UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS"

Autor:

Ochoa Tapia Luis Miguel

Asesora:

Dra. Gioconda del Socorro Sotomayor Nunura

Línea de Investigación:

Desarrollo de Nuevos Materiales - Materiales Compuestos

Pimentel –Perú

2018

“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS ”

Aprobado por:

Dra. Gioconda del Socorro Sotomayor Nunura

Asesora

Dr. Coronado Zuloeta, Omar

Presidente de Jurado

Ing. Ruiz Saavedra, Nepton David

Secretario de Jurado

Ing. Reinoso Torres, Jorge Jeremy Junior

Vocal de Jurado

DEDICATORIA

A Dios

Dedico mi tesis a Dios porque ha guiado mis pasos y ha estado conmigo en cada momento, cuidándome, protegiéndome y dando fortaleza para continuar.

A mis padres

Quien a lo largo de la carrera ha velado por mi bienestar y formación para ser una persona de bien, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento de mi capacidad y siempre siendo positivos conmigo y apoyándome en todo y es por ello que es lo que soy ahora.

A mis hermanos

Por esta ahí siempre conmigo apoyándome y dándome mucho animo a seguir con mi objetivo planeado, por sus sabios y grandes consejos de no dejarme caer en momentos difíciles y lograr así todos mis ideales.

Luis Miguel

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial al Dr. Ing. Omar Coronado Zuloeta por contribuir con mi formación académica y darme el tiempo adecuado para el desarrollo de la presente tesis.

A la Msc. Guerrero Millones Ana María por siempre motivarme y brindarme su apoyo incondicional a la culminación de la presente tesis.

Al Msc. Ing. Noe Marín Bardales, por brindarme el apoyo incondicional y la capacitación en la metodología y elaboración de la presente Tesis.

Agradezco al Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Señor de Sipán y al Tec. Wilson Olaya Aguilar, por el continuo apoyo que me brindó durante la realización de la presente Tesis.

A la Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, a los docentes, por habernos formado con una gran excelencia académica para poder superarnos y llegar a la meta profesional

El Autor

INDICE

PÁGINA DE JURADO……...ii

DEDICATORIA…….iii

AGRADECIMIENTO……iv

ÌNDICE DE CONTENIDO……v

ÌNDICE DE FIGURAS……..vi

ÍNDICE DE TABLAS……xi

RESUMEN…….xv

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática……18
1.2. Formulación del Problema……...20
1.3. Objetivos……..27
1.4. Justificación…….20
1.5. Antecedentes……....22
1.6. Marco Teórico…….....24

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación…….....51
2.2. Método de Investigación…….....51
2.3. Población y Muestra..……52
2.4. Variables……....52
2.5. Operacionalización…….....53
2.6. Hipótesis……....56
2.7. Técnica de Recolección de Datos…….....56
2.8. Instrumentos de Recolección de Datos……..56

III. RESULTADOS

3.1. Resultados de los estudios realizados…….....59

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión de Resultados……..115

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones……118
5.2. Recomendaciones……121

REFERENCIAS……..123

ANEXOS…….....

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas básicas del proceso de producción de vidrio..... 45

Figura 2 Recolección de botellas de vidrio. El vidrio recolectado para esta investigación proviene de la recolección de botellas de todo tipo de color, procedencia, forma, esto con el objetivo de tener una muestra lo más parecida posible a los típicos desechos domiciliarios correspondientes a este material..... 67

Figura 3 Limpieza de las botellas recolectadas de vidrio. Las botellas recolectadas son sometidas a un lavado con agua caliente y detergente, con la finalidad de remover cualquier residuo acumulado por su uso anterior especialmente restos orgánicos, además remover cualquier residuo acumulado por su uso anterior especialmente restos orgánicos, además de remover las etiquetas correspondientes a cada envase. 68

Figura 4 Enjuague de las botellas recolectadas de vidrio. Las botellas recolectadas son enjuagadas después de ser lavadas con detergente para posteriormente ponerlas a secar. 68

Figura 5 Secado de las botellas recolectadas de vidrio. Las botellas son secadas para posteriormente molerlas con Maquina de los Ángeles..... 69

Figura 6 Molienda y tamizado de las botellas recolectadas de vidrio. Una vez secadas las botellas recolectadas de vidrio se lleva al laboratorio EMS para ser molidas haciendo uso de la Maquina de los Ángeles a 300 revoluciones, unas vez molidas las botellas, se se procedió al tamizado por el tamiz N°4, el material que pasa este tamiz se utilizó como arena y el material retenido por dicha tamiz se recolecto para hace el procedimiento anterior (Molienda)..... 69

Figura 7 Agregados junto con el vidrio reciclado molido en la mezcladora para la realización de la mezcla de concreto. Primeramente se coloca los agregados junto con el vidrio se prende la mezcladora para que se mesclen los agregados junto con el vidrio, luego inmediatamente se coloca el cemento y el agua y se deja mezclar todos los componentes del concreto por un tiempo de un minuto y medio..... 77

Figura 8 Asentamiento de la mezcla de concreto. Para este ensayo se utiliza el cono de Abrams, realizar este ensayo es muy importante para verificar la trabajabilidad del concreto. 77

Figura 9 Peso Unitario del concreto. Para la realización de este ensayo se llena el molde en tres capas en dando 25 chuseadas con una varilla lisa por cada capa..... 78

Figura 10 Contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto..... 78

Figura 11 Llenado de los moldes cilíndricos con la mezcla de concreto. Estas probetas o moldes cilíndricos se llenaron con mezcla de concreto y se desmoldaran al otro el día de su llenado..... 79

Figura 12 Desmolde y curado de las probetas de concreto. Las probetas de concreto fueron curadas hasta 28 días y fueron sometidas a la rotura a compresión a los 7, 14,21 y 28 dias. 79

Figura 13 Máquina utilizada para determinar la resistencia a compresión del concreto. Estas probetas se someterán a la rotura a compresión a los 7, 14,21 y 28 días contados a partir del día de su llenado en los moldes cilíndricos..... 80

Figura 14 Variación del asentamiento con los porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio para un f´c=175 kg/cm^2.Se apreció que al realizar el ensayo para determinar el asentamiento del concreto da como resultado que con 30% de vidrio molido en la mezcla el asentamiento disminuye más en comparación con los otros porcentajes de 10% y 20 % con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175kg/cm^2. 81

Figura 15 Variación del asentamiento con los porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio para un f´c=210 kg/cm^2.Se apreció que al realizar el ensayo para determinar el asentamiento del concreto da como resultado que con 30% de vidrio molido en la mezcla el asentamiento disminuye más en comparación con los otros porcentajes de 10% y 20 % con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2. 82

Figura 16 Variación del asentamiento con los porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio para un f´c=280 kg/cm^2.Se apreció que al realizar el ensayo para determinar el asentamiento del concreto da como resultado que con 30% de vidrio molido en la mezcla el asentamiento disminuye más en comparación con los otros porcentajes de 10% y 20 % con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2. 83

Figura 17 Variación del asentamiento con los porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio para un f´c=175 kg/cm^2 f´c=210 kg/cm^2 f´c=280 kg/cm^2. Se apreció que al realizar el ensayo para determinar el asentamiento del concreto da como resultado que con 30% de vidrio molido en la mezcla el asentamiento disminuye más en comparación con los otros porcentajes de 10% y 20 % con respecto al concreto patrón de diseño 84

Figura 18 Variación del peso unitario en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de peso unitario se apreció que con un 10 % de vidrio reciclado molido el peso unitario baja en comparación con los porcentajes de 20 %, 30%, con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2 variando de 2470 kg/m^3 a 2461 kg/m^3. 85

Figura 19 Variación del peso unitario en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de peso unitario se apreció que con un 10 % de vidrio reciclado molido el peso unitario baja en

comparación con los porcentajes de 20 %, 30%, con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2 variando de 2481 kg/m^3 a 2453 kg/m^3. 86
Figura 20 Variación del peso unitario en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de peso unitario se apreció que con un 10 % de vidrio reciclado molido el peso unitario baja en comparación con los porcentajes de 20 %, 30%, con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2 variando de 2491 kg/m^3 a 2471 kg/m^3. 87
Figura 21 Variación del peso unitario en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de peso unitario se apreció que con un 10 % de vidrio reciclado molido el peso unitario baja en comparación con los porcentajes de 20 %, 30%, con respecto al concreto patrón de diseño. 89
Figura 22 Variación del contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de contenido de aire atrapado se apreció que con un 10% de vidrio molido el contenido aire en la mezcla de f´c=175 kg/cm^2 baja de 2 % a 1.5%..... 90
Figura 23 Variación del contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de contenido de aire atrapado se aprecia que con un 30% de vidrio reciclado molido en remplazo de una parte de agregado fino en la mezcla de concreto el aire atrapado aumenta de 2% a 2.5 % con respecto al concreto patrón de diseño de 210 kg/cm^2..... 91
Figura 24 Variación del contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de contenido de aire atrapado se aprecia que con un 30% de vidrio reciclado molido en remplazo de una parte de agregado fino en la mezcla de concreto el aire atrapado aumenta de 2% a 2.5 % con respecto al concreto patrón de diseño de 280 kg/cm^2..... 92
Figura 25 Variación del contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en remplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de contenido de aire atrapado se observó que para una resistencia de f´c=175 kg/cm^2 el contenido de aire atrapado disminuye en comparación con el concreto patrón de diseño, ocurriendo lo contrario para una

resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2 donde el contenido de aire aumenta. 93
Figura 26 Variación de la resistencia de f´c=175 kg/cm^2 a los 7 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino.Al realizar el ensayo de resistencia a la compresion se apresio que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7 dias con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2. 95
Figura 27 Variación de la resistencia de f´c=175 kg/cm^2 a los 14 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 14 dias con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2. 96
Figura 28 Variación de la resistencia de f´c=175 kg/cm^2 a los 21 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 21 dias con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2. 97
Figura 29 Variación de la resistencia de f´c=175 kg/cm^2 a los 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 dias con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2. 98
Figura 30 Variación de la resistencia de f´c=210 kg/cm^2 a los 7 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7 dias con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2. 99
Figura 31 Variación de la resistencia de f´c=210 kg/cm^2 a los 14 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 14 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2. 100
Figura 32 Variación de la resistencia de f´c=210 kg/cm^2 a los 21 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en remplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 21 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2. 101

Figura 33 Variación de la resistencia de f´c=210 kg/cm^2 a los 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2. 102
Figura 34 Variación de la resistencia de f´c=280 kg/cm^2 a los 7 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7 días con respecto al concreto patron de diseño de f´c=280 kg/cm^2. 103
Figura 35 Variación de la resistencia de f´c=280 kg/cm^2 a los 14 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 14 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2. 104
Figura 36 Variación de la resistencia de f´c=280 kg/cm^2 a los 21 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 21 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2. 105
Figura 37 Variación de la resistencia de f´c=280 kg/cm^2 a los 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2. 106
Figura 38 Variación de la resistencia de f´c=175 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2..... 107
Figura 39 Variación de la resistencia de f´c=210 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2..... 108

Figura 40 Variación de la resistencia de f´c=280 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2..... 109
Figura 41: Granulometría del Agregado Grueso..... 113
Figura 42: Granulometría del Agregado Fino..... 113
Figura 43: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino 113
Figura 44: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino 113
Figura 45: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso..... 113
Figura 46: Peso Unitario Compactado del Agregado Fino 113
Figura 48: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso..... 113
Figura 47: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino 113
Figura 49: Ensayo de contenido de aire atrapado del concreto..... 113
Figura 50: Ensayo de peso unitario del concreto 113
Figura 51: Llenado de probetas cilíndricas de concreto..... 113
Figura 52: Ensayo de asentamiento del concreto..... 113
Figura 53: Recolección de todo tipo de botellas de vidrio..... 113
Figura 54: Vidrio reciclado molido..... 113
Figura 55: Tamizado del vidrio por la maya N°4 113
Figura 56: Probetas cilíndricas de concreto 113
Figura 57: Ensayo de Resistencia de Compresión del Concreto..... 113
Figura 58: Curado de las probetas de concreto 113
Figura 59: Probetas cilíndricas de concreto 113
Figura 60: Máquina de los Ángeles utilizada para la Molienda del vidrio 113
Figura 61: Formato para análisis granulométrico del agregado fino 113
Figura 62: Formato para análisis granulométrico del agregado grueso 113
Figura 63: Formato para el peso unitario y contenido de humedad del agregado fino 113
Figura 64: Formato para el peso unitario y contenido de humedad del agregado grueso……....113
Figura 65: Formato para Peso específico y Absorción del agregado fino..... 113
Figura 66: Formato para Peso específico y Absorción del agregado grueso 113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variable Independiente 53
Tabla 2: Variable Independiente 54
Tabla 3: Variable Dependiente 55
Tabla 4: Análisis granulométrico del agregado fino 59
Tabla 5: Análisis granulométrico del agregado grueso 60
Tabla 6: Peso unitario suelto del agregado fino 60
Tabla 7: Peso unitario compactado del agregado fino 61
Tabla 8: Peso unitario suelto del agregado grueso 61
Tabla 9: Peso unitario compactado del agregado grueso 62
Tabla 10: Contenido de humedad del agregado fino 62
Tabla 11: Contenido de humedad del agregado grueso 63
Tabla 12: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino 63
Tabla 13: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso 63
Tabla 14: Resultados de los ensayos realizados a los agregados 64
Tabla 15: Cantidad de materiales para un f´c=175 kg/$cm2$ 64
Tabla 16: Cantidad de materiales para un f´c=210 kg/$cm2$ 65
Tabla 17: Cantidad de materiales para un f´c=280 kg/$cm2$ 65
Tabla 18: Resultados de las cantidades de materiales para un metro cúbico de concreto para cada diseño de mezcla 66
Tabla 19: Componentes del vidrio 66
Tabla 20: Cantidad de materiales para un f´c=175 kg/$cm2$considerando 10% de vidrio 70
Tabla 21: Cantidad de materiales para un f´c=175 kg/$cm2$considerando 20% de vidrio 70
Tabla 22: Cantidad de materiales para un f´c=175 kg/$cm2$considerando 30% de vidrio 71
Tabla 23: Cantidad de materiales para un f´c=210 kg/$cm2$considerando 10% de vidrio 72
Tabla 24: Cantidad de materiales para un f´c=210 kg/$cm2$considerando 20% de vidrio 72
Tabla 25: Cantidad de materiales para un f´c=210 kg/$cm2$considerando 30% de vidrio 73
Tabla 26: Cantidad de materiales para un f´c=280 kg/$cm2$considerando 10% de vidrio 74

