3.412	9.14	3.363	3.193	3.278	8.44
DIAMETRO 8 (cm)	3.389	3.499	3.444	9.32	3.661	3.661	3.661	10.53	-	-	-	-
AREA TOTAL (cm ²)				71.41	AREA TOTAL (cm ²)			66.11	AREA TOTAL (cm ²)			78.50
DESGASTE				0.07	DESGASTE			0.08	DESGASTE			0.09
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				3.64	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.86	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			4.62

CODIGO		IVTF20%													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		2508.03		-	-	2665.45		-	-	2704.21		-	-		
PESO FINAL (g)		2513.9		-	-	2672.51		-	-	2710.13		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		5.87		-	-	7.06		-	-	5.92		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		4.892		-	-	5.883		-	-	4.933		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		3.55	3.76	3.655	10.49	2.406	3.281	2.844	6.35	2.532	3.562	3.047	7.29		
DIAMETRO 2 (cm)		2.833	2.833	2.833	6.30	3.036	3.414	3.225	8.17	2.905	3.083	2.994	7.04		
DIAMETRO 3 (cm)		3.841	3.525	3.683	10.65	4.02	3.231	3.626	10.32	3.320	3.172	3.246	8.28		
DIAMETRO 4 (cm)		3.039	2.933	2.986	7.00	3.417	3.698	3.558	9.94	3.332	3.731	3.532	9.80		
DIAMETRO 5 (cm)		3.23	3.564	3.397	9.06	3.466	3.188	3.327	8.69	3.583	2.919	3.251	8.30		
DIAMETRO 6 (cm)		3.348	3.8	3.574	10.03	2.582	2.7	2.641	5.48	3.337	3.190	3.264	8.36		
DIAMETRO 7 (cm)		3.178	2.823	3.001	7.07	3.187	3.086	3.137	7.73	3.693	3.101	3.397	9.06		
DIAMETRO 8 (cm)		3.143	2.728	2.936	6.77	3.481	2.618	3.050	7.30	3.313	3.079	3.196	8.02		
AREA TOTAL (cm ²)					67.39	AREA TOTAL (cm ²)					63.98	AREA TOTAL (cm ²)			66.15
DESGASTE					0.07	DESGASTE					0.09	DESGASTE			0.07
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.63	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					4.60	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.73
CODIGO		IVTF25%													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		2637.51		-	-	2657.75		-	-	2663.83		-	-		
PESO FINAL (g)		2650.04		-	-	2668.34		-	-	2675.08		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		12.53		-	-	10.59		-	-	11.25		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		10.442		-	-	8.825		-	-	9.375		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		3.527	4.031	3.779	11.22	4.172	3.616	3.894	11.91	5.435	4.812	5.124	20.62		
DIAMETRO 2 (cm)		3.996	3.526	3.761	11.11	4.272	3.848	4.060	12.95	4.308	4.941	4.625	16.80		
DIAMETRO 3 (cm)		3.686	3.915	3.801	11.34	3.985	4.145	4.065	12.98	4.017	4.896	4.457	15.60		
DIAMETRO 4 (cm)		4.564	4.046	4.305	14.56	4.113	4.137	4.125	13.36	4.091	4.387	4.239	14.11		
DIAMETRO 5 (cm)		8.252	7.478	7.865	48.58	3.988	3.959	3.974	12.40	4.028	4.155	4.092	13.15		
DIAMETRO 6 (cm)		0	0	0.000	0.00	4.579	4.325	4.452	15.57	4.123	4.199	4.161	13.60		
DIAMETRO 7 (cm)		0	0	0.000	0.00	4.033	4.529	4.281	14.39	3.561	3.825	3.693	10.71		
DIAMETRO 8 (cm)		0	0	0.000	0.00	4.044	4.259	4.152	13.54	4.199	3.979	4.089	13.13		
AREA TOTAL (cm ²)					96.81	AREA TOTAL (cm ²)					107.10	AREA TOTAL (cm ²)			117.71
DESGASTE					0.11	DESGASTE					0.08	DESGASTE			0.08
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					5.39	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					4.12	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.98

CODIGO		IVTF30%													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		2621.82		-	-	2508.45		-	-	2537.35		-	-		
PESO FINAL (g)		2632.48		-	-	2525.35		-	-	2549.94		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		10.66		-	-	16.9		-	-	12.59		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		8.883		-	-	14.083		-	-	10.492		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		3.113	2.736	2.925	6.72	3.932	4.119	4.026	12.73	3.160	2.550	2.855	6.40		
DIAMETRO 2 (cm)		3.386	4.55	3.968	12.37	3.321	4.047	3.684	10.66	2.753	2.932	2.843	6.35		
DIAMETRO 3 (cm)		4.264	4.438	4.351	14.87	3.524	4.028	3.776	11.20	2.932	2.932	2.932	6.75		
DIAMETRO 4 (cm)		4.616	3.666	4.141	13.47	4.028	2.333	3.181	7.94	3.539	3.694	3.617	10.27		
DIAMETRO 5 (cm)		2.928	3.424	3.176	7.92	3.432	3.492	3.462	9.41	4.273	3.377	3.825	11.49		
DIAMETRO 6 (cm)		3.593	3.912	3.753	11.06	3.436	3.171	3.304	8.57	3.090	3.521	3.306	8.58		
DIAMETRO 7 (cm)		2.926	3.666	3.296	8.53	3.275	3.732	3.504	9.64	3.295	3.448	3.372	8.93		
DIAMETRO 8 (cm)		3.76	3.747	3.754	11.07	3.525	4.328	3.927	12.11	3.590	3.952	3.771	11.17		
AREA TOTAL (cm ²)					86.00	AREA TOTAL (cm ²)					82.26	AREA TOTAL (cm ²)			69.94
DESGASTE					0.10	DESGASTE					0.17	DESGASTE			0.15
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					5.16	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					8.56	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			7.50
CODIGO		IVMR15%													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		2599.2		-	-	2495.44		-	-	2576.18		-	-		
PESO FINAL (g)		2607.36		-	-	2501.98		-	-	2582.8		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		8.16		-	-	6.54		-	-	6.62		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		6.800		-	-	5.450		-	-	5.517		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		2.71	3.495	3.103	7.56	2.892	3.215	3.054	7.32	2.944	2.649	2.797	6.14		
DIAMETRO 2 (cm)		3.84	3.343	3.592	10.13	3.022	2.789	2.906	6.63	2.576	2.507	2.542	5.07		
DIAMETRO 3 (cm)		3.797	3.617	3.707	10.79	3.605	3.171	3.388	9.02	2.707	2.707	2.707	5.76		
DIAMETRO 4 (cm)		4.028	3.444	3.736	10.96	3.222	3.055	3.139	7.74	3.501	3.050	3.276	8.43		
DIAMETRO 5 (cm)		3.444	2.699	3.072	7.41	2.879	2.879	2.879	6.51	3.519	3.345	3.432	9.25		
DIAMETRO 6 (cm)		3.454	3.465	3.460	9.40	2.586	2.775	2.681	5.64	3.586	3.674	3.630	10.35		
DIAMETRO 7 (cm)		4.449	4.332	4.391	15.14	4.045	3.786	3.916	12.04	3.411	4.429	3.920	12.07		
DIAMETRO 8 (cm)		3.193	5.22	4.207	13.90	3.181	3.873	3.527	9.77	3.343	4.386	3.865	11.73		
AREA TOTAL (cm ²)					85.29	AREA TOTAL (cm ²)					64.67	AREA TOTAL (cm ²)			68.80
DESGASTE					0.08	DESGASTE					0.08	DESGASTE			0.08
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.99	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					4.21	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			4.01