Tabla 27 : Cantidad de materiales para un f´c=280 kg/$cm2$considerando 20% de vidrio 74
Tabla 28: Cantidad de materiales para un f´c=280 kg/$cm2$considerando 30% de vidrio 75
Tabla 29 : Cantidad de materiales incluido el vidrio reciclado molido para un metro cubico de concreto..... 76
Tabla 30: Variación del asentamiento para un f´c=175 kg/cm^2 80
Tabla 31: Variación del asentamiento para un f´c=210kg/cm^2 81
Tabla 32: Variación del asentamiento para un f´c=280 kg/cm^2 82
Tabla 33: Variación del Asentamiento del concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2..... 84
Tabla 34: Peso unitario del concreto para un f´c=175 kg/cm^2 85
Tabla 35: Peso unitario del concreto para un f´c=210 kg/cm^2 86
Tabla 36: Peso unitario del concreto para un f´c=280 kg/cm^2 87
Tabla 37: Variación del peso unitario del concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2..... 88
Tabla 38: Contenido de aire atrapado para un f´c=175 kg/cm^2..... 89
Tabla 39: Contenido de aire atrapado para un f´c=210 kg/cm^2..... 90
Tabla 40: Contenido de aire atrapado para un f´c=280 kg/cm^2..... 91
Tabla 41: Variación del peso unitario del concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2..... 93
Tabla 42: Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 7 días..... 94
Tabla 43: Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 14 días..... 95
Tabla 44: Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 21 días..... 96
Tabla 45: Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 28 días..... 97
Tabla 46: Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 a los 7 días..... 98
Tabla 47: Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 a los 14 días..... 99
Tabla 48: Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 a los 21 días..... 100
Tabla 49: Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 a los 28 días..... 101
Tabla 50: Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 a los 7 días..... 102
Tabla 51: Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 a los 14 días 103
Tabla 52: Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 a los 21 días..... 104
Tabla 53: Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 a los 28 días..... 105
Tabla 54: Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días 106
Tabla 55: Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días... 108
Tabla 56: Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días... 109

Tabla 57: Costo para un 1 m^3 de concreto para una mezcla de concreto patrón de f´c=175 kg/cm^2..... 110
Tabla 58: Costo para un 1 m3 de concreto para una mezcla de concreto de f´c=175 kg/cm^2 con un 30% de vidrio reciclado molido 110
Tabla 59: Costo para un 1 m^3 de concreto para una mezcla de concreto patrón de f´c=210 kg/cm^2..... 111
Tabla 60: Costo para un 1 m^3 de concreto para una mezcla de concreto de f´c=210 kg/cm^2 con un 30% de vidrio reciclado molido..... 112
Tabla 61: Costo para un 1 m^3 de concreto para una mezcla de concreto patrón de f´c=280 kg/cm^2..... 112
Tabla 62: Costo para un 1 m3 de concreto para una mezcla de concreto de f´c=280 kg/cm^2 con un 30% de vidrio reciclado molido..... 113

RESUMEN

El crecimiento de la ciudad de Chiclayo, tras convertirse en un centro neurálgico para el comercio ha generado una mayor generación de residuos, el 40% de los desechos que se fomentan en un día en Chiclayo ciudad de Lambayeque se pueden utilizar para la creación de nuevos materiales que fomenten el desarrollo de la ciudad y del país contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

El objetivo de esta investigación es determinar la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos, motivando así al reciclaje del vidrio para reducir el impacto ambiental producido por estos sólidos.

La investigación es de tipo cuasi experimental porque para realizar los diseños de mezclas de concreto con el método del ACI se realizó ensayos de laboratorio de acuerdo a las normas NTP, ASTM.

Se realizaron ensayos al concreto en estado fresco y endurecido con las proporciones de: 0% (mezcla patrón), 10%, 20%, 30% de vidrio reciclado molido en remplazo de agregado fino para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2 donde se determinó que a medida que se aumenta la cantidad de vidrio la resistencia a la compresión aumenta, el asentamiento, el peso unitario disminuye y contenido de aire atrapado disminuyen en comparación con el concreto patrón, siendo el ideal las mezclas de concreto con 10% de vidrio reciclado molido para los tres diseños de mezcla debido a que aumenta la resistencia a la compresión pero a la vez la mezcla sigue siendo trabajable y el contenido de aire no varía mucho en comparación con las mezclas patrón.

Palabras clave: vidrio molido, resistencia a la compresión, concreto, diseño de mezcla.

ABSTRACT:

The growth of the city of Chiclayo, after becoming a nerve center for trade has generated a greater generation of waste, 40% of the waste that is promoted in one day in Chiclayo city of Lambayeque can be used for the creation of new materials that promote the development of the city and the country contributing to the care of the environment.

The objective of this research is to determine the influence of ground recycled glass as a fine aggregate reducer for the design of concrete mixtures in urban pavements, motivating the recycling of glass to reduce the environmental impact produced by these solids.

The research is of quasi-experimental type because to carry out the designs of concrete mixtures with the ACI method, laboratory tests were carried out according to the NTP, ASTM standards.

Tests were performed on the fresh and hardened concrete with the proportions of: 0% (standard mix), 10%, 20%, 30% ground recycled glass in fine aggregate replacement for a compressive strength of f'c = 175 kg / cm2, f'c = 210 kg / cm2 and f'c = 280 kg / cm2 where it was determined that as the amount of glass increases the resistance to compression increases, the settlement, the unit weight decreases and content of trapped air decrease compared to the concrete pattern, the ideal being the concrete mixtures with 10% recycled glass milled for the three mixing designs due to the increase in the compressive strength but at the same time the mixture remains workable and the air content does not vary much compared to the standard mixtures.

Keywords: ground glass, compressive strength, concrete, mix design.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN:

1.1. Situación Problemática:

1.1.1. A Nivel Internacional:

En Chile, se están realizando estudios cuyo objetivo principal es mitigar o disminuir el impacto que ocasiona la producción de concreto al ambiente, generalmente empleando materiales reciclados como áridos para el diseño de mezclas de concreto de grados convencionales, otros materiales empleados tenemos el uso de concretos reciclados, vidrio, cenizas volantes etc.

La discusión de las investigaciones que se han realizado en Chile guarda concordancia con los estudios vinculados con la ingeniería civil y el progreso en el ámbito tecnológico del país. También en lo que se refiere a la disminución de precios relacionados a los componentes del concreto como son los agregados; mejoramiento en lo que se refiere al cuidado del medio ambiente relacionado a la disminución de materiales solidos generados por la categoría industrial, estatal, domiciliario y comercial.

Se han realizado muchas investigaciones una de ellas es el uso del vidrio molidos para el diseño de mezclas de concreto de grados convencionales en los cuales se ha evaluado sus propiedades mecánicas y la influencia de este material en las mezclas de concreto, disminuyendo así la explotación de los recursos naturales y contribuyendo al cuidado del medio ambiente. (Catalán, 2013)

En Argentina, de acuerdo a información proporcionada por el Observatorio Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, durante 2011 se generaron más de 14.000.000 de toneladas de residuos, de los cuales un 5% corresponden a vidrio de distinto origen. Si bien la información recabada indica una tendencia creciente en la cantidad anual de residuos reciclables recuperados, en la ciudad de Córdoba se rescata sólo el 1,5% del vidrio de desecho, mientras que el resto de ese material se dispone en rellenos sanitarios.

Razones económicas y ambientales demuestran la inconveniencia de esta clase de disposición entre las que se cuentan el aumento de los costos en los servicios de recolección y descarga de residuos, la escasez de lugares para rellenos y el alza de precios de los terrenos, la naturaleza no biodegradable del vidrio y la existencia de regulaciones ambientales cada vez más estrictas. La reutilización del vidrio reciclado, limpio y

triturado denominado calcín, que se incorpora hasta en un 10% como materia prima en la fabricación de envases y vajillas.

Además, deben considerarse los costos asociados a la separación de los vidrios por color y a los costos del transporte hacia las plantas que reutilizan el vidrio, que en el caso de la de la ciudad de Córdoba, se encuentran a más de 600 km. En este marco, surge la alternativa de integrar el vidrio a la fabricación de hormigón, que constituye uno de los materiales más utilizados obras civiles. (Rodríguez y Ruiz, 2016)

1.1.2. A Nivel Nacional:

En Cajamarca, se han realizado investigaciones con el propósito de buscar materiales que mejoren las propiedades del concreto como son la trabajabilidad, durabilidad, peso unitario y así como también la reducción de costos. Siendo el concreto uno de los materiales más utilizados en el mundo de la construcción por eso es de vital importancia buscar materiales que hagan posible el aumento de resistencia a la compresión para un uso estructural sin dejar de lado el aspecto económico, pero el concreto también tiene sus desventajas como una baja resistencia a la tensión, flexión.

Con el afán de mejorar las deficiencias señaladas anteriormente que tiene el concreto se han hecho diferentes estudios en la región de Cajamarca siendo uno de los más importantes el reforzamiento de concreto mediante fibras, con lo cual se busca mejorar estas imperfecciones haciendo uso de un método eficaz y asequible. El concreto reforzado con fibra, comprende materiales fibrosos que mejoran sus propiedades siendo la más importante su resistencia a la compresión la indispensable para la construcción de cualquier elemento estructural.

Este tipo de concreto contiene fibras de moderadas dimensiones distribuidas de formas semejantes y colocadas al azar. Las fibras más usadas en el mercado mundial son las fibras de acero, fibras sintéticas, fibras de basalto y fibras de vidrio, para diferentes solicitaciones. (Tejada, 2014)

1.1.3. A Nivel Local:

Una evaluación realizada por especialistas de la Gerencia de Recursos Naturales del Gobierno Regional de Lambayeque reveló que esta región produce 601 toneladas de residuos sólidos diarias y 215,429 al año que no son tratadas adecuadamente, provocando un alto nivel de contaminación en sus distritos.

Durand Vásquez, 2012 en una entrevista sostuvo que, el crecimiento acelerado de la ciudad de Chiclayo, tras convertirse en un centro neurálgico para el comercio ha generado una mayor generación de residuos. Sumado a esto, está la falta de conciencia cívica y de correctos hábitos de limpieza de la población en general. El 40 % los desechos que se fomentan en un día en Chiclayo ciudad de Lambayeque se pueden utilizar para la creación de nuevos materiales que fomenten el desarrollo de la ciudad y del país, así como también contribuyendo al cuidado del medio ambiente, pero que sin embargo se desaprovechan perdiéndose en el botadero de Reque donde se depositan materiales orgánicos que los contaminan. (RPPNoticias).

Una última encuesta realizada por la ONG Trazo, arrojó que en el distrito chiclayano de José Leonardo Ortiz, un 89 % de la población considera que el problema que más afecta a la localidad es la falta de recojo de basura.

El distrito genera diariamente alrededor de 130 toneladas de residuos sólidos, que si no son recogidos oportunamente, se putrefacta, contamina y pone en peligro la salud de las familias y principalmente de los niños.

Esta situación podría ser revertida con la reutilización de los residuos como son el vidrio, papel, madera, lata etc., en proyectos de infraestructura en la región Lambayeque.

1.2. Formulación del problema:

¿De qué manera influye el vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos?

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos

1.3.2. Objetivos Específicos

A. Diseñar tres mezclas de concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2.

B. Diseñar tres mezclas de concreto de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2y f´c=280 kg/cm^2, con porcentajes de 10%,20% y 30 % de incorporación de vidrio reciclado molido en remplazo de una parte del agregado fino.

C. Realizar ensayos de laboratorio para determinar el asentamiento, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de probetas de concreto con los porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio reciclado molido agregando en reemplazo de una parte del agregado fino.

D. Realizar la evaluación económica del concreto normal y el concreto conteniendo el porcentaje de vidrio con mejor comportamiento mecánico.

1.4. Justificación de la investigación:

1.4.1. Justificación ecológica:

Actualmente muchas industrias peruanas generan productos, que luego de haber cumplido su vida útil o por transformaciones industriales de material producen o se convierten en residuos, los cuales, en parte no son reciclados y reutilizados, teniendo como disposición final, los vertederos o los conocidos botaderos de basura, éstos podrían tener uso en el campo de la construcción y a la vez reducir costos en obra

Esta investigación busca protección del medio ambiente motivando al reciclaje del vidrio que será utilizado como agregado fino para la elaboración de diseños de mezclas de concreto para pavimentos urbanos ayudando así a reducir el impacto ambiental producido por estos sólidos.

1.4.2. Justificación social:

Esta investigación tiene como fin, el contribuir a elevar la calidad de vida de la población que se les imposibilita la adquisición de productos pétreos como son los agregados en particular el agregado fino.

1.4.3. Justificación tecnológica:

Esta investigación ayudaría a demostrar que porcentaje de vidrio reciclado molido se puede utilizar como sustituto del agregado fino para la elaboración de concreto para pavimentos urbanos, el cual debe cumplir las características Físico-Mecánicas del concreto tradicional o características exigidas por las normas y en el futuro utilizar concretos elaborados con proporciones de vidrio reciclado molido.

Darle una utilidad a los residuos de vidrio, y generar nuevas fuentes de trabajo en la zona e inculcar a las nuevas generaciones la cultura de reciclaje, la importancia que tiene separar la basura y colocarla en su lugar.

1.4.4. Justificación económica:

El poder adquisitivo de la población es cada vez menor haciendo casi imposible la compra de los materiales, por esta razón surge la necesidad dicha investigación de buscar reducir los costos de construcción mediante la utilización de residuos sólidos como es el caso del vidrio.

1.5. Antecedentes:

1.5.1. A Nivel Internacional:

Catalán, (2013). En su tesis "Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado h15, h20, y h30". Esta investigación nos muestra como reutilizar el vidrio en la forma de desecho y reemplazándolo como arena para el diseño de mezclas de concreto, en este estudio para evaluar la influencia del vidrio se realizaron mezclas de concreto de graduación H15, H20, H30, a las cuales se les añadió diferentes porcentajes de vidrio molido en remplazo de arena y también se elaboró concretos patrones con las mismas graduaciones H15, H20, H30 pero sin la adición de vidrio con el objetivo de determinar el comportamiento mecánico del concreto con la adición de este material así como también evaluar su peso unitario y su ductilidad.

Esta investigación tuvo como resultados que el concreto con la incorporación de vidrio no afecta sus propiedades físicas y mecánicas mostrando un ligero incremento en su resistencia a la compresión con un porcentaje de 10% de vidrio corroborando la hipótesis planteada

Rodríguez y Ruiz, (2016). En su investigación "Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de

cemento mediante ensayos de laboratorio". En el presente trabajo se analizó de qué manera influye la incorporación del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y qué efectos puede tener la mezcla con la adición de este material. Siguiendo los estudios disponibles en la literatura se llevaron a cabo mezclas con distintos porcentajes de reemplazo de cemento. Los primeros resultados de este estudio, que aún se encuentra en ejecución, indican que el vidrio molido, en el tamaño utilizado, 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. Se encontró además que el vidrio inhibe significativamente la reacción álcali sílice, aun cuando se utilizan áridos reactivos y que la reducción de resistencia referida anteriormente no es significativa para edades avanzadas.

1.5.2. A Nivel Nacional:

Huamán, (2015).En su tesis "Comportamiento mecánico del concreto Reforzado con fibra de vidrio". El presente trabajo de investigación tiene como finalidad determinar la influencia de la adición de distintos porcentajes de fibra de vidrio, en la resistencia a la compresión del concreto , utilizando fibra de vidrio Tipo E- MAT450, cemento Pacasmayo Portland tipo 1, agregados de la zona y agua del Campus Universitario. Se han realizado pruebas para comparar, concreto patrón el cual no comprendía fibras de vidrio y concretos con 0.125%, 0.25% y 0.5% (% en volumen por metro cúbico de concreto) de fibra adicionada, el concreto patrón tuvo una resistencia mecánica a la compresión a los 28 días, de 210 kg/cm^2.

Las características del hormigón que se estudiaron fueron la trabajabilidad, peso unitario del concreto fresco y endurecido, la resistencia mecánica a la compresión, a la tracción indirecta y la resistencia a la flexión. Estos ensayos se analizaron a los 07 y 14 días, como parámetro, y a 28 días para obtener la resistencia última. En lo que se refiere a los resultados, en el concreto en estado fresco se determinó que con la adición de fibras de vidrio, la consistencia del concreto baja con respecto al concreto patrón, dando como resultado que cuanto más cantidad de fibras de vidrio tenga el concreto su consistencia será menor, en lo que se refiere al peso unitario del concreto en estado fresco la cantidad de fibra de vidrio no influye en el incremento o disminución de esta, siendo un parámetro neutro para esta propiedad.

Rojas, (2015).En su tesis “estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de f’c=210 kg/cm^2 adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico”. Esta investigación tiene como propósito realizar un análisis del comportamiento mecánico de una mezcla de concreto con una resistencia de 210 kg/cm^2 incorporando un porcentaje de vidrio sódico cálcico a la mezcla usando un cemento Fortimax 3.en este estudio se han realzado los ensayos que se realizan a los agregados según el Reglamento Nacional de Edificaciones para posteriormente realizar el diseño de mezclas utilizando el método del ACI el cual es el método más usado en el Perú

Se elaboran mezclas de concreto para evaluar el comportamiento del concreto en lo que refiere a su resistencia a la compresión que según el RNE es a los 7, 14, 21 y 28 días para luego analizar y discutir los resultados obtenidos.

1.5.3. A Nivel Local:

No se ha encontrado investigaciones referentes a mi tema de investigación en la que se estudie la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino en el diseño de mezclas de concreto para pavimentos urbanos de nuestra región Lambayeque.

1.6. Marco Teórico:

1.6.1. Bases Teóricas Científicas:

En esta investigación para la realización de los diseños de mezcla de concreto se utilizó el siguiente método:

1.6.1.1. Método del A.C.I :

Es el método más utilizado en el Perú y el cual se utilizó en esta investigación, el cual sintetiza los siguientes pasos a seguir para la elaboración de un diseño de mezclas los cuales son:

a) Elección del revenimiento
b) Elección del tamaño máximo de agregado
c) Cálculo del agua de mezclado y el contenido de aire
d) Selección de la relación agua- cemento
e) Cálculo del contenido de cemento
f) Estimación del contenido de agregado grueso
g) Estimación del contenido de agregado fino

h) Ajuste por humedad del agregado

i) Ajustes en las mezclas de prueba

1.6.1.2. Concreto:

Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua teniendo en cuenta sus proporciones para lograr ciertas características o propiedades como su resistencia, opcionalmente en algunas ocasiones se utilizan aditivos para mejorar las propiedades del concreto.(RNE,E060)

a) Componentes del concreto:

a.1.) Cemento hidráulico:

Es el cemento que al entrar en contacto con el agua da como resultado una pasta capaz de endurecerse, esto se da debido a que el agua con el cemento reaccionan químicamente. Quedan excluidos las cales hidráulicas, cales aéreas y los yesos. (NTP334.001).

a.2.) Cemento Pórtland:

Es un cemento hidráulico que es fabricado mediante la pulverización del clínker el cual es finamente molido, pues este está compuesto de silicatos de calcio hidráulico y que contiene una o más formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda como cal, alúmina, fierro y sílice.(NTP334.001)

a.3.) Tipo de cemento Portland:

a.3.1) Cemento Pórtland estándar (sin adición)

Los tipos de cemento Portland definidos en la NTP 334.009, se clasifican en función de sus propiedades específicas para los cuales van hacer utilizados en las diferentes obras de construcción civil.

Tipo I: Este tipo de cemento se utiliza para cualquier obra en general cuando no exista la especificación de utilizar un cemento con propiedades especiales.

Tipo II: Este tipo de cemento se utiliza para cualquier obra en general y para obras que estas expuestas a la presencia de moderados sulfatos o donde exista un moderado calor de hidratación.

Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.

Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.

Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

a.3.2) Cementos Pórtland Adicionados:

Tipo IP y IPM: Son tipos de cementos fabricados mediante la molienda del Clinker pero a esto se le añade puzolana con un contenido de 15% a 40% para el tipo IP Y menos del 15% para el tipo PM, se sugiere emplear estos tipos de cemento en obras con ataque de aguas agresivas, moderado calor de hidratación o moderado ataque de sulfatos.

Tipo MS: Es un tipo de cemento que se puede utilizar en cualquier obra en general que estén expuestas a una moderada acción de los sulfatos o en obras donde se requiera un moderado calor de hidratación. Este tipo de cemento es utilizado mayormente para la construcción de cimientos y pisos ya que son estructuras que están en contacto con el suelo el cual puede presentar sulfatos.

Tipo ICo: Es un tipo de cemento con las mismas características del tipo I utilizado en obras en general en la cual no se especifique la utilización de cementos con propiedades especiales, la única diferencia es que es mejorado con mayor plasticidad, se recomienda utilizar para tarrajeos, asentado de ladrillo.

a.4.) Producción del Cemento Portland:

Extracción de las materias primas: Es esta etapa se procede a la extracción, perforación, acarreo de las materias primas las cuales se encuentran en las canteras, dentro de estas tenemos la caliza siendo una de las principales, arcilla, arena, yeso las cuales son transportadas hacia la planta de fabricación de cemento para que sean trituradas

Trituración de la materia prima: Este procedimiento se ejecuta en dos fases, las materias primas pasan primero por una chancadora para reducirlas hasta un tamaño de 1.5 m hasta 25 cm, seguidamente este material se verifica su composición química y finalmente pasa por una segunda chancadora para reducir su tamaño hasta 3/4".

Pre – homogenización: El material triturado se lleva a la planta propiamente dicha por cintas transportadoras, depositándose en un parque de materias primas. En algunos casos se efectúa un proceso de pre-homogeneización.

Molienda de Crudos: Este proceso se realiza por medio de molinos de bolas o prensas de rodillos que producen un material muy fino además de dosificarse adecuadamente los materiales para lograr un crudo óptimo que será el que ingrese al horno.

Homogenización: El Crudo finamente molido debe ser homogenizado a fin de garantizar que el Clinker sea de calidad constante es decir en esta etapa se debe asegurar la composición química constante del crudo. Una vez homogenizado este material es transportado mediante fajas transportadoras al intercambiador de calor.

Intercambiador de Calor (Precalentador): El intercambio de calor se produce mediante transferencias térmicas por contacto íntimo entre la materia y los gases calientes provenientes del horno, en un sistema de 4 a 6 ciclones en cascada, que se encuentran al interior de una torre de concreto armado de varios pisos, con alturas superiores a los cien metros.

Clinkerización: Es la zona más importante del horno rotatorio siendo este el elemento fundamental para la fabricación del cemento, se trata de un tubo cilíndrico de acero con diámetros de 4 a 5 mts y longitudes de 70 a 8 mts. los mismos que interiormente se encuentran revestidos interiormente con materiales refractarios para la obtención del clínker se debe alcanzar temperaturas alrededor de los 1500ºC, el proceso en si es complejo se puede decir que se inicia con el ingreso del crudo descarbonatado al horno rotatorio y que por efecto del calor que genera la combustión del carbón o petróleo en un quemador situado en el extremo de la salida sufre transformaciones físicas y químicas, llegándose a obtener el producto intermedio llamado Clinker esto sucede a temperaturas del orden de los 1400 a 1450ºC.

Enfriamiento: No todos los minerales deseados del clínker hidráulicamente activos, quedan estables después del proceso de clinkerización por lo que es necesario que el clínker caliente deba ser enfriado rápidamente es decir una vez que el clínker es descargado por el horno pasa a la tercera parte del circuito de clinkerización que se dan en los enfriadores.

Molienda del clínker: Mediante un proceso de extracción controlado el clínker entra a los molinos de bolas o prensa de rodillos donde se obtendrá una superficie especifica alta de los granos del cemento.

Envasado y despacho: Generalmente el cemento se comercializa en bolsas de 42.5 Kg., de acuerdo a los requerimientos del usuario también puede despacharse a granel. (Torre, (2014))

a.5.) Agregados:

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial (NTP 400.011).

Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros.

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

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

a.6.) Tipos:

a.6.1) Agregado Fino:

Definición:

Agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la desintegración natural o artificial que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (N° 200). (NTP 400.011).

El agregado fino podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes. Deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas. (RNE, E060).

a.7.) Agregado grueso

Agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (Nº4), proveniente de la disgregación natural o artificial de la roca. (NTP 400.011).

El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras, compactas,

resistentes y de textura preferentemente rugosa; deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas. (RNE, E060).

a.7.1) Tamaño máximo nominal:

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

(a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.

(b) 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.

(c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o cangrejeras (RNE, E060).

a.8.) Ensayos realizados a los agregados para diseño de mezclas de concreto:

a.8.1) Contenido de humedad del agregado fino y grueso (NTP 339.185):

Este ensayo determina el porcentaje total de humedad en una muestra de agregado fino o grueso por secado. Este método de ensayo se aplica en la corrección de las proporciones de las tandas de los ingredientes para producir concreto. (NTP 339.185)

a) Aparatos(NTP 339.185):

Balanza: Con sensibilidad al 0,1 % del peso de prueba en cualquier punto dentro del rango de uso. Dentro de cualquier intervalo igual al 10 % de la capacidad de la balanza, la indicación del peso deberá tener una precisión dentro del 0,1 % del rango indicado.

Puente de calor: Un horno ventilado capaz de mantener la temperatura alrededor de la muestra a 110°C ± 5 °C. Cuando no se requiera un control muy preciso de la temperatura (Véase apartado 3.1), otras fuentes de calor pueden usarse, tales como una plancha o cocina eléctrica o a gas, lámparas caloríficas eléctricas, o un horno microondas ventilado.

Recipiente para la muestra: Un envase que no sea afectado por el calor y con suficiente capacidad para contener la muestra sin peligro de derramarse.

b) Procedimiento(NTP 339.185):

Determinar la masa de la muestra.

Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas.

Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1 % después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

c) Resultados(NTP 339.185):

El contenido de humedad superficial es igual a la diferencia entre el contenido de humedad total evaporable y la absorción, con todos los valores referidos a la masa de una muestra seca.

a.8.2) Ensayo para peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)

Este ensayo tiene por objetivo determinar el peso específico y la absorción del agregado fino. El peso específico es la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas que contienen agregados incluyendo el concreto de cemento Portland. Los valores de absorción se usan para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida en los espacios de los poros dentro de las partículas constituyentes. (NTP 400.022)

a) Aparatos ((NTP 400.022):

Balanza: Una balanza o báscula que tiene una capacidad de 1 kg o más, sensibles a 0,1 g o menos, y una precisión de 0,1 % de la carga de ensayo en cualquier punto dentro de la gama de uso de este método de ensayo.

Picnómetro (para usarse con el procedimiento gravimétrico): Un frasco u otro contenedor apropiado en el cual la muestra de agregado fino puede ser rápidamente introducida y en el cual el contenido del volumen puede ser calibrado hasta ± 0,1 cm 3. El volumen del recipiente lleno hasta la marca será de al menos 50 % mayor que el espacio

necesario para acomodar la muestra de ensayo. Un matraz aforado de 500 cm 3 de capacidad o un frasco de vidrio, equipado con una tapa de picnómetro es satisfactorio para una muestra de 500 g de la mayoría de los áridos finos.

El molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad: El molde metálico deberá tener la forma de un tronco de cono con las dimensiones de la siguiente manera: 40 mm ± 3 mm de diámetro interior en la parte superior, 90 mm ± 3 mm de diámetro interior en la parte inferior y 75 mm ± 3 mm de altura; el metal debe tener un espesor mínimo de 0,8 mm. La barra compactadora de metal tendrá una masa de 340 g ± 15 g y una cara plana circular de apisonamiento de 25 mm ± 3 mm de diámetro.

b) Preparación de la muestra (NTP 400.022):

Colocar la muestra de ensayo en un recipiente adecuado y secar en la estufa hasta una masa constante a una temperatura 110 °C ± 5 °C. Dejar que se enfríe a temperatura apropiada de manipulación (aproximadamente 50 °C), cubrir con agua, ya sea por inmersión o por adición hasta alcanzar al menos 6 % de humedad del agregado fino y se deja reposar durante 24 h ± 4 h. Cuando los valores de absorción y la densidad relativa (gravedad específica) se para ser utilicen en la dosificación de mezclas de concreto, en el que los agregados estarán en su condición húmeda natural, el requisito de secado inicial en el apartado es opcional.

Decantar el exceso de agua con cuidado para evitar la pérdida de finos, extender la muestra sobre una superficie plana no absorbente expuesta a una corriente suave de aire caliente y moverla con frecuencia para garantizar el secado homogéneo.

Prueba de humedad superficial: Colocar el molde firmemente sobre una superficie no absorbente suave con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar una porción del agregado fino suelto parcialmente seco en el molde llenándolo hasta el tope y amontonar material adicional por encima de la parte superior del molde sujetándolo con los dedos de la mano que sostiene el molde. Ligeramente apisonar el agregado fino en el molde con 25 golpes con la barra compactadora. Comience cada golpe aproximadamente a 5 mm por encima de la superficie superior del agregado fino. Permita que la barra compactadora caiga libremente bajo la atracción gravitatoria de cada golpe. Ajustar la altura inicial de la nueva elevación de la superficie después de cada golpe y distribuir los golpes sobre la superficie.

Retirar la arena suelta de la base y levantar el molde verticalmente. Si la humedad de la superficie está todavía presente, el agregado fino conservará la forma moldeada. La ligera caída del agregado fino moldeado indica que se ha llegado a un estado de superficie seca.

c) Procedimiento (NTP 400.022):

Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro 500 g ± 10 g de agregado fino de saturada seca superficialmente, preparado como se describe en el capítulo 7, y llenar de agua adicional hasta aproximadamente el 90 % de su capacidad.

Agitar manualmente el picnómetro para eliminar las burbujas de aire visibles.