CODIGO		IVMR20%													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		2546.64		-	-	2422.94		-	-	2504.37		-	-		
PESO FINAL (g)		2554.2		-	-	2427.45		-	-	2511.3		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		7.56		-	-	4.51		-	-	6.93		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		6.300		-	-	3.758		-	-	5.775		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		2.998	2.419	2.709	5.76	3.038	2.774	2.906	6.63	3.497	2.563	3.030	7.21		
DIAMETRO 2 (cm)		3.251	2.803	3.027	7.20	4.296	3.608	3.952	12.27	2.742	3.230	2.986	7.00		
DIAMETRO 3 (cm)		3.585	3.267	3.426	9.22	3.56	3.498	3.529	9.78	2.755	4.583	3.669	10.57		
DIAMETRO 4 (cm)		2.758	2.899	2.829	6.28	3.056	3.258	3.157	7.83	3.115	3.270	3.193	8.00		
DIAMETRO 5 (cm)		3.09	3.693	3.392	9.03	3.13	3.443	3.287	8.48	3.270	2.888	3.079	7.45		
DIAMETRO 6 (cm)		4.077	3.838	3.958	12.30	2.287	2.453	2.370	4.41	3.298	3.185	3.242	8.25		
DIAMETRO 7 (cm)		4.52	3.809	4.165	13.62	3.217	3.03	3.124	7.66	2.981	3.003	2.992	7.03		
DIAMETRO 8 (cm)		3.302	3.646	3.474	9.48	3.03	2.616	2.823	6.26	2.725	1.899	2.312	4.20		
AREA TOTAL (cm ²)					72.89	AREA TOTAL (cm ²)					63.32	AREA TOTAL (cm ²)			59.72
DESGASTE					0.09	DESGASTE					0.06	DESGASTE			0.10
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					4.32	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					2.97	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			4.84
CODIGO		IVMR25%													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		2499.79		-	-	2368.8		-	-	2435.66		-	-		
PESO FINAL (g)		2508.4		-	-	2376.43		-	-	2444.31		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		8.61		-	-	7.63		-	-	8.65		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		7.175		-	-	6.358		-	-	7.208		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		3.881	3.587	3.734	10.95	3.989	3.515	3.752	11.06	2.799	3.703	3.251	8.30		
DIAMETRO 2 (cm)		3.217	2.904	3.061	7.36	4.575	3.854	4.215	13.95	3.967	3.686	3.827	11.50		
DIAMETRO 3 (cm)		3.298	3.361	3.330	8.71	3.455	4.32	3.888	11.87	4.159	3.972	4.066	12.98		
DIAMETRO 4 (cm)		2.563	3.111	2.837	6.32	3.893	3.725	3.809	11.39	3.963	4.171	4.067	12.99		
DIAMETRO 5 (cm)		3.815	3.991	3.903	11.96	3.632	3.458	3.545	9.87	3.416	3.295	3.356	8.84		
DIAMETRO 6 (cm)		4.146	4.124	4.135	13.43	4.122	4.122	4.122	13.34	3.467	4.790	4.129	13.39		
DIAMETRO 7 (cm)		4.058	4.058	4.058	12.93	3.502	3.434	3.468	9.45	4.013	3.468	3.741	10.99		
DIAMETRO 8 (cm)		4.219	3.705	3.962	12.33	2.808	2.4	2.604	5.33	2.495	3.891	3.193	8.01		
AREA TOTAL (cm ²)					83.99	AREA TOTAL (cm ²)					86.26	AREA TOTAL (cm ²)			87.00
DESGASTE					0.09	DESGASTE					0.07	DESGASTE			0.08
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					4.27	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.69	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			4.14

CODIGO		IVMR30%												
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)		2442.76		-	-	2390.08		-	-	2470.03		-	-	
PESO FINAL (g)		2451.73		-	-	2400.57		-	-	2480.73		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)		8.97		-	-	10.49		-	-	10.7		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		7.475		-	-	8.742		-	-	8.917		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)		3.874	2.968	3.421	9.19	3.713	3.513	3.613	10.25	3.586	4.090	3.838	11.57	
DIAMETRO 2 (cm)		2.968	3.474	3.221	8.15	3.863	3.632	3.748	11.03	3.518	4.108	3.813	11.42	
DIAMETRO 3 (cm)		3.436	3.436	3.436	9.27	4.103	3.493	3.798	11.33	3.899	4.077	3.988	12.49	
DIAMETRO 4 (cm)		2.913	3.116	3.015	7.14	3.934	3.563	3.749	11.04	3.966	3.686	3.826	11.50	
DIAMETRO 5 (cm)		4.428	4.136	4.282	14.40	3.329	4.047	3.688	10.68	4.377	3.338	3.858	11.69	
DIAMETRO 6 (cm)		4.153	3.022	3.588	10.11	2.561	2.807	2.684	5.66	3.612	3.267	3.440	9.29	
DIAMETRO 7 (cm)		3.598	3.223	3.411	9.14	3.599	3.956	3.778	11.21	3.265	3.699	3.482	9.52	
DIAMETRO 8 (cm)			0	0.000	0.00	4.656	4.12	4.388	15.12	3.391	3.216	3.304	8.57	
AREA TOTAL (cm ²)					67.39	AREA TOTAL (cm ²)					86.32	AREA TOTAL (cm ²)		86.05
DESGASTE					0.11	DESGASTE					0.10	DESGASTE		0.10
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					5.55	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					5.06	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)		5.18
CODIGO		IVMA15%												
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)		2527.57		-	-	2544.79		-	-	2560.35		-	-	
PESO FINAL (g)		2534.02		-	-	2552.11		-	-	2565.94		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)		6.45		-	-	7.32		-	-	5.59		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		5.375		-	-	6.100		-	-	4.658		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)		3.194	3.509	3.352	8.82	3.278	3.184	3.231	8.20	3.965	4.144	4.055	12.91	
DIAMETRO 2 (cm)		3.186	3.075	3.131	7.70	3.428	3.609	3.519	9.72	3.268	3.738	3.503	9.64	
DIAMETRO 3 (cm)		3.609	3.154	3.382	8.98	4.06	4.113	4.087	13.12	3.868	3.979	3.924	12.09	
DIAMETRO 4 (cm)		2.962	3.493	3.228	8.18	3.65	3.85	3.750	11.04	3.977	4.005	3.991	12.51	
DIAMETRO 5 (cm)		3.658	3.253	3.456	9.38	4.103	3.555	3.829	11.51	3.751	4.706	4.229	14.04	
DIAMETRO 6 (cm)		3.676	3.767	3.722	10.88	4.599	4.16	4.380	15.06	3.526	3.719	3.623	10.31	
DIAMETRO 7 (cm)		3.475	3.892	3.684	10.66	3.579	4.062	3.821	11.46	3.893	4.086	3.990	12.50	
DIAMETRO 8 (cm)		3.294	3.993	3.644	10.43	4.158	4.29	4.224	14.01	4.105	3.746	3.926	12.10	
AREA TOTAL (cm ²)					75.02	AREA TOTAL (cm ²)					94.14	AREA TOTAL (cm ²)		96.10
DESGASTE					0.07	DESGASTE					0.06	DESGASTE		0.05
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.58	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.24	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)		2.42