Después de la eliminación de todas las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a 23,0 ºC ± 2,0 °C, si es necesario por inmersión parcial en agua circulante, y llevar el nivel de agua en el picnómetro a su capacidad de calibración. Determinar la masa total del picnómetro, el espécimen, y el agua.

Retirar el agregado fino del picnómetro, secar en el horno a una masa constante, a temperatura de 110 ºC ± 5 °C, enfriar en aire a temperatura ambiente durante 1 h ± 1/2 h, y determinar la masa.

Determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a 23,0 ºC ± 2,0 °C.

a.8.3) Ensayo pata peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021):

El ensayo tiene por objetivo 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, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección de diseño de mezclas, como en el control de uniformidad de sus características físicas. (NTP 400.021).

a) Aparatos(NTP 400.021):

Balanza: Sensible a 0.5g y con capacidad de 5000 gramos o más. La balanza estará equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre en el recipiente con agua desde el centro de la plataforma de pesado

Cesta con malla de alambre: Con abertura correspondiente al tamiz N° 6 o abertura menor, también se puede utilizar un recipiente de aproximadamente de igual ancho y altura con capacidad de 4L a 7L para tamaños máximos nominales de 37.5 mm.

El cesto deberá ser construido de tal forma de prevenir el aire atrapado cuando está sumergido.

Depósito de agua: Un depósito adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.

Tamices: Un tamiz normalizado de 4,75 mm (N°4).

Estufa: Una estufa capaz de mantener una temperatura de 110 ºC ± 5 °C.

b) Procedimiento (NTP 400.021):

Secar la muestra a peso constante, a una temperatura de 110 ºC ± 5 °C, ventilar en un lugar fresco a temperaturas ambiente de 1 h a 3 h hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto, inmediatamente sumergir el agregado en agua a una temperatura de ambiente por un periodo de 24 h ± 4 h.

Cuando los valores de peso específico y absorción van a ser usados en proporciones de mezclas de concreto en los cuales los agregados van hacer usados en su condición natural de humedad, el requerimiento inicial de secado a peso constante puede ser eliminado.

Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aun parezca húmeda. Secar separadamente en fragmentos más grandes. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.

Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre 23 °C ± 1,7 °C, densidad 997 ± 2 kg/m3. Tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras de sumerge.

Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre 100 ºC ± 5 °C y se deja enfriar hasta la temperatura de ambiente, durante 1 h a 3 h o hasta que el agregado se halla enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto.

a.8.4) Ensayo para determinar el peso unitario de los agregados (NTP 400.017):

Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto. (NTP 400.017)

a) Aparatos (NTP 400.017):

Balanza: Una balanza con aproximación a 0,05 kg y que permita leer con una exactitud de 0,1% del peso de la muestra.

Varilla compactadora: Varilla de acero liso cuyo diámetro es de 16 mm utilizada para chusear el agregado al momento de colocarlo en el recipiente y así como también para enrazar el material. Esta varilla lisa tiene una longitud de 60 cm y cuya punta es semiesférica.

Moldes cilíndricos: Molde cilíndrico cuyas dimensiones serán un diámetro aproximadamente igual a su altura pero la altura no será menor del 80% ni mayor del 50% de su diámetro, son utilizados para colocar los agregados y poder determinar su peso, para de esta manera realizar el ensayo propiamente dicho.

Cucharón: Utilizado principalmente para llenar el molde cilíndrico con agregado para posteriormente pesarlo en una balanza, este cucharon debe tener capacidad suficiente de manera que permita realzar el ensayo sin ningún inconveniente.

a.8.5) Determinación del peso unitario compactado:

a) Procedimiento (NTP 400.017):

El agregado utilizado en este ensayo se deberá secar previamente en el horno a una temperatura de 110°C ± 5°C cuya cantidad debe ser la necesaria para poder llenar el molde cilíndrico, se recomienda utilizar el 125% a 200% de la cantidad necesaria para llenar dicho molde.

El recipiente se llena en tres capas cada capa se debe chusear o compactar con 25 golpes haciendo uso de la varilla lisa una vez llenado el molde en tres capas el material sobrante se enraza con la varilla lisa.

Cuando se va a compactar la primera capa con los 25 golpes se debe tener cuidado para no golpear con fuerza el fondo del molde cilíndrico en cambio para las dos capas restantes se debe utilizar la fuerza necesaria para que la varilla llegue a la primera capa.

Finalmente una vez realizado la compactación o chuseo con la varilla lisa y una vez enrazado se procede a pesar el material y anotar los pesos.

a.8.6) Determinación del peso unitario suelto:

a) Procedimiento (NTP 400.017)

El molde cilíndrico se llena con el agregado haciendo uso de un cucharón dejándolo caer de una altura no mayo de 5 cm, es decir una altura por encima del molde cilíndrico, una vez llenado se procede a enrasar el agregado.

Una vez enrasado se procede a pesar el molde con el agregado en una balanza anotando los pesos para luego proseguir haciendo uso de formatos y poder calcular su peso unitario.

a.8.7) Análisis granulométrico del agregado fino y grueso (NTP 400.012):

El objetivo de este ensayo es determinar la medición y graduación por tamaño tanto del agregado fino, grueso y global. La granulometría es muy importante para determinar la gradación de los materiales propuestos como agregados y también nos sirve para poder saber el tamaño máximo del agregado que es muy importantes al momento de realizar un diseño de mezcla de concreto relacionado con la trabajabilidad, dosificación, economía. (NTP400.012).

a) Aparatos(NTP 400.012):

Balanzas: Estas balanzas deben ser muy precisas para que de esta manera al momento de realizar los ensayos tanto para el agregado grueso y para el agregado fino podamos obtener resultados óptimos.

La precisión de estas balanzas deben de ser por lo menos de 0.1% del peso de la muestra que se va a utilizar en el ensayo tanto para el agregado fino como el agregado grueso.

Tamices: Las mayas normadas o tamices serán juntados sobre armaduras construidas de tal manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado. Los tamices cumplirán con la NTP 350.001.

Estufa: La estufa debe tener las dimensiones apropiadas para mantener una temperatura uniforme de 110 °C ± 5°C.

b) Muestreo(NTP 400.012):

Agregado fino: La muestra a utilizar en el ensayo una vez secado en el horno o estufa tendrá un peso mínimo de 0.3 kg o 300g.

Agregado grueso: El peso de la muestra a utilizar en el ensayo para el agregado grueso estará en función de su tamaño máximo.

c) Procedimiento (NTP 400.012):

La muestra que se utilizará para este ensayo se deberá secar en el horno o estufa a una temperatura de 110°C ± 5º C por un periodo de 24 horas.

Se deberán elegir los tamices apropiados siguiendo las especificaciones de dicha norma, juntar todos los tamices de mayor a menor abertura junto con el fondo y colocar la muestra seca sobre el primer tamiz y mover los tamices de manera manual por un tiempo suficiente.

Restringir la cantidad de material sobre los tamices utilizados para que de esta manera todas las partículas de la muestra puedan ser pasadas por todos los tamices todas las veces que se realizará el movimiento manual de dichos tamices.

Se realizara el tamizado manual durante un tiempo necesario de aproximadamente un minuto para que así todas las partículas puedan pasar por todos los tamices que se consideraron para dicho ensayo.

Determinar la masa retenida en cada tamiz haciendo uso de una balanza, sumar todas las masas retenidas en cada tamiz más la masa del fondo porque deberán ser verificadas con la cantidad de muestra utilizada para el análisis granulométrico, si al comparar las dos cantidades difieren en más de 0.3% dela muestra seca utilizada no se aceptará el ensayo y tendrá que rehacerse.

d) Cálculos (NTP 400.012):

Una vez determinados los pesos retenidos se deberá calcular el porcentaje retenido, el porcentaje retenido acumulado y porcentaje retenido acumulado que pasa de cada tamiz.

Calculados los porcentajes retenidos, retenidos acumulados y que pasa, se deberá determinar el módulo de fineza sumando todos los porcentajes retenidos acumulados de los tamices especificados y dividir toda la suma entre 100

a.9.) Agua:

El agua utilizada para el mezclado y curado del concreto tendrá que ser de preferencia potable. Se podrían utilizar aguas no potables sólo si: (RNE, E060).

a) Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que sean perjudiciales para el concreto, el acero. (RNE, E060).
b) Las cantidades de las mezcla de concreto se fundamenta en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida. (RNE, E060).

a.10.) Aditivos:

Son materiales distintos del agua, agregados fino y grueso, del cemento hidráulico y de las fibras de refuerzo que se utilizan como ingredientes del concreto y que se añaden antes o durante su mezclado con el objetivo de modificar sus propiedades en lo que se refiere a condiciones de trabajo o para reducir los costos. (ASTM C 125)

Los aditivos son utilizados principalmente para mejorar una o varias de las siguientes características del concreto (Abanto, (2009)):

a) Aumentar la trabajabilidad, sin modificar el contenido del agua.
b) Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.
c) Acelerar el desarrollo de la resistencia en la primera edad.
d) Modificar la velocidad de producción de calor de hidratación.
e) Reducir la exudación y sangrado.
f) Incrementar la durabilidad o resistencia en condiciones severas de exposición
g) Reducir la permeabilidad a los líquidos.
h) Disminuir la segregación.

i) Reducir la contracción.

j) Incrementar la adherencia del concreto viejo y nuevo.

k) Mejorar la adherencia del concreto con el refuerzo.

a.10.1) Tipos:

Según la norma ASTM C494 los aditivos se clasifican en:

Tipo A.- Reductor de agua

Tipo B.- Retardantes

Tipo C.- Acelerantes

Tipo D.- Reductor de agua-retardadores de agua

Tipo E.- Reductor de agua-acelerantes

Tipo F.- Superreductores de agua

Tipo G.- Superreductores de agua acelerantes

b) Propiedades del concreto en estado fresco

b.1.) Trabajabilidad:

es la capacidad que tiene el concreto para ser colocado y compactado apropiadamente sin que se produzca segregación alguna. La trabajabilidad está representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad y la consistencia o movilidad.

La Compacidad: es la facilidad con la que el concreto o mortero fresco es compactado o consolidado para reducir el volumen de vacíos y por lo tanto el aire atrapado.

La Cohesividad: es la aptitud que tiene el concreto o mortero fresco para mantenerse como una masa estable y sin segregación.

La Plasticidad: es la condición del concreto o mortero fresco que le permite deformarse continuamente sin romperse.

La Consistencia o Movilidad: es la habilidad del mortero concreto fresco para fluir; es decir la capacidad de adquirir la forma de los encofrados que lo contienen, y de llenar espacios vacíos alrededor de los elementos que absorbe.

b.2.) Segregación:

Es la separación de las partículas gruesas de la fase mortero del concreto, esto por su falta de cohesividad, con lo cual su distribución y comportamiento deja de ser uniforme y homogéneo.

b.3.) Exudación

Es una forma de segregación o sedimentación, en la cual parte del agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie de una mezcla de concreto recién colocado.

b.4.) Contenido de aire

Este elemento está presente en todos los tipos de concreto, localizado en los poros no saturables de los agregados y formando burbujas entre los componentes del concreto, bien sea porque es atrapado durante el mezclado o al ser intencionalmente incorporado por medio del uso de agentes inclusores, tales como cementos o aditivos incorporadores de aire.

c) Ensayos realizados a las mezclas de concreto en estado fresco:

c.1.) Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland (NTP 339.035):

Tiene como propósito determinar la consistencia de las mezclas de concreto de cemento hidráulico. Este método se aplica para concretos plásticos con agregados hasta 37,5 mm de tamaño. (NTP 339.035)

a) Aparatos(NTP 339.035):

Cono: La muestra de concreto para el ensayo deberá ser colocado en el cono de Abrams el cual debe de ser de metal para que no sea atacada por la pasta de cemento. El cono deberá tener un espesor mínimo de 0.15 cm, deberá tener un diámetro inferior de 20 cm y un diámetro superior de 10 cm y una altura de 30 cm. La tolerancia de las dimensiones del cono de Abrams deberá estar entre ± 3 mm. La base superior e inferior del cono deben ser abiertas formando un ángulo 90 °C.El cono debe tener agarraderas para que al momento de realizar el ensayo no exista distorsión al momento de realizar la medición del asentamiento del concreto.

Varilla compactadora: Es una varilla cilíndrica de acero lisa de 1.6 cm de diámetro utilizado para compactar la muestra de concreto al momento de ser colocada en el cono de Abrams cuya longitud es de 60 cm cuyos extremos son redondeados a una semiesfera de un diámetro de 1.6 cm.

Dispositivo de medida: se podrá utilizar una regla, cinta métrica, wincha con una longitud de por lo menos de 30 cm los cuales serán utilizados para medir el asentamiento del concreto al momento de retirar el cono de Abrams.

Cucharón: El cual será utilizado para colocar la mezcla de concreto en el cono de Abrams por lo que se recomienda que tenga un tamaño y forma apropiados.

b) Procedimiento (NTP 339.035):

Antes de realizar el ensayo de consistencia o asentamiento del concreto se tendrá que humedecer el cono de Abrams para que la mezcla de concreto no se pegue en el cono así como también se deberá colocar sobre una base plana. Una vez colocado el molde sobre la base rígida se procede a colocar la mezcla del concreto en tres capas pisando las aletas del cono y afirmando las abrazaderas donde cada capa será la tercera parte del volumen del molde.

Cada capa de concreto se compactará con 25 golpes con la varilla lisa de acero alrededor de la superficie de cada capa. Para la tercera capa de concreto el cono se debe llenar en exceso, posteriormente una vez llenada y compactada la última capa se procede a enrasar el cono con la varilla lisa así como también se procede a quitar el concreto que se encuentra alrededor del cono a fin de evita variación al momento de realizar la medición del asentamiento, finalmente se asegura firmemente la base del cono y se retira el cono de manera vertical.

Una vez retirado el cono de Abrams se procede a la medición del asentamiento del concreto para lo cual se hace uso de una wincha el cual vendría a ser la resta entre la altura del cono y la altura del cono deformado.

c.2.) Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), del concreto (NTP 339.046):

El objetivo de este ensayo es determinar el peso unitario del concreto fresco (NTP 339.046).

a) Aparatos (NTP 339.046):

Balanza: Con una precisión de 45g o dentro del 0.3% de la carga de ensayo, cualquiera lo que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso. Se considera que el rango de uso se extiende desde la masa del recipiente de medida vacío a la masa del recipiente de medida más sus contenidos a 2600 kg/m^3

Barra compactadora: Barra de acero lisa recta utilizada para compactar el concreto de 1.6 cm de diámetro y con una longitud de 60 cm, teniendo en un extremo de la varilla una punta de compactación de forma semiesférica de 1.6 cm de diámetro.

Molde cilíndrico: molde cilíndrico de acero el cual debe tener una capacidad adecuada de manera que pueda cumplir con las exigencias según el tamaño máximo nominal del agregado grueso en el concreto a ser enrazado.