CODIGO		IVMA20%													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		2576.93		-	-	2530.25		-	-	2520.8		-	-		
PESO FINAL (g)		2582.82		-	-	2534.57		-	-	2525.28		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		5.89		-	-	4.32		-	-	4.48		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		4.908		-	-	3.600		-	-	3.733		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		3.521	3.027	3.274	8.42	2.618	2.301	2.460	4.75	3.508	3.146	3.327	8.69		
DIAMETRO 2 (cm)		3.135	3.227	3.181	7.95	3.206	3.264	3.235	8.22	3.559	3.146	3.353	8.83		
DIAMETRO 3 (cm)		3.142	4.097	3.620	10.29	3.451	3.468	3.460	9.40	3.192	2.801	2.997	7.05		
DIAMETRO 4 (cm)		3.214	2.919	3.067	7.39	3.096	2.863	2.980	6.97	3.334	3.475	3.405	9.10		
DIAMETRO 5 (cm)		2.914	4.384	3.649	10.46	3.15	3.441	3.296	8.53	2.844	3.095	2.970	6.93		
DIAMETRO 6 (cm)		3.584	4.162	3.873	11.78	3.116	3.136	3.126	7.67	2.709	3.237	2.973	6.94		
DIAMETRO 7 (cm)		3.441	3.441	3.441	9.30	2.95	3.08	3.015	7.14	2.354	3.510	2.932	6.75		
DIAMETRO 8 (cm)		3.212	2.947	3.080	7.45	2.856	2.758	2.807	6.19	3.023	2.988	3.006	7.09		
AREA TOTAL (cm ²)					73.03	AREA TOTAL (cm ²)					58.87	AREA TOTAL (cm ²)			61.39
DESGASTE					0.07	DESGASTE					0.06	DESGASTE			0.06
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.36	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.06	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.04
CODIGO		IVMA25%													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		2489.6		-	-	2453.91		-	-	2428.02		-	-		
PESO FINAL (g)		2497.67		-	-	2463.84		-	-	2435.97		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		8.07		-	-	9.93		-	-	7.95		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		6.725		-	-	8.275		-	-	6.625		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		3.42	3.099	3.260	8.34	3.646	3.167	3.407	9.11	2.633	3.233	2.933	6.76		
DIAMETRO 2 (cm)		3.054	3.039	3.047	7.29	3.56	3.975	3.768	11.15	3.586	4.328	3.957	12.30		
DIAMETRO 3 (cm)		3.75	3.766	3.758	11.09	3.249	3.508	3.379	8.96	3.640	3.767	3.704	10.77		
DIAMETRO 4 (cm)		4.061	3.98	4.021	12.70	3.894	4.165	4.030	12.75	3.852	3.837	3.845	11.61		
DIAMETRO 5 (cm)		3.97	4.042	4.006	12.60	4.084	3.743	3.914	12.03	3.553	3.212	3.383	8.99		
DIAMETRO 6 (cm)		3.647	3.983	3.815	11.43	3.626	3.258	3.442	9.30	3.282	4.736	4.009	12.62		
DIAMETRO 7 (cm)		3.322	3.689	3.506	9.65	3.562	3.414	3.488	9.56	3.639	3.183	3.411	9.14		
DIAMETRO 8 (cm)		3.627	3.627	3.627	10.33	3.661	3.212	3.437	9.28	4.030	3.744	3.887	11.87		
AREA TOTAL (cm ²)					83.44	AREA TOTAL (cm ²)					82.14	AREA TOTAL (cm ²)			84.05
DESGASTE					0.08	DESGASTE					0.10	DESGASTE			0.08
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					4.03	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					5.04	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.94

CODIGO		IVTG15%													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		2537.8		-	-	2549.27		-	-	2518.71		-	-		
PESO FINAL (g)		2543.77		-	-	2557.02		-	-	2525.48		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		5.97		-	-	7.75		-	-	6.77		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		4.975		-	-	6.458		-	-	5.642		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		3.175	2.541	2.858	6.42	3.016	3.151	3.084	7.47	2.921	3.255	3.088	7.49		
DIAMETRO 2 (cm)		2.926	3.107	3.017	7.15	3.31	3.201	3.256	8.32	3.477	3.606	3.542	9.85		
DIAMETRO 3 (cm)		2.898	3.586	3.242	8.25	3.408	3.408	3.408	9.12	3.090	3.090	3.090	7.50		
DIAMETRO 4 (cm)		4.481	5.248	4.865	18.59	3.718	3.655	3.687	10.67	3.813	3.488	3.651	10.47		
DIAMETRO 5 (cm)		4.266	3.596	3.931	12.14	3.317	2.88	3.099	7.54	2.996	3.700	3.348	8.80		
DIAMETRO 6 (cm)		3.162	3.538	3.350	8.81	2.728	2.613	2.671	5.60	3.157	3.422	3.290	8.50		
DIAMETRO 7 (cm)		4.108	3.694	3.901	11.95	3.096	2.691	2.894	6.58	4.304	3.463	3.884	11.85		
DIAMETRO 8 (cm)		2.937	3.723	3.330	8.71	4.085	3.552	3.819	11.45	3.906	4.386	4.146	13.50		
AREA TOTAL (cm ²)					82.01	AREA TOTAL (cm ²)					66.76	AREA TOTAL (cm ²)			77.95
DESGASTE					0.06	DESGASTE					0.10	DESGASTE			0.07
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.03	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					4.84	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.62
CODIGO		IVTG30%													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		2409.57		-	-	2603.56		-	-	2551.34		-	-		
PESO FINAL (g)		2415.02		-	-	2608.16		-	-	2556.96		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		5.45		-	-	4.6		-	-	5.62		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		4.542		-	-	3.833		-	-	4.683		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		3.141	3.161	3.151	7.80	2.848	2.759	2.804	6.17	3.433	3.680	3.557	9.93		
DIAMETRO 2 (cm)		3.006	3.136	3.071	7.41	2.759	2.755	2.757	5.97	3.134	3.133	3.134	7.71		
DIAMETRO 3 (cm)		3.44	3.979	3.710	10.81	3.15	3.289	3.220	8.14	2.926	3.661	3.294	8.52		
DIAMETRO 4 (cm)		3.698	3.359	3.529	9.78	3.569	3.274	3.422	9.19	3.156	2.930	3.043	7.27		
DIAMETRO 5 (cm)		3.372	3.539	3.456	9.38	2.782	3.272	3.027	7.20	3.098	3.252	3.175	7.92		
DIAMETRO 6 (cm)		3.703	3.485	3.594	10.14	3.428	3.483	3.456	9.38	3.005	3.249	3.127	7.68		
DIAMETRO 7 (cm)		2.53	2.714	2.622	5.40	2.717	2.717	2.717	5.80	3.819	3.818	3.819	11.45		
DIAMETRO 8 (cm)		2.162	2.506	2.334	4.28	2.717	2.915	2.816	6.23	2.970	3.426	3.198	8.03		
AREA TOTAL (cm ²)					64.99	AREA TOTAL (cm ²)					58.08	AREA TOTAL (cm ²)			68.52
DESGASTE					0.07	DESGASTE					0.07	DESGASTE			0.07
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.49	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.30	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.42

CODIGO		IVTG45%												
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)		2525.92		-	-	2505.59		-	-	2374.98		-	-	
PESO FINAL (g)		2533.92		-	-	2514.82		-	-	2384.53		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)		8		-	-	9.23		-	-	9.55		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		6.667		-	-	7.692		-	-	7.958		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)		3.145	3.453	3.299	8.55	2.875	2.915	2.895	6.58	3.537	2.968	3.253	8.31	
DIAMETRO 2 (cm)		3.214	3.394	3.304	8.57	3.298	3.475	3.387	9.01	2.969	3.117	3.043	7.27	
DIAMETRO 3 (cm)		3.695	4.221	3.958	12.30	2.963	3.173	3.068	7.39	3.575	3.721	3.648	10.45	
DIAMETRO 4 (cm)		3.856	3.669	3.763	11.12	3.605	3.441	3.523	9.75	3.074	3.827	3.451	9.35	
DIAMETRO 5 (cm)		3.669	2.958	3.314	8.62	3.552	3.686	3.619	10.29	3.341	3.340	3.341	8.76	
DIAMETRO 6 (cm)		2.831	3.302	3.067	7.39	3.494	3.599	3.547	9.88	3.074	3.584	3.329	8.70	
DIAMETRO 7 (cm)		3.846	2.916	3.381	8.98	3.245	3.114	3.180	7.94	3.715	2.604	3.160	7.84	
DIAMETRO 8 (cm)		2.723	2.974	2.849	6.37	3.531	3.352	3.442	9.30	4.123	3.063	3.593	10.14	
AREA TOTAL (cm ²)					71.90	AREA TOTAL (cm ²)					70.14	AREA TOTAL (cm ²)		70.83
DESGASTE					0.09	DESGASTE					0.11	DESGASTE		0.11
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					4.64	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					5.48	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)		5.62
CODIGO		PATRON II												
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)		3581.88		-	-	3521.45		-	-	3474.98		-	-	
PESO FINAL (g)		3589.79		-	-	3526.09		-	-	3481.12		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)		7.91		-	-	4.64		-	-	6.14		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		6.592		-	-	3.867		-	-	5.117		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)		3.871	3.906	3.889	11.88	3.963	4.114	4.039	12.81	3.937	4.165	4.051	12.89	
DIAMETRO 2 (cm)		3.405	3.405	3.405	9.11	3.871	4.356	4.114	13.29	4.168	3.192	3.680	10.64	
DIAMETRO 3 (cm)		3.629	3.844	3.737	10.97	3.661	3.435	3.548	9.89	4.204	3.529	3.867	11.74	
DIAMETRO 4 (cm)		3.844	4.480	4.162	13.60	3.693	3.603	3.648	10.45	4.100	3.565	3.833	11.54	
DIAMETRO 5 (cm)		3.612	4.319	3.966	12.35	3.190	3.192	3.191	8.00	4.029	3.606	3.818	11.45	
DIAMETRO 6 (cm)		4.103	4.035	4.069	13.00	4.464	4.312	4.388	15.12	3.874	4.818	4.346	14.83	
DIAMETRO 7 (cm)		3.839	4.046	3.943	12.21	3.393	3.752	3.573	10.02	4.047	3.831	3.939	12.19	
DIAMETRO 8 (cm)		4.005	3.658	3.832	11.53	3.204	3.204	3.204	8.06	4.803	3.664	4.234	14.08	
AREA TOTAL (cm ²)					94.64	AREA TOTAL (cm ²)					87.64	AREA TOTAL (cm ²)		99.35
DESGASTE					0.07	DESGASTE					0.04	DESGASTE		0.05
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.48	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					2.21	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)		2.58

CODIGO		IIVTF15%												
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)	3456.35		-	-	3464.68		-	-	3604.71		-	-		
PESO FINAL (g)	3465.37		-	-	3471.39		-	-	3611.63		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)	9.02		-	-	6.71		-	-	6.92		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	7.517		-	-	5.592		-	-	5.767		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)	3.196	3.383	3.290	8.50	3.752	4.053	3.903	11.96	3.511	4.519	4.015	12.66		
DIAMETRO 2 (cm)	3.383	3.961	3.672	10.59	4.003	4.155	4.079	13.07	4.277	3.652	3.965	12.34		
DIAMETRO 3 (cm)	4.505	3.673	4.089	13.13	3.727	3.432	3.580	10.06	3.164	3.910	3.537	9.83		
DIAMETRO 4 (cm)	3.512	4.018	3.765	11.13	4.179	3.802	3.991	12.51	3.656	3.507	3.582	10.07		
DIAMETRO 5 (cm)	4.502	3.629	4.066	12.98	3.545	4.137	3.841	11.59	3.552	3.772	3.662	10.53		
DIAMETRO 6 (cm)	3.942	3.723	3.833	11.54	4.079	3.748	3.914	12.03	3.900	3.671	3.786	11.25		
DIAMETRO 7 (cm)	3.273	3.689	3.481	9.52	3.071	3.811	3.441	9.30	3.003	3.380	3.192	8.00		
DIAMETRO 8 (cm)	4.055	3.794	3.925	12.10	2.922	3.554	3.238	8.23	3.102	3.701	3.402	9.09		
AREA TOTAL (cm ²)				89.48	AREA TOTAL (cm ²)				88.75	AREA TOTAL (cm ²)				83.78
DESGASTE				0.08	DESGASTE				0.06	DESGASTE				0.07
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				4.20	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				3.15	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				3.44
CODIGO		IIVTF20%												
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)	3386.61		-	-	3425.98		-	-	3394.77		-	-		
PESO FINAL (g)	3392.16		-	-	3432.16		-	-	3401.94		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)	5.55		-	-	6.18		-	-	7.17		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	4.625		-	-	5.150		-	-	5.975		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)	3.886	3.894	3.890	11.88	4.357	3.653	4.005	12.60	4.090	3.837	3.964	12.34		
DIAMETRO 2 (cm)	3.737	4.019	3.878	11.81	4.264	3.937	4.101	13.21	3.906	3.956	3.931	12.14		
DIAMETRO 3 (cm)	3.646	4.178	3.912	12.02	4.555	3.983	4.269	14.31	4.332	3.636	3.984	12.47		
DIAMETRO 4 (cm)	3.794	3.491	3.643	10.42	4.316	4.195	4.256	14.22	3.862	3.862	3.862	11.71		
DIAMETRO 5 (cm)	3.884	3.771	3.828	11.51	3.941	3.523	3.732	10.94	4.500	3.678	4.089	13.13		
DIAMETRO 6 (cm)	3.847	4.121	3.984	12.47	3.419	3.699	3.559	9.95	4.171	3.468	3.820	11.46		
DIAMETRO 7 (cm)	3.905	3.540	3.723	10.88	3.306	3.384	3.345	8.79	3.585	3.788	3.687	10.67		
DIAMETRO 8 (cm)	3.955	4.554	4.255	14.22	3.231	3.231	3.231	8.20	3.696	4.254	3.975	12.41		
AREA TOTAL (cm ²)				95.21	AREA TOTAL (cm ²)				92.21	AREA TOTAL (cm ²)				96.33
DESGASTE				0.05	DESGASTE				0.06	DESGASTE				0.06
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.43	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.79	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				3.10

CODIGO		IIVTF25%											
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)	3459.25		-	-	3357		-	-	3442.96		-	-	
PESO FINAL (g)	3468.08		-	-	3367		-	-	3451.88		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)	8.83		-	-	10		-	-	8.92		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	7.358		-	-	8.333		-	-	7.433		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)	3.480	3.191	3.336	8.74	4.132	4.132	4.132	13.41	4.014	3.769	3.892	11.89	
DIAMETRO 2 (cm)	3.154	3.191	3.173	7.90	4.241	3.46	3.851	11.64	4.097	3.295	3.696	10.73	
DIAMETRO 3 (cm)	3.523	3.624	3.574	10.03	3.743	2.947	3.345	8.79	3.871	3.696	3.784	11.24	
DIAMETRO 4 (cm)	3.864	3.444	3.654	10.49	3.407	3.173	3.290	8.50	3.646	4.533	4.090	13.14	
DIAMETRO 5 (cm)	4.406	4.453	4.430	15.41	3.477	3.942	3.710	10.81	4.571	3.332	3.952	12.26	
DIAMETRO 6 (cm)	3.514	3.918	3.716	10.85	3.59	4.359	3.975	12.41	4.195	3.722	3.959	12.31	
DIAMETRO 7 (cm)	3.552	3.804	3.678	10.62	3.837	2.96	3.399	9.07	3.160	4.045	3.603	10.19	
DIAMETRO 8 (cm)	3.598	4.009	3.804	11.36	2.96	3.236	3.098	7.54	3.318	3.628	3.473	9.47	
AREA TOTAL (cm ²)				85.40	AREA TOTAL (cm ²)			82.17	AREA TOTAL (cm ²)			91.24	
DESGASTE				0.09	DESGASTE			0.10	DESGASTE			0.08	
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				4.31	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			5.07	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			4.07	
CODIGO		IIVTF30%											
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)	3454.56		-	-	3564.61		-	-	3495.49		-	-	
PESO FINAL (g)	3459.69		-	-	3569.27		-	-	3500.59		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)	5.13		-	-	4.66		-	-	5.1		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	4.275		-	-	3.883		-	-	4.250		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)	3.893	3.946	3.920	12.07	3.777	3.875	3.826	11.50	3.645	3.720	3.683	10.65	
DIAMETRO 2 (cm)	3.466	3.700	3.583	10.08	3.276	3.556	3.416	9.16	3.583	3.641	3.612	10.25	
DIAMETRO 3 (cm)	3.585	3.413	3.499	9.62	4.286	4.443	4.365	14.96	3.919	4.435	4.177	13.70	
DIAMETRO 4 (cm)	3.760	3.532	3.646	10.44	3.927	3.732	3.830	11.52	3.633	3.872	3.753	11.06	
DIAMETRO 5 (cm)	3.489	3.632	3.561	9.96	3.512	4.19	3.851	11.65	4.531	4.138	4.335	14.76	
DIAMETRO 6 (cm)	3.871	3.633	3.752	11.06	3.552	3.509	3.531	9.79	3.962	3.828	3.895	11.92	
DIAMETRO 7 (cm)	4.208	3.571	3.890	11.88	3.992	3.731	3.862	11.71	3.962	3.613	3.788	11.27	
DIAMETRO 8 (cm)	3.807	3.658	3.733	10.94	4.097	4.09	4.094	13.16	3.864	4.432	4.148	13.51	
AREA TOTAL (cm ²)				86.04	AREA TOTAL (cm ²)			93.45	AREA TOTAL (cm ²)			97.11	
DESGASTE				0.05	DESGASTE			0.04	DESGASTE			0.04	
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.48	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			2.08	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			2.19	