Placa de alisado: Utilizada para enrazar una vez que se ha llenado la última capa de concreto en el molde cilíndrico, la cual debe ser de forma rectangular con un espesor mínimo de 1.2 cm, con una longitud igual al ancho de 5 cm más que el diámetro del molde cilíndrico usado.

Mazo: Es una comba con cabeza de caucho utilizada para realizar golpes al molde cilíndrico con la mezcla con el fin de que se acomoden mejor los componentes del concreto, esta debe tener una masa de 600 ± 200g.

Cucharón: El cual será utilizado para colocar la mezcla de concreto en el molde cilíndrico de tal manera que debe ser de un tamaño adecuado para que el concreto no se derrame al momento de ser colocado en dicho molde.

b) Procedimiento (NTP 339.046):

Para la realización del ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco existen dos métodos de compactación por apisonado y vibración interior los cuales serán elegidos en función del asentamiento del concreto. Se recomienda para asentamientos mayores a 7.5 cm aplicar el método de apisonado.

Consolidación del concreto por apisonado: Se deberá colocar la mezcla de concreto en el molde cilíndrico en tres capas cada con 25 golpes apisonadas con la varilla cilíndrica lisa.

Unas ves que se apisonado la última capa de concreto se procede a enrazar haciendo uso de la placa rectangular de alisado la parte superior del molde con el fin de que quede nivelado y completamente lleno.

Finalmente después de haberse enrazado la parte superior del molde cilíndrico se procede a limpiar el concreto que esta alrededor del molde y adherido en sus paredes exteriores, una vez realizado esto se determina la masa el molde más la mezcla de concreto.

d) Propiedades del concreto en estado endurecido

d.1.) Resistencia a la compresión:

Es la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm^2), megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas ($lb/pulg^2$ o psi) a una edad de 28 días.

d.2.) Curado

Es la prevención del secado prematuro del concreto, bajo un nivel de temperatura favorable por un período específico. Un factor muy importante del curado es su temperatura, debido a que un aumento durante este proceso acelera las reacciones químicas de la hidratación, lo cual afecta en forma benéfica la resistencia a edades tempranas del concreto, pero con consecuencias adversas en la resistencia posterior.

d.3.) Durabilidad

Es la habilidad para resistir la acción del medio ambiente, los ataques químicos, la abrasión y otras condiciones de servicio, de tal manera que sus características y propiedades se mantengan a lo largo de su vida úti1.

d.4.) Permeabilidad

Es la capacidad de permitir el paso de un fluido (líquido o gas) a través del concreto.

e) Ensayos realizados a las mezclas de concreto en estado endurecido:

e.1.) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (NTP 339.034).

El objetivo de este ensayo en determinar la carga axial o la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas. La resistencia a la compresión del concreto dependerá de la calidad de los agregados tanto fino como grueso así como también de la manera como se realizaron sus ensayos, del mezclado, curado, edad, colocación del concreto en las probetas cilíndricas, así como también del tamaño y forma de las probetas. (NTP 339.034)

a) Aparatos (NTP 339.034):

Máquina de ensayo: Esta máquina debe estar calibrada y debe tener una capacidad de carga suficiente.

Con respecto a la calibración de las máquinas debe ser al menos anualmente, pero no debe exceder los 13 meses.

b) Procedimiento (NTP 339.034):

Los moldes cilíndricos de concreto serán sometidos al ensayo de resistencia a la compresión una vez que estos hayan sido curados teniendo en cuenta la edad de 7, 14,21 y 28 días.

Se debe tener en cuenta que al momento de retirar los moldes de concreto del lugar de curado deben ser protegidos por cualquier método a fin de evitar perdida de humedad.

Colocación: Una vez que se han retirado los moldes del lugar de curado se procede a llevarlos a la máquina para ensayarlos, primeramente se coloca dos bloques de acero uno en la parte superior y otro en la parte inferior de la probeta de concreto asi como también se procede a colocar una faja en el cuerpo de la probeta a fin de evitar accidentes y finalmente se procede a colocarla en la máquina de ensayo.

Una vez colocado la probeta en la máquina de ensayo se prende la máquina y se procede a la configuración anotando en la maquina las dimensiones de la probeta y fijándose que el indicador de carga este en cero.

Aplicar la carga axial continuamente y sin detenimiento hasta que las probetas muestren un patrón de fractura bien definida.

Finalmente para calcular la resistencia a la compresión del molde cilíndrico concreto se procede a dividir la carga axial máxima entre el área de la sección.

f) Vidrio:

Es una sustancia sólida, sobrefundida, amorfa, frágil, compuesta principalmente por sílice (SiO_2) que constituye el elemento proveniente de la arena silícea, la cual es fundida a altas temperaturas con boratos o fosfatos. (RNE, E040).Los óxidos básicos provienen de:

a) Para el Na2O del carbonato o del sulfato de sodio
b) Para el CaO y MgO; de la caliza natural y de la dolomita.

f.1.) Composición:

El principal constituyente del vidrio es la sílice, la cual tiene un alto punto de fusión cuando se encuentran en estado puro. Por lo tanto para lograr disminuir el punto de fusión para obtener el vidrio, se deben de agregar otros compuestos como son: carbonato de sodio y caliza. Es importante señalar cual es la función de cada uno de estos compuestos dentro de la mezcla que se obtiene para fundirla posteriormente. (Martínez, (2006)).

Sílice (SiO_2): Es uno de los componentes de arena, y una de las formas en las que tiene en estado natural es en el cuarzo. Se utiliza para la elaboración de vidrios, cerámicas y cemento.

Álcalis (Na_2CO_3): Se considera como sal blanca y traslucida, la cual es usada aparte de la fabricación de vidrio, se utiliza para la elaboración de jabón y tintes. El carbonato de sodio es conocido comúnmente como sosa, su función dentro de la producción de vidrio es disminuir la temperatura de fusión.

Cal: El nombre común es carbonato de calcio. Es una roca sedimentaria, cuya función principal dentro de la fabricación del vidrio es de estabilizante. (Martínez, (2006)).

f.2.) Fabricación:

La fabricación del vidrio se produce a partir de una mezcla de compuestos como: sílice, álcalis y la cal.

La sílice, los álcalis y la cal son cargadas en el horno de una cubeta por medio de una tolva. Este horno se calienta con quemadores de gas o petróleo, estas llamas deben alcanzar una temperatura suficiente.

La mezcla de sílice, álcalis y cal se funden a una temperatura de 1500°C para posteriormente ser llevada hasta la zona de enfriamiento.

En el otro extremo del horno se alcanza una temperatura de 1200°C a 800°C obtenido así el vidrio se le da forma por laminación

Las formas más comunes en el proceso de formado son: envases, vidrios planos, ampolletas etc.

Finalmente realizadas las operaciones de formado los objetos de vidrio pueden pasar a través de una serie de procesos secundarios y de acabados, entre los cuales se cuenta: recocido, templado, pintado, decorado. (Comisión Nacional del Medio Ambiente-Chile, 1999).

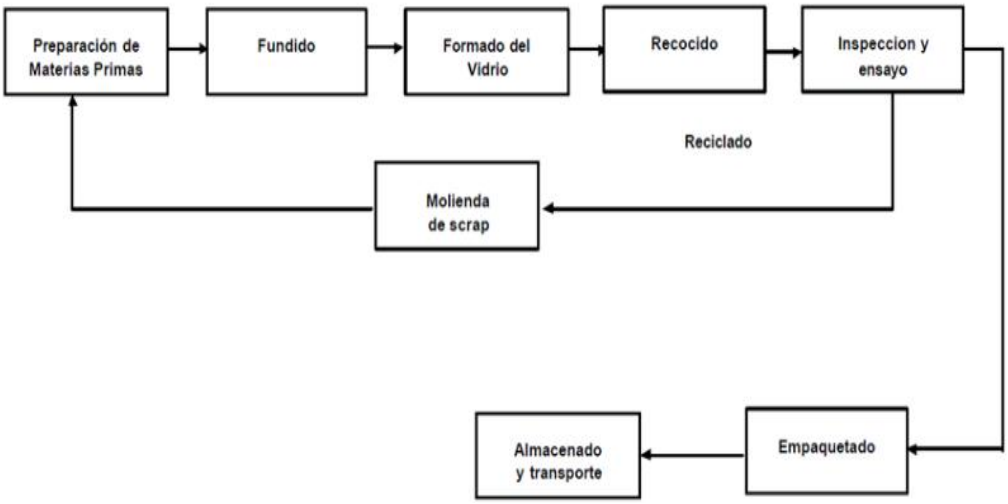

Figura 1: Etapas básicas del proceso de producción de vidrio

f.3.) Tipos de vidrio

Los tipos de vidrios que son más comunes se pueden clasificar en comerciales estos son producidos a gran escala y los vidrios especiales, que son menos masivos. (Catalán, (2013)).

f.3.1) Vidrio sodocálcico

Con este tipo de vidrio se fabrican botellas, vidrios para ventanas, vidrios laminados, este tipo de vidrio es inerte los cuales son pocos resistentes al choque térmico. (Catalán, (2013)).

a.3.2) Vidrio al plomo

Es un tipo de vidrio que también es conocido como cristal al plomo, es pesado y tiene un alto índice de refracción lo que lo hace muy importante cuando se realizan instalaciones nucleares. (Catalán, (2013)).

a.3.3) Vidrio de borosilicato

Este tipo de vidrio en muy utilizado para la fabricación de utensilillos de cocina, equipos de laboratorio y para procesos químicos. Son muy importantes por su durabilidad resistencia a los ataques químicos y choques térmicos. (Catalán, (2013))

Entre otros tipos de vidrio encontramos los que están compuestos de casi prácticamente sílice como la sílice vítrea o el vidrio de aluminosilicato. (Catalán, (2013))

f.4.) Reciclado del vidrio:

La manera correcta para reciclar el vidrio consiste en almacenar en nuestros hogares todo tipo de botellas o envases de vidrio para después colocarlos en contenedores y poder así disminuir la contaminación del medio ambiente.

Debemos de tener presente que al momento de reciclar el vidrio se deben retirar cualquier otro material de estos con el objetivo de que el reciclaje sea mucho más rápido.

La recolección de vidrio que se realizó en esta investigación fueron envases de refrescos, cerveza, domésticos, alimentos, vinos y licores etc.

Durante el reciclaje del vidrio, este no pierde sus propiedades y se ahorra una cantidad de energía de alrededor del 30% con al vidrio nuevo.

f.5.) Beneficios

Al reciclar el vidrio se obtienen los siguientes beneficios:

a) Ahorro de energía
b) Ahorro de materias primas
c) Reducción de la contaminación del aire
d) Reducción de la cantidad de residuos que va a los vertederos

f.6.) Tratamiento del vidrio:

El vidrio que se utilizó en esta investigación está conformado por el reciclaje botellas de vidrio de refresco, cerveza, vinos, licores de todo tipo de color, forma con el objetivo de obtener una muestra lo más parecido posible a los desechos domiciliarios que corresponden a este material.

f.7.) Limpieza del vidrio

Las botellas recolectadas fueron sometidas a un proceso de limpieza el cual consistió en realizar un lavado con agua caliente y detergente con el propósito de eliminar cualquier residuo que se encuentre en su parte interior y también con la finalidad de sacar las etiquetas de las botellas.

El proceso para remover las etiquetas de las botellas es muy sencillo debido a la naturaleza de los adhesivos utilizados para la demarcación de las botellas.

Finalmente limpiadas y enjuagadas las botellas se procede a secar las botellas con el objetivo de evitar inconvenientes al momento de realizar el procedimiento de trituración sobre todo con el material fino producido durante la molienda.

f.8.) Trituración del vidrio

Una vez que las botellas se encuentren libres de toda suciedad y secas, se realizó el triturado mediante medios mecánicos empleando un martillo.

f.9.) Molienda del vidrio

Luego de que se haya triturado el vidrio, se procedió a la molienda del vidrio en la Maquina de los Ángeles, a 300 revoluciones.

f.10.) Tamizado del vidrio

Luego de la molienda del vidrio, se procedió al tamizado por el tamiz N°4 y el material retenido por dicha tamiz se recolecto para hace el procedimiento anterior.

1.6.1.3. Definición de términos:

Agregado: Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

Agregado Fino: Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8").

Agregado Grueso: Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

Concreto: Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Cemento Portland: Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

Vidrio: Es una sustancia sólida, sobrefundida, amorfa, dura, frágil, que es complejo químico de silicatos sólidos y de cal que corresponde a la fórmula: SiO_2 (Na_2O) m (CaO) n.

Reciclaje: Es un proceso donde las materias primas que componen los materiales que usamos en la vida diaria como el papel, aluminio, vidrio, plástico, etc., una vez terminados su ciclo de vida útil, se transforman de nuevo en nuevos materiales.

Diseño de mezcla: Es un procedimiento que consiste en la selección de las proporciones de los materiales componentes del concreto como son cemento, arena, piedra y agua, con la finalidad de obtener un concreto que en estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuada y que en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador indicados en los planos y especificaciones de la obra.

Resistencia a la compresión: Es la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto, expresada en kg/cm^2

Asentamiento o Slump: Es una medida de la consistencia del concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla e indica que tan seco o fluido esta el concreto.

ACI: American Concrete Institute, es una de las instituciones mundiales lideres en el manejo y practica del concreto.

NTP: Normas Técnicas Peruanas.

Probeta: Modelo o muestra de un diseño de mescla determinado (testigo o prueba cilíndrica de concreto)

Granulometría: Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices.

ASTM: American Society for Testing and Materials (sociedad Americana). Organización de normas internacionales desarrolladas normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

Curado: Es utilizado para evitar que se evapore el agua de la mezcla, ya que sin agua esto podría producir grietas de retracción debido a la perdida de agua y alteraciones en la relación agua-cemento de la mezcla, lo recomendable para obtener buenos resultados es tener un buen curado durante los 7 primeros días.

Tamiz: Es una malla metálica constituida por barras tejidas y que dejan un espacio entre sí por donde se hace pasar el material previamente triturado.

Cono de Abrams: Es un instrumento metálico que se utiliza en el ensayo que se le realiza al concreto en estado fresco para medir su consistencia.

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Contenido de humedad: Cantidad de agua que tiene un material al momento de ser extraído.

CAPÍTULO II

METERIALES Y MÉTODOS

II. MATERIALES Y MÉTODOS:

2.1. Tipo y diseño de la investigación:

Tipo de investigación:

Analítico-descriptivo, porque se analizó las propiedades del concreto con vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino.

Diseño de la investigación:

La investigación es de tipo cuasi experimental porque para realizar los diseños de mezclas de concreto con el método del ACI se realizó ensayos de laboratorio de acuerdo a las normas NTP y poder así evaluar las propiedades del concreto con vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino.

2.2. Métodos de investigación:

2.2.1. Deductivo:

Porque después de haber definido las variables tanto independiente como dependiente y sus respectivos indicadores, se ha inferido en la hipótesis el vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino influye en el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos.