CODIGO		IIVMR15%											
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)	3559.88		-	-	3537.17		-	-	3518.42		-	-	
PESO FINAL (g)	3564.07		-	-	3541.8		-	-	3522.67		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)	4.19		-	-	4.63		-	-	4.25		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	3.492		-	-	3.858		-	-	3.542		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)	2.686	3.143	2.915	6.67	3.679	3.553	3.616	10.27	3.389	4.046	3.718	10.85	
DIAMETRO 2 (cm)	3.397	3.032	3.215	8.12	3.757	3.554	3.656	10.50	3.490	3.761	3.626	10.32	
DIAMETRO 3 (cm)	3.788	3.606	3.697	10.73	3.673	4.08	3.877	11.80	3.659	3.903	3.781	11.23	
DIAMETRO 4 (cm)	3.286	4.280	3.783	11.24	3.646	3.341	3.494	9.59	4.223	3.563	3.893	11.90	
DIAMETRO 5 (cm)	3.606	3.465	3.536	9.82	3.558	3.512	3.535	9.81	3.966	3.588	3.777	11.20	
DIAMETRO 6 (cm)	3.955	4.081	4.018	12.68	3.796	3.544	3.670	10.58	4.302	3.791	4.047	12.86	
DIAMETRO 7 (cm)	3.210	4.417	3.814	11.42	3.733	3.674	3.704	10.77	3.787	3.447	3.617	10.28	
DIAMETRO 8 (cm)	3.280	3.448	3.364	8.89	3.504	3.714	3.609	10.23	3.515	3.812	3.664	10.54	
AREA TOTAL (cm ²)				79.57	AREA TOTAL (cm ²)			83.55	AREA TOTAL (cm ²)			89.19	
DESGASTE				0.04	DESGASTE			0.05	DESGASTE			0.04	
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.19	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			2.31	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			1.99	
CODIGO		IIVMR20%											
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)	3469.6		-	-	3498.77		-	-	3489.25		-	-	
PESO FINAL (g)	3472.74		-	-	3499.93		-	-	3493.76		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)	3.14		-	-	2.32		-	-	4.51		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	2.617		-	-	1.933		-	-	3.758		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)	2.323	3.535	2.929	6.74	2.961	2.192	2.577	5.21	2.647	4.101	3.374	8.94	
DIAMETRO 2 (cm)	2.962	2.962	2.962	6.89	3.351	2.567	2.959	6.88	2.811	2.754	2.783	6.08	
DIAMETRO 3 (cm)	2.778	3.022	2.900	6.61	2.92	2.724	2.822	6.25	3.525	3.706	3.616	10.27	
DIAMETRO 4 (cm)	2.736	2.798	2.767	6.01	3.29	3.021	3.156	7.82	2.739	3.688	3.214	8.11	
DIAMETRO 5 (cm)	2.450	2.450	2.450	4.71	2.961	2.192	2.577	5.21	3.456	3.144	3.300	8.55	
DIAMETRO 6 (cm)	3.225	2.446	2.836	6.31	3.351	2.567	2.959	6.88	3.201	2.592	2.897	6.59	
DIAMETRO 7 (cm)	2.450	2.660	2.555	5.13	2.92	2.724	2.822	6.25	2.031	2.415	2.223	3.88	
DIAMETRO 8 (cm)	3.098	2.647	2.873	6.48	3.29	3.021	3.156	7.82	3.237	3.218	3.228	8.18	
AREA TOTAL (cm ²)				48.88	AREA TOTAL (cm ²)			52.33	AREA TOTAL (cm ²)			60.60	
DESGASTE				0.05	DESGASTE			0.04	DESGASTE			0.06	
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.68	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			1.85	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.10	

CODIGO		IIVMR25%												
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)	3418.2		-	-	3527.45		-	-	3480.98		-	-		
PESO FINAL (g)	3422.47		-	-	3531.54		-	-	3485.78		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)	4.27		-	-	4.09		-	-	4.8		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	3.558		-	-	3.408		-	-	4.000		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)	3.453	3.416	3.435	9.26	3.514	3.755	3.635	10.37	3.166	3.467	3.317	8.64		
DIAMETRO 2 (cm)	3.330	3.844	3.587	10.11	3.98	3.65	3.815	11.43	3.827	3.671	3.749	11.04		
DIAMETRO 3 (cm)	3.425	3.653	3.539	9.84	3.623	3.406	3.515	9.70	3.146	3.403	3.275	8.42		
DIAMETRO 4 (cm)	3.747	3.785	3.766	11.14	3.969	3.922	3.946	12.23	3.448	3.456	3.452	9.36		
DIAMETRO 5 (cm)	3.325	3.674	3.500	9.62	3.979	3.508	3.744	11.01	3.905	3.429	3.667	10.56		
DIAMETRO 6 (cm)	3.583	3.839	3.711	10.82	3.41	3.617	3.514	9.70	3.740	3.423	3.582	10.07		
DIAMETRO 7 (cm)	4.274	3.911	4.093	13.15	3.775	3.887	3.831	11.53	3.705	3.834	3.770	11.16		
DIAMETRO 8 (cm)	3.508	3.344	3.426	9.22	3.672	3.754	3.713	10.83	3.868	3.414	3.641	10.41		
AREA TOTAL (cm ²)				83.15	AREA TOTAL (cm ²)				86.79	AREA TOTAL (cm ²)				79.67
DESGASTE				0.04	DESGASTE				0.04	DESGASTE				0.05
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.14	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				1.96	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.51
CODIGO		IIVMR30%												
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)	3333.65		-	-	3444.73		-	-	3452.1		-	-		
PESO FINAL (g)	3337.54		-	-	3448.54		-	-	3459.59		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)	7.78		-	-	3.81		-	-	7.49		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	6.483		-	-	3.175		-	-	6.242		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)	3.993	3.933	3.963	12.33	2.788	2.964	2.876	6.50	3.612	3.752	3.682	10.65		
DIAMETRO 2 (cm)	3.182	3.066	3.124	7.66	3.627	3.04	3.334	8.73	3.262	3.298	3.280	8.45		
DIAMETRO 3 (cm)	3.744	3.355	3.550	9.90	2.702	2.855	2.779	6.06	3.298	3.052	3.175	7.92		
DIAMETRO 4 (cm)	3.854	3.653	3.754	11.07	2.735	2.706	2.721	5.81	3.067	3.274	3.171	7.89		
DIAMETRO 5 (cm)	3.993	3.933	3.963	12.33	3.202	2.555	2.879	6.51	3.190	3.850	3.520	9.73		
DIAMETRO 6 (cm)	3.182	3.066	3.124	7.66	2.96	2.772	2.866	6.45	3.626	3.235	3.431	9.24		
DIAMETRO 7 (cm)	3.744	3.355	3.550	9.90	2.254	2.887	2.571	5.19	3.540	3.332	3.436	9.27		
DIAMETRO 8 (cm)	3.854	3.653	3.754	11.07	2.617	3.132	2.875	6.49	3.946	2.835	3.391	9.03		
AREA TOTAL (cm ²)				81.92	AREA TOTAL (cm ²)				51.74	AREA TOTAL (cm ²)				72.19
DESGASTE				0.08	DESGASTE				0.06	DESGASTE				0.09
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				3.96	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				3.07	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				4.32

CODIGO		IIVMA15%											
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)	3366.64		-	-	3380.59		-	-	3351.34		-	-	
PESO FINAL (g)	3373.06		-	-	3386.43		-	-	3356.6		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)	6.42		-	-	5.84		-	-	5.26		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	5.350		-	-	4.867		-	-	4.383		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)	3.659	3.925	3.792	11.29	3.273	3.231	3.252	8.31	2.475	2.429	2.452	4.72	
DIAMETRO 2 (cm)	3.526	3.760	3.643	10.42	2.259	2.353	2.306	4.18	2.746	2.842	2.794	6.13	
DIAMETRO 3 (cm)	3.434	3.434	3.434	9.26	2.48	3.315	2.898	6.59	2.903	2.898	2.901	6.61	
DIAMETRO 4 (cm)	3.628	3.871	3.750	11.04	3.07	2.966	3.018	7.15	3.326	3.651	3.489	9.56	
DIAMETRO 5 (cm)	3.211	3.457	3.334	8.73	2.718	2.554	2.636	5.46	3.401	2.854	3.128	7.68	
DIAMETRO 6 (cm)	3.933	3.926	3.930	12.13	2.93	2.877	2.904	6.62	3.511	2.581	3.046	7.29	
DIAMETRO 7 (cm)	3.309	3.450	3.380	8.97	2.457	2.745	2.601	5.31	2.971	2.687	2.829	6.29	
DIAMETRO 8 (cm)	3.658	3.427	3.543	9.86	2.588	2.585	2.587	5.25	2.824	3.087	2.956	6.86	
AREA TOTAL (cm ²)				81.70	AREA TOTAL (cm ²)			48.88	AREA TOTAL (cm ²)			55.13	
DESGASTE				0.07	DESGASTE			0.10	DESGASTE			0.08	
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				3.27	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			4.98	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.98	
CODIGO		IIVMA20%											
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)	3543.76		-	-	3563.57		-	-	3562.62		-	-	
PESO FINAL (g)	3547.28		-	-	3567.34		-	-	3567.74		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)	3.52		-	-	3.77		-	-	5.12		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	2.933		-	-	3.142		-	-	4.267		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)	3.192	2.989	3.091	7.50	3.163	3.156	3.160	7.84	2.817	3.100	2.959	6.87	
DIAMETRO 2 (cm)	3.336	3.080	3.208	8.08	3.325	3.499	3.412	9.14	2.862	2.810	2.836	6.32	
DIAMETRO 3 (cm)	3.716	3.743	3.730	10.92	3.316	3.156	3.236	8.22	2.633	2.795	2.714	5.79	
DIAMETRO 4 (cm)	3.306	3.125	3.216	8.12	3.52	3.676	3.598	10.17	2.938	3.272	3.105	7.57	
DIAMETRO 5 (cm)	3.480	3.707	3.594	10.14	3.706	3.609	3.658	10.51	3.143	2.912	3.028	7.20	
DIAMETRO 6 (cm)	3.414	3.315	3.365	8.89	3.091	2.911	3.001	7.07	3.513	3.718	3.616	10.27	
DIAMETRO 7 (cm)	3.309	3.409	3.359	8.86	2.644	2.644	2.644	5.49	3.381	3.204	3.293	8.51	
DIAMETRO 8 (cm)	3.183	3.315	3.249	8.29	3.736	3.146	3.441	9.30	4.205	3.959	4.082	13.09	
AREA TOTAL (cm ²)				70.81	AREA TOTAL (cm ²)			67.75	AREA TOTAL (cm ²)			65.61	
DESGASTE				0.04	DESGASTE			0.05	DESGASTE			0.07	
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.07	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			2.32	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.25	

CODIGO		IIVMA25%											
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)	3501.6		-	-	3487.75		-	-	3516.15		-	-	
PESO FINAL (g)	3505.39		-	-	3491.8		-	-	3520.24		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)	3.79		-	-	4.05		-	-	4.09		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	3.158		-	-	3.375		-	-	3.408		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)	3.638	3.201	3.420	9.18	2.425	2.912	2.669	5.59	2.612	3.194	2.903	6.62	
DIAMETRO 2 (cm)	2.823	4.169	3.496	9.60	2.287	2.408	2.348	4.33	3.194	2.878	3.036	7.24	
DIAMETRO 3 (cm)	2.539	2.687	2.613	5.36	3.121	3.004	3.063	7.37	3.372	3.551	3.462	9.41	
DIAMETRO 4 (cm)	3.575	2.887	3.231	8.20	2.713	2.713	2.713	5.78	2.437	3.350	2.894	6.58	
DIAMETRO 5 (cm)	3.122	3.765	3.444	9.31	2.790	2.36	2.575	5.21	3.817	2.986	3.402	9.09	
DIAMETRO 6 (cm)	3.626	3.339	3.483	9.53	2.831	2.831	2.831	6.29	2.548	2.390	2.469	4.79	
DIAMETRO 7 (cm)	3.169	3.340	3.255	8.32	2.336	2.851	2.594	5.28	2.389	2.389	2.389	4.48	
DIAMETRO 8 (cm)	3.072	3.047	3.060	7.35	2.683	3.796	3.240	8.24	3.009	2.363	2.686	5.67	
AREA TOTAL (cm ²)				66.85	AREA TOTAL (cm ²)			48.10	AREA TOTAL (cm ²)			53.87	
DESGASTE				0.05	DESGASTE			0.07	DESGASTE			0.06	
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.36	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.51	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			3.16	
CODIGO		IIVTG15%											
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)	3397.63		-	-	3508.67		-	-	3555.01		-	-	
PESO FINAL (g)	3400.99		-	-	3512.67		-	-	3558.71		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)	3.36		-	-	4		-	-	3.7		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	2.800		-	-	3.333		-	-	3.083		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)	3.444	2.921	3.183	7.95	3.324	3.707	3.516	9.71	3.232	3.734	3.483	9.53	
DIAMETRO 2 (cm)	3.447	3.407	3.427	9.22	3.619	3.797	3.708	10.80	4.005	3.475	3.740	10.99	
DIAMETRO 3 (cm)	3.228	3.388	3.308	8.59	3.024	3.602	3.313	8.62	3.844	3.737	3.791	11.28	
DIAMETRO 4 (cm)	5.044	4.117	4.581	16.48	3.182	3.478	3.330	8.71	3.573	3.573	3.573	10.03	
DIAMETRO 5 (cm)	4.819	4.015	4.417	15.32	3.267	3.666	3.467	9.44	3.614	3.861	3.738	10.97	
DIAMETRO 6 (cm)	3.322	3.771	3.547	9.88	3.167	4.255	3.711	10.82	3.375	3.499	3.437	9.28	
DIAMETRO 7 (cm)	2.804	2.947	2.876	6.49	3.291	4.62	3.956	12.29	3.711	3.650	3.681	10.64	
DIAMETRO 8 (cm)	2.658	3.378	3.018	7.15	4.34	4.465	4.403	15.22	3.866	3.898	3.882	11.84	
AREA TOTAL (cm ²)				81.10	AREA TOTAL (cm ²)			85.60	AREA TOTAL (cm ²)			84.55	
DESGASTE				0.03	DESGASTE			0.04	DESGASTE			0.04	
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				1.73	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			1.95	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			1.82	