2.2.2. Inductivo:

Porque después de haber obtenido con éxito conocer el desarrollo de la presente investigación que implicó evaluar la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino en el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos.

2.2.3. Análisis:

En la realización de esta investigación se requiere conocer la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino en el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos, para lo cual se hizo frecuentes consultas a fuentes bibliográficas, normas y a especialistas en la materia; así como la observación directa facilitada por la ejecución de los ensayos y de los datos tabulados con el fin de obtener los respectivos resultados para el análisis de los mismos

2.2.4. Síntesis:

Se ha analizado la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino en las mezclas de concreto, así como el porcentaje de vidrio que le otorga un mejor comportamiento.

2.3. Población y Muestra:

2.3.1. Población

En esta investigación la población quedó definida por probetas cilíndricas de concreto con vidrio molido (en porcentajes diferentes) como reductor agregado fino, debido a que se realizó un estudio experimental al concreto de acuerdo a su diseño de mezcla para conocer sus propiedades en estado fresco y endurecido con la adición de vidrio molido para su utilización en pavimentos urbanos.

2.3.2. Muestra

La muestra estuvo dada por los ensayos realizados en laboratorio a las mezclas de concreto con vidrio reciclado molido, tanto en estado fresco (slump, peso unitario y contenido de aire) y en estado endurecido (elaboración de probetas cilíndricas) para evaluar su resistencia mecánica de acuerdo al diseño de mezcla.

En esta investigación la muestra estuvo compuesta por un total de 144 probetas cilíndricas de concreto con vidrio molido para las resistencias utilizadas en pavimentos urbanos de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210kg/cm^2, f´c=280kg/cm^2 en donde a cada mezcla de concreto de acuerdo a la resistencia a analizar se le adicionará 10%,20%,30% de vidrio reciclado molido de la cantidad de agregado fino que salga en cada diseño de mezcla de concreto.

2.4. Variables:

Independiente:

Vidrio reciclado molido

Diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos

Dependiente:

Evaluación de la influencia

2.5. Operacionalización:

Tabla 1*:*

Variable Independiente

V.I	Dimensiones	Indicadores	Sub indicadores	Índices	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición
VIDRIO RECICLADO	LIBRE DE IMPUREZAS	Limpieza	-	-	Observación Directa, entrevistas indirectas, revisión literaria.	Guía de observación: Formatos LEM Universidad Señor de Sipán	-
		Enjuague					
		secado					
	GRANULOMETRIA	Molienda	-	-	Observación Directa	Guía de observación: Formatos LEM Universidad Señor de Sipán	Máquina de los Ángeles
		Tamizado	Material que pasa la malla N°4	mm	Observación Directa	Guía de observación: Formatos LEM Universidad Señor de Sipán	Mallas normadas

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 2:

Variable Independiente

V.I	Dimensiones	Indicadores	Sub Indicadores	Índices	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS	PROPIEDADES	Contenido de Humedad	Peso Húmedo Peso Seco	%	Observación Directa	Guía de observación: Formatos LEM Universidad Señor de Sipán	Horno, mallas, fiola, moldes cilíndricos, varilla lisa, balanza, martillo de goma.
		Tamaño de partículas	Módulo de fineza,TM,TMN	mm			
		Peso específico	Peso Volumen	$\frac{kg}{m^3}$			
		Absorción	peso seco peso S. Seco	%			
		Peso Unitario Suelto	Peso Volumen	$\frac{kg}{m^3}$			
		Peso Unitario Compactado	Peso Volumen				
	PROPOPORCIONES	Mezcla patrón	cemento,arena,piedra agua C:A:P:A	Kg			
		Mezcla con vidrio	cemento, arena ,vidrio, piedra agua C:A:V:P:A				

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 3:

Variable Dependiente

V.D	Dimensiones	Indicadores	Sub Indicadores	Índices	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición
EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA	RESISITENCIA A LA COMPRESIÓN (F´C)	F'c a los 7 días	FUERZA ÁREA	$\frac{kg}{cm^2}$	Observación directa	Guía de observación: Formatos LEM Universidad Señor de Sipán	Compresora
		F'c a los 14 días	FUERZA ÁREA	$\frac{kg}{cm^2}$			
		F'c a los 21 días	FUERZA ÁREA	$\frac{kg}{cm^2}$			
		F'c a los 28 días	FUERZA ÁREA	$\frac{kg}{cm^2}$			
	PESO UNITARIO	Peso del concreto neto por volumen	PESO VOLUMEN	$\frac{kg}{m^3}$	Observación directa	Guía de observación: Formatos LEM Universidad Señor de Sipán	Balanza, molde cilíndrico, varilla lisa, martillo de goma
	ASENTAMIENTO	FLUIDO PLÁSTICO SECO	-	cm	Observación directa	Guía de observación: Formatos LEM Universidad Señor de Sipán	Cono de Abrams

Fuente. Elaboración Propia.

2.6. Hipótesis:

El vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino influye en el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos.

2.7. Técnicas de recolección de datos

2.7.1. Observación:

Por medio de la observación evaluó el comportamiento de las mezclas de concreto durante su elaboración, vaciado, curado y posterior ensayo de resistencia a la compresión.

2.7.2. Análisis de documentos:

Para la recolección de datos bibliográficos, se empleó diversas fuentes de información como: textos, revistas, tesis de grado relacionadas al tema de estudio que ayudarán a describir las propiedades del vidrio reciclado molido, así como también la revisión de las Normas Peruanas que rigen la construcción y ensayos a los materiales componentes del concreto

2.7.3. Entrevistas indirectas:

A través de las entrevista se logró obtener información general, estas se realizarán a profesionales con conocimientos del tema, asesor especialista, asesor metodológico, técnicos laboratoristas, ingenieros y otros profesionales, para la recopilación y obtención de datos referente a la temática de investigación.

2.8. Instrumentos de recolección de datos

2.8.1. Guías de observación

2.8.1.1. **Ensayo:** Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino. (Ver Anexo N°2)

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

2.8.1.2. **Ensayo:** Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso (Ver Anexo N°2)

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

2.8.1.3. **Ensayo:** Peso unitario del agregado fino. (Ver Anexo N°2)

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

2.8.1.4. **Ensayo:** Contenido de humedad del agregado fino. (Ver Anexo N°2)

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

2.8.1.5. **Ensayo:** Peso unitario del agregado grueso. (Ver Anexo N°2)

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

2.8.1.6. **Ensayo:** Contenido de humedad del agregado grueso. (Ver Anexo N°2)

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

2.8.1.7. **Ensayo:** Peso específico y Absorción del agregado fino. (Ver Anexo N°2)

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

2.8.1.8. **Ensayo:** Peso específico y Absorción del agregado grueso. (Ver Anexo N°2)

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

CAPÍTULO III

RESULTADOS

III. RESULTADOS:

3.1 Diseño de tres mezclas de concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2.

3.1.1. Metodología para la obtención de las tres mezclas patrones de diseño de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2.

3.1.1.1. Ensayos a los agregados fino y grueso

a) Análisis Granulométrico del Agregado Fino N.T.P 400.012:

Tabla 4:

Análisis granulométrico del agregado fino

Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	**(mm.)**	**Retenido**	**Retenido**	**Retenido**	**Que pasa**
1/2"	12.700	**0.000**	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.520	**0.000**	0.000	0.000	100.000
Nº 004	4.750	**0.040**	8.000	8.000	92.000
Nº 008	2.360	**0.090**	18.000	26.000	74.000
Nº 016	1.180	**0.115**	23.000	49.000	51.000
Nº 030	0.600	**0.120**	24.000	73.000	27.000
Nº 050	0.300	**0.085**	17.000	90.000	10.000
Nº 100	0.150	**0.040**	8.000	98.000	2.000
FONDO		**0.010**	2.000	100.000	0.000
Módulo de fineza				3.440	
Abertura de malla de referencia				4.750	

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra el análisis granulométrico del agregado fino, siendo su módulo de fineza 3.440

b) Análisis Granulométrico del Agregado Grueso N.T.P 400.012:

Tabla 5:

Análisis granulométrico del agregado grueso

Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	**(mm.)**	**Retenido**	**Retenido**	**Retenido**	**Que pasa**
2"	50.000	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**100.000**
1 1/2"	38.000	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**100.000**
1"	25.000	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**100.000**
3/4"	19.000	**0.085**	**4.250**	**4.250**	**95.750**
1/2"	12.700	**0.935**	**46.750**	**51.000**	**49.000**
3/8"	9.520	**0.555**	**27.750**	**78.750**	**21.250**
Nº 004	4.750	**0.325**	**16.250**	**95.000**	**5.000**
FONDO		**0.100**	**5.000**	**100.000**	**0.000**
	Tamaño Máximo			**1"**	
	Tamaño Máximo Nominal			**3/4"**	

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra el análisis granulométrico del agregado grueso, siendo su tamaño máximo de 1" y su tamaño máximo nominal de ¾"

c) Peso Unitario del Agregado Fino N.T.P. 400.017

Peso unitario suelto

Tabla 6:

Peso unitario suelto del agregado fino

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	6940	6940
.- Peso del recipiente	(gr.)	3015	3015
.- Peso de muestra	(gr.)	3925	3925
.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.0027	0.0027
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	1462	1462
.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m^3)	1462	
.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m^3)	1447	

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra el procedimiento para la obtención del peso unitario suelto seco del agregado fino siendo su valor de 1447 kg/m^3

Peso unitario compactado

Tabla 7:

Peso unitario compactado del agregado fino

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7330	7330
.- Peso del recipiente	(gr.)	3015	3015
.- Peso de muestra	(gr.)	4315	4315
.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.0027	0.0027
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	1607	1607
.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m^3)	1607	
.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m^3)	1591	

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra el procedimiento para la obtención del peso unitario seco compactado del agregado fino siendo su valor de 1591 kg/m^3

d) Peso Unitario del Agregado Grueso N.T.P. 400.017

Peso unitario suelto

Tabla 8:

Peso unitario suelto del agregado grueso

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	26850	26850
.- Peso del recipiente	(gr.)	6720	6720
.- Peso de muestra	(gr.)	20130	20130
.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.01396	0.01396
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	1442	1442
.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m^3)	1442	
.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m^3)	1432	

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra el procedimiento para la obtención del peso unitario suelto seco del agregado grueso siendo su valor de 1432 kg/m^3

Peso unitario compactado

Tabla 9:

Peso unitario compactado del agregado grueso

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	28015	28015
.- Peso del recipiente	(gr.)	6720	6720
.- Peso de muestra	(gr.)	21295	21295
.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.0140	0.0140
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	1525	1525
.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m^3)	1525	
.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m^3)	1515	

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra el procedimiento para la obtención del peso unitario seco compactado del agregado grueso siendo su valor de 1515 kg/m^3

e) Contenido de Humedad del Agregado Fino N.T.P. 339.185

Tabla 10:

Contenido de humedad del agregado fino

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
.- Peso de muestra seca	(gr.)	495	495
.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
.- Contenido de humedad	(%)	1.0	1.0
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.0	

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra el procedimiento para la obtención del contenido de humedad del agregado fino siendo su valor de 1 %

f) Contenido de Humedad del Agregado Grueso N.T.P. 339.185

Tabla 11:

Contenido de humedad del agregado grueso

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	750	750
.- Peso de muestra seca	(gr.)	745	745
.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
.- Contenido de humedad	(%)	0.7	0.7
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.7	

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra el procedimiento para la obtención del contenido de humedad del agregado grueso siendo su valor de 0.7 %

g) Peso Específico y Absorción del Agregado Fino N.T.P 400.022

Tabla 12:

Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm^3)	2.452
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA S.SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm^3)	2.514
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	(gr/cm^3)	2.514
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.01

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra el procedimiento para la obtención de la absorción y peso específico de masa seco del agregado fino siendo su valor de 1.01 % 2452 kg/m^3

h) Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso N.T.P 400.021

Tabla 13:

Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm^3)	2.676
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm^3)	2.689
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	(gr/cm^3)	2.712
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.5

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra el procedimiento para la obtención de la absorción y peso específico de masa seco del agregado grueso siendo su valor de 0.5 % 2676 kg/m^3

i) Resumen de los resultados de los ensayos realizados al agregado fino y grueso para la elaboración de los diseños de mezcla.

Tabla 14:

Resultados de los ensayos realizados a los agregados

MATERIALES	C. HUMEDAD %	ABSORCION %	P.ESPECÍFICO (kg/m^3)	P. U. SUELTO (kg/m^3)	P. U. COMPACTADO (kg/m^3)	T.M.N	M. FINEZA
AGREGADO FINO	1.0	1.0	2452	1447	1591	-	3.44
AGREGADO GRUESO	0.7	0.5	2676	1432	1515	3/4"	-

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra los resultados de los ensayos realizados a los agregados tanto fino como grueso, siendo los datos necesarios para la elaboración de los diseños de mezcla.

3.1.2. 0Diseños de mezcla Patrón de resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=175 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2

3.1.2.1. Diseño de mezcla Patrón de F´c= 175 kg/cm^2.

Tabla 15:

Cantidad de materiales para un f´c=175 kg/cm^2

Material para 1m^3	
CEMENTO	307 kg/m³
AGUA	217 L
ARENA	987 kg/m³
PIEDRA	909 kg/m³
A/C	0.708
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2.

3.1.2.2. Diseño de mezcla de F´c= 210 kg/cm^2.

Tabla 16:

Cantidad de materiales para un f´c=210 kg/cm^2

Material para 1m^3	
CEMENTO	364 kg/m³
AGUA	227 L
ARENA	972 kg/m³
PIEDRA	935 kg/m³
A/C	0.623
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2.

3.1.2.3. Diseño de mezcla de F´c= 280 kg/cm^2.

Tabla 17:

Cantidad de materiales para un f´c=280 kg/cm^2

Material para 1m^3	
CEMENTO	471 kg/m³
AGUA	235 L
ARENA	859 kg/m³
PIEDRA	925 kg/m³
A/C	0.500
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales para una resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2.

3.1.2.4. Resumen de los resultados de las cantidades de materiales para un metro cúbico de concreto

Tabla 18:

Resultados de las cantidades de materiales para un metro cúbico de concreto para cada diseño de mezcla

MATERIALES	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	175 kg/cm^2	210 kg/cm^2	280 kg/cm^2
CEMENTO	307 kg/m³	364 kg/m³	471 kg/m³
AGUA	217 L	227 L	235 L
ARENA	987 kg/m³	972 kg/m³	859 kg/m³
PIEDRA	909 kg/m³	935 kg/m³	925 kg/m³

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra los resultados de las cantidades de materiales para un metro cubico de concreto según la resistencia a la compresión de diseño las cuales son f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2

3.2 Diseño de tres mezclas de concreto de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2, con porcentajes de 10%,20% y 30 % de incorporación de vidrio reciclado molido en remplazo de una parte del agregado fino.