CODIGO		IIVTG30%											
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)	3400.32		-	-	3452.38		-	-	3466.35		-	-	
PESO FINAL (g)	3404.42		-	-	3456.37		-	-	3470.45		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)	4.1		-	-	3.99		-	-	4.1		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	3.417		-	-	3.325		-	-	3.417		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)	3.639	3.356	3.498	9.61	3.84	3.737	3.789	11.27	3.109	3.434	3.272	8.41	
DIAMETRO 2 (cm)	2.849	2.398	2.624	5.41	3.318	2.568	2.943	6.80	3.975	3.070	3.523	9.75	
DIAMETRO 3 (cm)	3.211	3.290	3.251	8.30	5.952	2.589	4.271	14.32	3.655	3.855	3.755	11.07	
DIAMETRO 4 (cm)	3.559	3.265	3.412	9.14	2.914	3.331	3.123	7.66	3.853	4.136	3.995	12.53	
DIAMETRO 5 (cm)	3.456	3.204	3.330	8.71	2.725	4.528	3.627	10.33	3.570	3.970	3.770	11.16	
DIAMETRO 6 (cm)	2.610	3.125	2.868	6.46	2.84	3.555	3.198	8.03	3.499	4.588	4.044	12.84	
DIAMETRO 7 (cm)	2.034	3.529	2.782	6.08	2.86	3.333	3.097	7.53	3.407	4.016	3.712	10.82	
DIAMETRO 8 (cm)	2.353	2.150	2.252	3.98					3.753	4.132	3.943	12.21	
AREA TOTAL (cm ²)				57.68	AREA TOTAL (cm ²)			65.95	AREA TOTAL (cm ²)			88.79	
DESGASTE				0.06	DESGASTE			0.05	DESGASTE			0.04	
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.96	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			2.52	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			1.92	
CODIGO		IIVTG45%											
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)	
PESO INICIAL (g)	3464.43		-	-	3414.04		-	-	3611.95		-	-	
PESO FINAL (g)	3469.78		-	-	3419.65		-	-	3618.45		-	-	
PESO DE LA ARCILLA (g)	5.35		-	-	5.61		-	-	6.5		-	-	
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	4.458		-	-	4.675		-	-	5.417		-	-	
DIAMETRO 1 (cm)	3.491	4.175	3.833	11.54	3.758	4.144	3.951	12.26	3.980	4.345	4.163	13.61	
DIAMETRO 2 (cm)	3.618	4.101	3.860	11.70	3.247	3.624	3.436	9.27	3.913	4.125	4.019	12.69	
DIAMETRO 3 (cm)	3.233	3.851	3.542	9.85	4.098	4.164	4.131	13.40	4.298	4.580	4.439	15.48	
DIAMETRO 4 (cm)	3.730	3.661	3.696	10.73	3.869	4.12	3.995	12.53	3.727	3.608	3.668	10.56	
DIAMETRO 5 (cm)	4.416	4.579	4.498	15.89	3.881	4.386	4.134	13.42	3.711	4.396	4.054	12.90	
DIAMETRO 6 (cm)	4.026	4.244	4.135	13.43	3.943	4.532	4.238	14.10	3.930	3.739	3.835	11.55	
DIAMETRO 7 (cm)	3.883	4.279	4.081	13.08	4.326	4.542	4.434	15.44	4.282	4.076	4.179	13.72	
DIAMETRO 8 (cm)	4.321	3.857	4.089	13.13	4.806	4.231	4.519	16.04	4.159	3.688	3.924	12.09	
AREA TOTAL (cm ²)				99.35	AREA TOTAL (cm ²)			106.46	AREA TOTAL (cm ²)			102.59	
DESGASTE				0.04	DESGASTE			0.04	DESGASTE			0.05	
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.24	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			2.20	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			2.64	

CODIGO		ACI 320													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		3656.65		-	-	3657.6		-	-	3689.64		-	-		
PESO FINAL (g)		3661.19		-	-	3664.47		-	-	3697.9		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		4.54		-	-	6.87		-	-	8.26		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		3.783		-	-	5.725		-	-	6.883		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		2.579	2.379	2.479	4.83	3.623	3.23	3.427	9.22	2.832	3.416	3.124	7.66		
DIAMETRO 2 (cm)		2.149	2.733	2.441	4.68	3.054	3.324	3.189	7.99	3.423	3.288	3.356	8.84		
DIAMETRO 3 (cm)		2.352	2.351	2.352	4.34	2.831	3.614	3.223	8.16	4.036	2.659	3.348	8.80		
DIAMETRO 4 (cm)		2.922	1.869	2.396	4.51	3.161	3.073	3.117	7.63	2.899	3.152	3.026	7.19		
DIAMETRO 5 (cm)		2.494	2.246	2.370	4.41	2.221	3.474	2.848	6.37	3.022	3.165	3.094	7.52		
DIAMETRO 6 (cm)		2.824	2.573	2.699	5.72	2.863	2.75	2.807	6.19	3.437	3.185	3.311	8.61		
DIAMETRO 7 (cm)		2.592	2.718	2.655	5.54	2.584	2.686	2.635	5.45	2.775	3.174	2.975	6.95		
DIAMETRO 8 (cm)		2.826	3.952	3.389	9.02	2.832	2.771	2.802	6.16	2.872	4.777	3.825	11.49		
AREA TOTAL (cm ²)					43.04	AREA TOTAL (cm ²)					57.17	AREA TOTAL (cm ²)			67.06
DESGASTE					0.09	DESGASTE					0.10	DESGASTE			0.10
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					4.39	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					5.01	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			5.13
CODIGO		ACI 420													
N° MUESTRA		1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)		3649.4		-	-	3675.41		-	-	3627.9		-	-		
PESO FINAL (g)		3656.21		-	-	3682.63		-	-	3637.68		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)		6.81		-	-	7.22		-	-	9.78		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)		5.675		-	-	6.017		-	-	8.150		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)		3.308	3.879	3.594	10.14	4.342	4.479	4.411	15.28	4.043	4.043	4.043	12.84		
DIAMETRO 2 (cm)		3.26	3.819	3.540	9.84	3.779	3.665	3.722	10.88	3.773	3.798	3.786	11.25		
DIAMETRO 3 (cm)		3.893	3.477	3.685	10.67	3.627	3.58	3.604	10.20	3.854	4.425	4.140	13.46		
DIAMETRO 4 (cm)		4.071	3.534	3.803	11.36	4.274	3.613	3.944	12.21	4.108	3.801	3.955	12.28		
DIAMETRO 5 (cm)		3.179	3.736	3.458	9.39	3.88	4.427	4.154	13.55	3.358	4.016	3.687	10.68		
DIAMETRO 6 (cm)		3.506	3.858	3.682	10.65	3.747	3.724	3.736	10.96	3.300	3.339	3.320	8.65		
DIAMETRO 7 (cm)		3.87	4.2355	4.053	12.90	3.948	4.134	4.041	12.83	4.527	3.566	4.047	12.86		
DIAMETRO 8 (cm)		3.4	3.628	3.514	9.70	4.427	4.058	4.243	14.14	4.202	4.009	4.106	13.24		
AREA TOTAL (cm ²)					84.64	AREA TOTAL (cm ²)					100.04	AREA TOTAL (cm ²)			95.26
DESGASTE					0.07	DESGASTE					0.06	DESGASTE			0.09
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.35	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)					3.01	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)			4.28

CODIGO		WALKER 420												
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)	3717.41		-	-	3718.34		-	-	3667.62		-	-		
PESO FINAL (g)	3722.97		-	-	3723.54		-	-	3672.81		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)	5.56		-	-	5.20		-	-	5.19		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	4.633		-	-	4.333		-	-	4.325		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)	4.165	3.303	3.734	10.95	3.117	3.404	3.261	8.35	3.433	3.675	3.554	9.92		
DIAMETRO 2 (cm)	3.688	3.362	3.525	9.76	3.321	3.133	3.227	8.18	3.378	3.563	3.471	9.46		
DIAMETRO 3 (cm)	3.858	3.931	3.895	11.91	3.634	3.48	3.557	9.94	3.381	3.265	3.323	8.67		
DIAMETRO 4 (cm)	3.825	3.827	3.826	11.50	3.484	3.598	3.541	9.85	3.337	3.231	3.284	8.47		
DIAMETRO 5 (cm)	3.475	3.333	3.404	9.10	3.966	4.537	4.252	14.20	3.408	3.771	3.590	10.12		
DIAMETRO 6 (cm)	3.66	3.75	3.705	10.78	3.397	3.191	3.294	8.52	3.250	2.923	3.087	7.48		
DIAMETRO 7 (cm)	3.743	3.8235	3.783	11.24	3.393	3.098	3.246	8.27	3.213	3.840	3.527	9.77		
DIAMETRO 8 (cm)	3.526	4.676	4.101	13.21	3.794	3.623	3.709	10.80	3.586	3.309	3.448	9.33		
AREA TOTAL (cm ²)				88.45	AREA TOTAL (cm ²)				78.11	AREA TOTAL (cm ²)				73.23
DESGASTE				0.05	DESGASTE				0.06	DESGASTE				0.06
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.62	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.77	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				2.95
CODIGO		MF 420												
N° MUESTRA	1		PROMEDIO	AREA (cm ²)	2		PROMEDIO	AREA (cm ²)	3		PROMEDIO	AREA (cm ²)		
PESO INICIAL (g)	3642.74		-	-	3601.35		-	-	3554.38		-	-		
PESO FINAL (g)	3648.82		-	-	3610.64		-	-	3560.57		-	-		
PESO DE LA ARCILLA (g)	6.08		-	-	9.29		-	-	6.19		-	-		
VOLUMEN DE LA ARCILLA (cm ³)	5.067		-	-	7.742		-	-	5.158		-	-		
DIAMETRO 1 (cm)	2.869	3.092	2.981	6.98	3.536	3.844	3.690	10.69	3.287	3.576	3.432	9.25		
DIAMETRO 2 (cm)	2.841	4.256	3.549	9.89	4.088	3.666	3.877	11.81	4.075	3.333	3.704	10.78		
DIAMETRO 3 (cm)	3.41	3.414	3.412	9.14	3.452	4.379	3.916	12.04	3.361	3.395	3.378	8.96		
DIAMETRO 4 (cm)	3.235	3.336	3.286	8.48	3.578	4.193	3.886	11.86	3.629	3.426	3.528	9.77		
DIAMETRO 5 (cm)	3.64	3.267	3.454	9.37	3.536	3.436	3.486	9.54	3.741	4.005	3.873	11.78		
DIAMETRO 6 (cm)	2.735	3.5	3.118	7.63	3.597	3.43	3.514	9.70	3.925	3.445	3.685	10.67		
DIAMETRO 7 (cm)	3.406	3.311	3.359	8.86	3.288	3.366	3.327	8.69	3.104	3.786	3.445	9.32		
DIAMETRO 8 (cm)	3.292	3.525	3.409	9.12	3.747	3.74	3.744	11.01	3.871	4.024	3.948	12.24		
AREA TOTAL (cm ²)				69.47	AREA TOTAL (cm ²)				85.34	AREA TOTAL (cm ²)				82.76
DESGASTE				0.07	DESGASTE				0.09	DESGASTE				0.06
PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				3.65	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				4.54	PERDIDA DE VOLUMEN (cm ³ /50cm ²)				3.12

**VI.CONSTANCIA EL LABORATORIO DE
SUELOS Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE SANTA MARÍA**





Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Dr. Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que la Señorita y Señor Bachiller en Ingeniería Civil:

SUSAN ALEXIA CERVANTES PACORI
VALENTÍN GUSTAVO PILCO SOTO

(COD – 2013150172)
(COD - 2013701271)

Han realizado ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondiente a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

“DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE VIDRIO TIPO SODO-CALCICO MOLIDO Y TRITURADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN DE CONCRETO TIPO I Y II PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”

Los ensayos efectuados por los Bachilleres fueron los siguientes:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
TTI-02	Análisis Granulométrico de Agregado Fino	1	S/13.00	S/13.00
TTI-08	Peso Unitario Suelto	3	S/6.00	S/18.00
TTI-09	Peso Unitario Varillado	3	S/9.00	S/27.00
TTI-07	Peso Específico y Absorción de Agregado Fino	4	S/11.00	S/44.00
TTI-01	Contenido de Humedad de Agregados	2	S/5.00	S/10.00
TTI-02	Análisis Granulométrico de Agregado Grueso	1	S/13.00	S/13.00
TTI-08	Peso Unitario Suelto	3	S/6.00	S/18.00
TTI-09	Peso Unitario Varillado	3	S/9.00	S/27.00
TTI-06	Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso	4	S/11.00	S/44.00
TTI-10	Abrasión Los Angeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores a 1 1/2"	9	S/28.00	S/252.00
TTI-02	Análisis Granulométrico Vidrio	1	S/13.00	S/13.00
TTI-08	Peso Unitario Suelto (Combinación)	18	S/6.00	S/108.00
TTI-09	Peso Unitario Varillado (Combinación)	18	S/9.00	S/162.00
TTI-27	Compresión de Adoquines de Concreto	680	S/4.00	S/2,720.00
	Utilización de Cortadora	35	S/4.00	S/140.00
	Peso Unitario de Adoquines **		S/0.00	S/0.00
	Temperatura **		S/0.00	S/0.00
			TOTAL:	S/3,609.00



Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

El costo cancelado por dichos ensayos es de: S/ 1 263.00* (Comprobante BO17-00002743)

* Según descuento opción "C" por derecho de uso de laboratorio por tesis, de acuerdo a tarifario 2019 aprobado por el Consejo de Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente.

** El ensayo no se encuentra en el tarifario de tesis, por ello el costo unitario de S/ 0.00

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre el 03/06/2019 y el 31/10/2019

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 15 de Noviembre del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA


Dr. Ing. ALEJANDRO VÍCTOR HUALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL
EPIC- FAICA - CAMPUS-PARQUE INDUSTRIAL



**VII. CONSTANCIA DE ARENADO DE
ADOQUINES**



CONSTANCIA

El que suscribe Ing. Isaac Leon Zela Gerente de Operaciones del Grupo Leon Empresarial.

HACE CONSTAR

Que los Señores Bachilleres de Ingenieria Civil:

SUSAN ALEXIA CERVANTES PACORI

VALENTIN GUSTAVO PILCO SOTO

Han realizado parte de un ensayo con el equipo de Chorro de Arena, efectuando de esta manera el desgaste a un total de **110 Adoquines** en el Taller de la Empresa.

Los trabajos que han realizado en las instalaciones, se llevaron a cabo entre el **30/09/2019 y el 16/10/2019**.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que consideren conveniente.

Arequipa, 11 de noviembre de 2019


CONSTRUCTORA LEON S.A.C.
Isaac Leon Zela
GERENTE DE OPERACIONES

Fax: (054) 400739 - (054) 400649
958916725 - RPM # 735960
R.U.C.: 20454703261
Urb. Industrial Cayro B-4 Paucarpata
Arequipa - Perú
www.grupo-leon.com-servicios@grupo-leon.com



VIII. FICHA TÉCNICA DE ADITIVO



CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante

ADITIVO PLASTIFICANTE Y REDUCTOR DE AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce la cantidad de agua en aproximadamente un 10 % incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

USOS

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado de un 10 % aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden del 10 al 15%, contra testigo.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envase PET x 4 L ▪ Balde x 20 L
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.01

Hoja De Datos Del Producto
SikaCem® Plastificante
Junio 2019, Versión 01.01
021302011000000829

1 / 2

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto

Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
- Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

LIMITACIONES

Temperatura Sustrato +5°C mín. / +30°C máx.
Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

Hoja De Datos Del Producto
SikaCem® Plastificante
Junio 2019, Versión 01.01
021302011000000829

SikaCemPlastificante-es-PE-(06-2019)-1-1.pdf





IX. GALERIA FOTOGRAFICA



Figura N° 16 Trituración de Vidrio en Chiguata



Figura N° 13 Selección de Vidrio en
triturado y molido



Figura N° 14 Ensayos al Vidrio molido



Figura N° 15 Granulometría del Vidrio



Figura N° 18 Mezcla de Agregados, cemento y calcin



Figura N° 17 Mezclado manual



Figura N° 22 Adoquines Tipo II



Figura N° 20 Fallas a compresión de Adoquines



Figura N° 19 Barras de Mortero para el horno



Figura N° 21 Ensayo de Abrasión al Adoquín,
método chorro de arena



Figura N° 24 Medición de Barras



Figura N° 23 Adoquines Desgastados con
Vidrio Triturado Grueso