3.2.1. Estructura química del vidrio

Tabla 19:

Componentes del vidrio

COMPUESTO	COMPOSICIÓN QUÍMICA	CONTENIDO (%)
Óxido de Aluminio	Al_2O_3	0.5
Óxido de Calcio	CaO	9.1
Óxido de Fierro	Fe_2O_3	0.3
Óxido de Magnesio	MgO	3.2
Óxido de Potasio	K_2O	0.2
Óxido de Sodio	Na_2O	13.4
Óxido de Silicio	SiO_2	72.3

Interpretación: En la siguiente tabla se explica de manera concisa los componentes del vidrio siendo necesario saber de qué está compuesto, donde se observó que el mayor componente del vidrio es el óxido de silicio conteniendo un 72.3%, ya que se utilizará como material (agregado fino) para la elaboración de mezclas de concreto.

3.2.2. Metodología para la obtención de las tres mezclas patrones de diseño de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2.

3.2.2.1. Para la elaboración de los diseños de mezcla se utilizó los mismos resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados tanto fino como grueso.

3.2.2.2. Procedimiento para procesar el vidrio reciclado molido como reductor agregado fino en las mezclas de concreto.

a) Reciclaje de todo tipo de botellas de vidrio.

Figura 2 Recolección de botellas de vidrio. El vidrio recolectado para esta investigación proviene de la recolección de botellas de todo tipo de color, procedencia, forma, esto con el objetivo de tener una muestra lo más parecida posible a los típicos desechos domiciliarios correspondientes a este material.

b) Limpieza de las botellas recolectadas de vidrio.

Figura 3 Limpieza de las botellas recolectadas de vidrio. Las botellas recolectadas son sometidas a un lavado con agua caliente y detergente, con la finalidad de remover cualquier residuo acumulado por su uso anterior especialmente restos orgánicos, además remover cualquier residuo acumulado por su uso anterior especialmente restos orgánicos, además de remover las etiquetas correspondientes a cada envase.

c) Enjuague de las botellas recolectadas de vidrio.

Figura 4 Enjuague de las botellas recolectadas de vidrio. Las botellas recolectadas son enjuagadas después de ser lavadas con detergente para posteriormente ponerlas a secar.

d) Secado de las botellas recolectadas de vidrio.

Figura 5 Secado de las botellas recolectadas de vidrio. Las botellas son secadas para posteriormente molerlas con Maquina de los Ángeles.

e) Molienda y tamizado de las botellas recolectadas de vidrio.

Figura 6 Molienda y tamizado de las botellas recolectadas de vidrio. Una vez secadas las botellas recolectadas de vidrio se lleva al laboratorio EMS para ser molidas haciendo uso de la Maquina de los Ángeles a 300 revoluciones, unas vez molidas las botellas, se se procedió al tamizado por el tamiz N°4, el material que pasa este tamiz se utilizó como arena y el material retenido por dicha tamiz se recolecto para hace el procedimiento anterior (Molienda)

3.2.3. Diseños de mezcla Patrón de F´c= 175 kg/cm^2 , F´c=210 kg/cm^2 y F´c= 280 kg/cm^2 con 10%,20% y 30% de vidrio molido en remplazo de una parte de agregado fino

3.2.3.1. Diseño de mezcla patrón de f´c=175 kg/cm^2 con 10%,20% y 30% de vidrio molido en remplazo de una parte de agregado fino.

Tabla 20:

Cantidad de materiales para un f´c=175 kg/cm^{2}considerando 10% de vidrio

Material para 1m^3	
CEMENTO	307 kg/m³
AGUA	217 kg/m³
ARENA	888.3 kg/m³
VIDRIO	98.7 kg/m³
PIEDRA	909 kg/m³
A/C	0.708
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en este caso 10% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales incluido el vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2.

Tabla 21:

Cantidad de materiales para un f´c=175 kg/cm^{2}considerando 20% de vidrio

Diseño de mezcla de F´c=175- Material para 1m^3	
CEMENTO	307 kg/m³
AGUA	217 kg/m³
ARENA	789.6 kg/m³
VIDRIO	197.4 kg/m³
PIEDRA	909 kg/m³
A/C	0.708
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en este caso 20 % en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales incluido el vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2.

Tabla 22:

Cantidad de materiales para un f´c=175 kg/cm^{2}considerando 30% de vidrio

Diseño de mezcla de F´c=175- Material para 1m^3	
CEMENTO	307 kg/m³
AGUA	217 kg/m³
ARENA	690.9 kg/m³
VIDRIO	296.1 kg/m³
PIEDRA	909 kg/m³
A/C	0.708
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en este caso 30 % en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales incluido el vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2.

3.2.3.2. Diseño de mezcla patrón de f´c=210 kg/cm^2 con 10%,20% y 30% de vidrio molido en remplazo de una parte de agregado fino

Tabla 23:

Cantidad de materiales para un f´c=210 kg/cm^2considerando 10% de vidrio

Material para 1m^3	
CEMENTO	364 kg/m³
AGUA	227 kg/m³
ARENA	874.8 kg/m³
VIDRIO	97.2 kg/m³
PIEDRA	935 kg/m³
A/C	0.623
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en este caso 10% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales incluido el vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2.

Tabla 24:

Cantidad de materiales para un f´c=210 kg/cm^2considerando 20% de vidrio

Diseño de mezcla de F´c=175- Material para 1m3	
CEMENTO	364 kg/m³
AGUA	227 kg/m³
ARENA	777.6 kg/m³
VIDRIO	194.4 kg/m³
PIEDRA	935 kg/m³
A/C	0.623
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en este caso 20% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales incluido el vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2.

Tabla 25:

Cantidad de materiales para un f´c=210 kg/cm^{2}considerando 30% de vidrio

Material para 1m^3	
CEMENTO	364 kg/m³
AGUA	227 kg/m³
ARENA	680.4 kg/m³
VIDRIO	291.6 kg/m³
PIEDRA	935 kg/m³
A/C	0.623
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido, en este caso 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales incluido el vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2.

3.2.3.3. Diseño de mezcla Patrón de F´c= 280 kg/cm^2 con 10%,20% y 30% de vidrio molido en remplazo de una parte de agregado fino

Tabla 26:

Cantidad de materiales para un f´c=280 kg/cm^2considerando 10% de vidrio

Material para 1m^3	
CEMENTO	471 kg/m³
AGUA	235 kg/m³
ARENA	773.1 kg/m³
VIDRIO	85.9 kg/m³
PIEDRA	925 kg/m³
A/C	0.500
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido, en este caso 10% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales incluido el vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2.

Tabla 27 :

Cantidad de materiales para un f´c=280 kg/cm^2considerando 20% de vidrio

Material para 1m^3	
CEMENTO	471 kg/m³
AGUA	235 kg/m³
ARENA	687.2 kg/m³
VIDRIO	171.8 kg/m³
PIEDRA	925 kg/m³
A/C	0.500
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido, en este caso 20% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales incluido el vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2.

Tabla 28:

Cantidad de materiales para un f´c=280 kg/cm^{2}considerando 30% de vidrio

Material para 1m^3	
CEMENTO	471 kg/m³
AGUA	235 kg/m³
ARENA	601.3 kg/m³
VIDRIO	257.7 kg/m³
PIEDRA	925 kg/m³
A/C	0.500
SLUMP	4"

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados se procede a la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido, en este caso 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, obteniéndose como resultado las combinaciones de los materiales incluido el vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2.

3.2.3.4. Resumen de los resultados de las cantidades de materiales para un metro cubico de concreto incluido el vidrio reciclado molido.

Tabla 29 :

Cantidad de materiales incluido el vidrio reciclado molido para un metro cubico de concreto

RESITENCIA A LA COMPRESION	MATERIALES								
	CEMENTO	ARENA (kg/m^3)			VIDRIO (kg/m^3)			PIEDRA	AGUA
		90%	80%	70%	10%	20%	30%		
175 kg/cm^2	307 kg/m^3	888.3	789.6	690.9	98.7	197.4	296.1	909 kg/m^3	217 L
210 kg/cm^2	364 kg/m^3	874.8	777.6	680.4	97.2	194.4	291.6	935 kg/m^3	227 L
280 kg/cm^2	471 kg/m^3	773.1	687.2	601.3	85.9	171.8	257.7	925 kg/m^3	235 L

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra los resultados de las cantidades de materiales incluido el vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% para un metro cúbico de concreto para las resistencias a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2

3.3 Ensayos de laboratorio para determinar el asentamiento, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de probetas de concreto con los porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio reciclado molido, agregando en reemplazo de una parte del agregado fino.

3.3.1. Con las proporciones de los materiales (cemento, arena, vidrio reciclado molido, piedra y agua) obtenidos de los diseños de mezclas elaborados se procede al mezcla del concreto con y sin vidrio reciclado molido según la resistencia a la compresión, donde una vez elabora la mezcla de concreto se procederá a determinar su asentamiento, peso unitario, contenido de aire, llenado de los moldes cilíndricos, curado para determinar posteriormente su resistencia a la compresión.

a) Mezclado del concreto

Figura 7 Agregados junto con el vidrio reciclado molido en la mezcladora para la realización de la mezcla de concreto. Primeramente se coloca los agregados junto con el vidrio se prende la mezcladora para que se mesclen los agregados junto con el vidrio, luego inmediatamente se coloca el cemento y el agua y se deja mezclar todos los componentes del concreto por un tiempo de un minuto y medio.

b) Asentamiento del concreto

Figura 8 Asentamiento de la mezcla de concreto. Para este ensayo se utiliza el cono de Abrams, realizar este ensayo es muy importante para verificar la trabajabilidad del concreto.

c) Peso Unitario del concreto

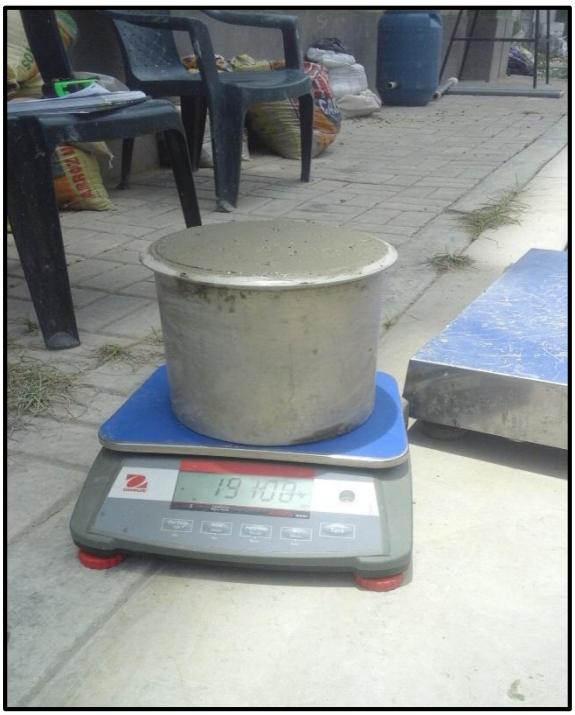

Figura 9 Peso Unitario del concreto. Para la realización de este ensayo se llena el molde en tres capas en dando 25 chuseadas con una varilla lisa por cada capa

d) Contenido de aire atrapado en el concreto

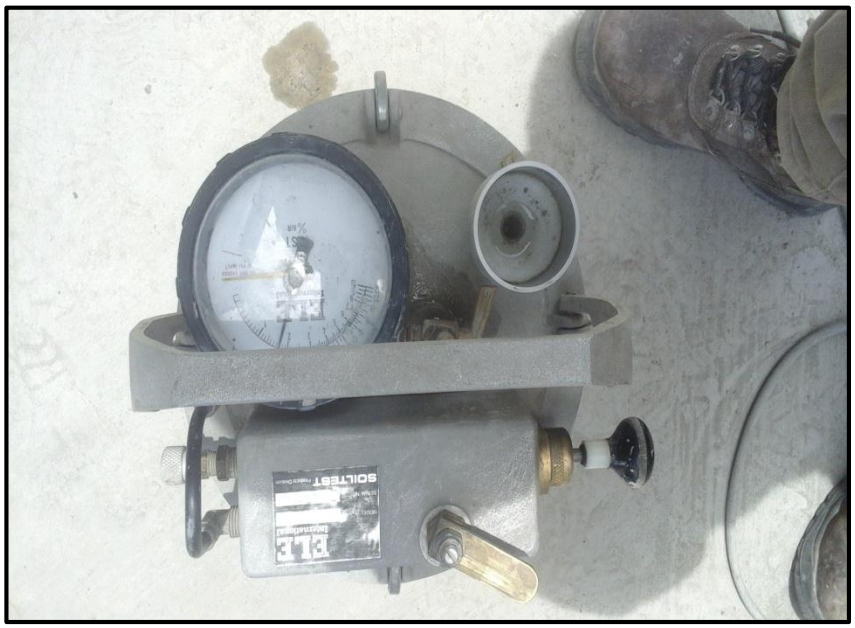

Figura 10 Contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto.

e) Llenado de los moldes cilíndricos con la mezcla de concreto

Figura 11 Llenado de los moldes cilíndricos con la mezcla de concreto. Estas probetas o moldes cilíndricos se llenaron con mezcla de concreto y se desmoldaran al otro el día de su llenado

f) Desmolde y curado de las probetas de concreto

Figura 12 Desmolde y curado de las probetas de concreto. Las probetas de concreto fueron curadas hasta 28 días y fueron sometidas a la rotura a compresión a los 7, 14,21 y 28 dias.

g) Rotura a compresión de las probetas de concreto

Figura 13 Máquina utilizada para determinar la resistencia a compresión del concreto. Estas probetas se someterán a la rotura a compresión a los 7, 14,21 y 28 días contados a partir del día de su llenado en los moldes cilíndricos

3.3.2. Variación del asentamiento en las mezclas de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2

a) Variación del asentamiento para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2

Tabla 30:

Variación del asentamiento para un f´c=175 kg/cm^2

RESISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)			
	0%	10%	20%	30%
f´c=175 kg/cm^2	10.16	9.4	8.64	7.62

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=175 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el ensayo de asentamiento del concreto (trabajabilidad) obteniéndose los asentamientos del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla.

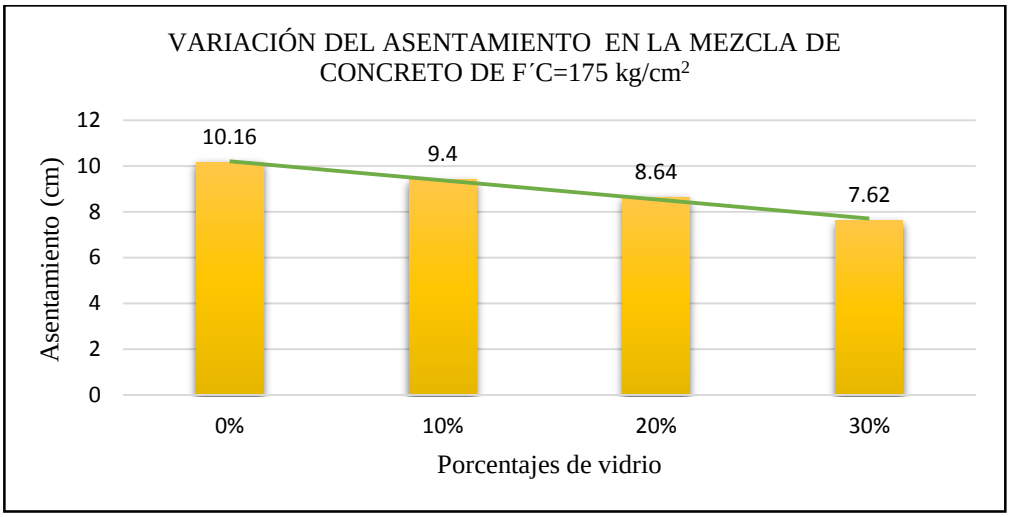

Figura 14 Variación del asentamiento con los porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio para un f´c=175 kg/cm^2.Se apreció que al realizar el ensayo para determinar el asentamiento del concreto da como resultado que con 30% de vidrio molido en la mezcla el asentamiento disminuye más en comparación con los otros porcentajes de 10% y 20 % con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175kg/cm^2.

b) Variación del asentamiento del concreto para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm2

Tabla 31:

Variación del asentamiento para un f´c=210kg/cm^2

RESISTENCIA	SLUMP (cm)			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=210 kg/cm^2	10.16	6.35	5.08	3.81

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=210 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el ensayo de asentamiento del concreto (trabajabilidad) obteniéndose los asentamientos del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla.

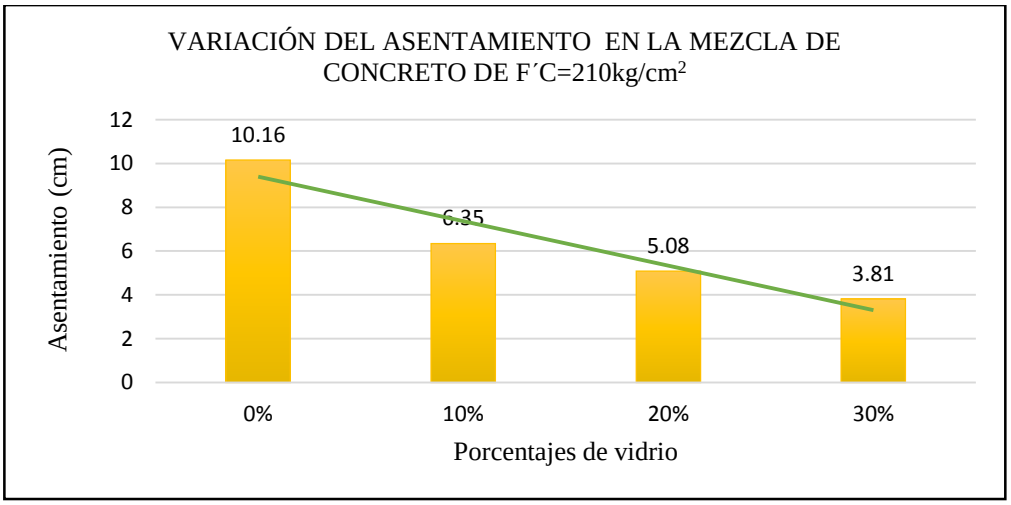

Figura 15 Variación del asentamiento con los porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio para un f´c=210 kg/cm^2.Se apreció que al realizar el ensayo para determinar el asentamiento del concreto da como resultado que con 30% de vidrio molido en la mezcla el asentamiento disminuye más en comparación con los otros porcentajes de 10% y 20 % con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2.

c) Variación del asentamiento del concreto para una resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2

Tabla 32:

Variación del asentamiento para un f´c=280 kg/cm^2

RESISTENCIA	SLUMP (cm)			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=280 kg/cm^2	10.16	3.81	2.54	1.27

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=280 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el ensayo de asentamiento del concreto (trabajabilidad) obteniéndose los asentamientos del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla.

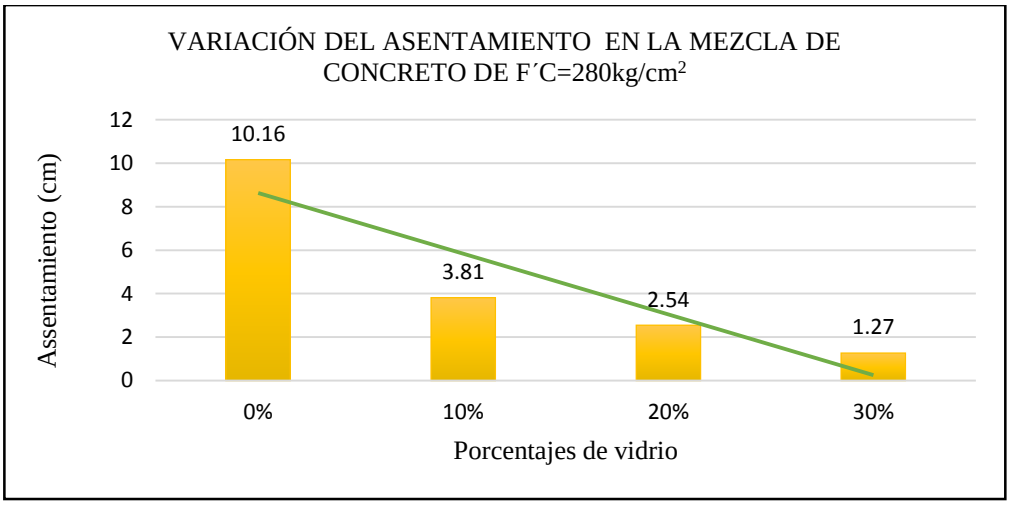

Figura 16 Variación del asentamiento con los porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio para un f´c=280 kg/cm^2.Se apreció que al realizar el ensayo para determinar el asentamiento del concreto da como resultado que con 30% de vidrio molido en la mezcla el asentamiento disminuye más en comparación con los otros porcentajes de 10% y 20 % con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2.

d) Resumen de los resultados del asentamiento del concreto con la incorporación del 10%,20% y 30% de vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de ´c=175 kg/cm², f´c=210 kg/cm² y f´c=280 kg/cm²

Tabla 33:

Variación del Asentamiento del concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm², f´c=210 kg/cm² y f´c=280 kg/cm²

RESISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)			
	0%	10%	20%	30%
f´c=175 kg/cm²	10.16	9.4	8.64	7.62
f´c=210 kg/cm²	10.16	6.35	5.08	3.81
f´c=280 kg/cm²	10.16	3.81	2.54	1.27

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra los resultados del asentamiento del concreto con el vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% para una resistencias a la compresión de f´c=175 kg/cm², f´c=210 kg/cm² y f´c=280 kg/cm²

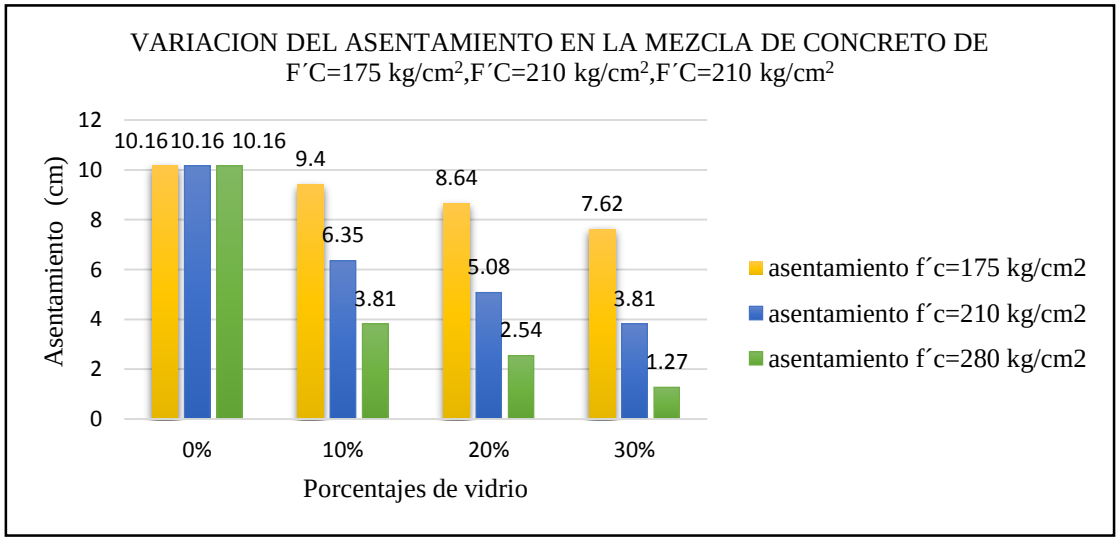

Figura 17 Variación del asentamiento con los porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio para un f´c=175 kg/cm² f´c=210 kg/cm² f´c=280 kg/cm². Se apreció que al realizar el ensayo para determinar el asentamiento del concreto da como resultado que con 30% de vidrio molido en la mezcla el asentamiento disminuye más en comparación con los otros porcentajes de 10% y 20 % con respecto al concreto patrón de diseño

3.3.3. Variación del Peso unitario en las mezclas de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm², f´c=210 kg/cm² y f´c=280 kg/cm²

a) Variación del peso unitario del concreto para una resistencia a la compresión de F´c=175 kg/cm²

Tabla 34:

Peso unitario del concreto para un f´c=175 kg/cm²

muestra	% de vidrio	peso unitario(kg/m³)
f´c=175 kg/cm²	0	2470
f´c=175 kg/cm²	10	2461
f´c=175 kg/cm²	20	2464
f´c=175 kg/cm²	30	2467

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=175 kg/cm², una vez realizada la mezcla se realiza el ensayo de peso unitario del concreto obteniéndose los pesos unitarios del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla.

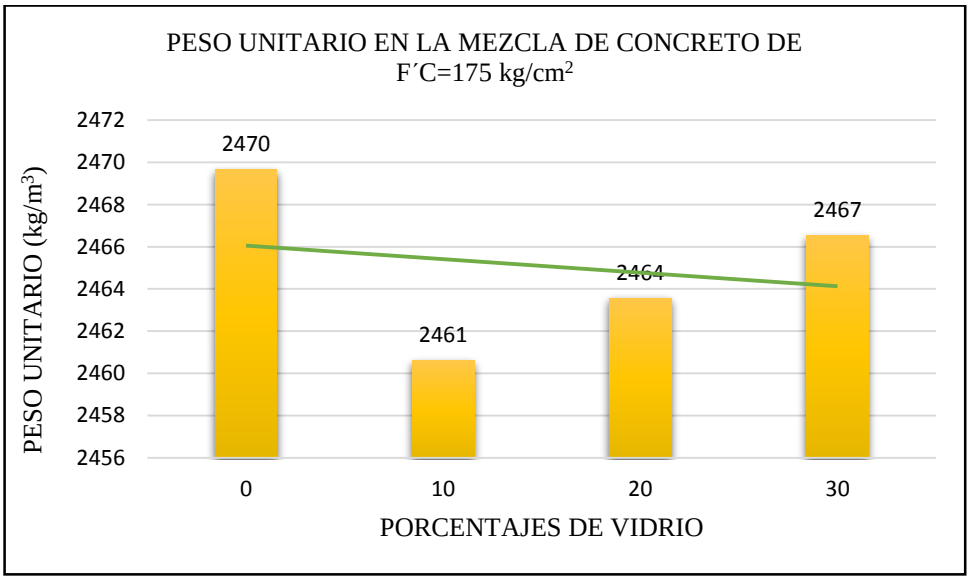

Figura 18 Variación del peso unitario en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm² con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de peso unitario se apreció que con un 10 % de vidrio reciclado molido el peso unitario baja

en comparación con los porcentajes de 20 %, 30%, con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2 variando de 2470 kg/m^3 a 2461 kg/m^3.

b) Variación del peso unitario del concreto para una resistencia a la compresión de F´c=210 kg/cm^2

Tabla 35:

Peso unitario del concreto para un f´c=210 kg/cm^2

muestra	% de vidrio	peso unitario (kg/m^3)
f´c=210 kg/cm^2	0	2481
f´c=210 kg/cm^2	10	2453
f´c=210 kg/cm^2	20	2458
f´c=210 kg/cm^2	30	2459

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=210 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el ensayo de peso unitario del concreto obteniéndose los pesos unitarios del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla.

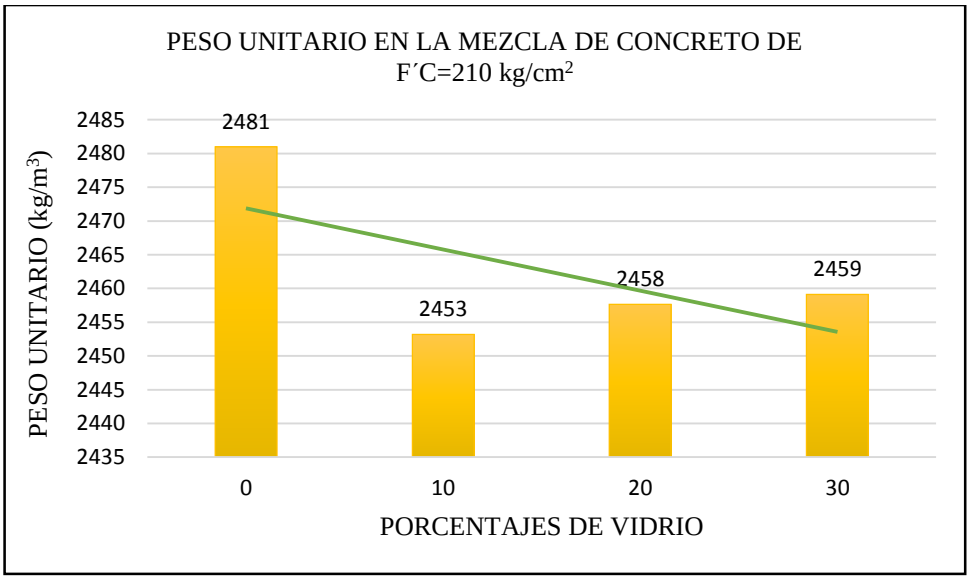

Figura 19 Variación del peso unitario en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de

peso unitario se apreció que con un 10 % de vidrio reciclado molido el peso unitario baja en comparación con los porcentajes de 20 %, 30%, con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2 variando de 2481 kg/m^3 a 2453 kg/m^3.

c) Variación del peso unitario del concreto para una resistencia a la compresión de F´c=280 kg/cm^2

Tabla 36:

Peso unitario del concreto para un f´c=280 kg/cm^2

muestra	% de vidrio	peso unitario (kg/m^3)
f´c=280 kg/cm^2	0	2491
f´c=280 kg/cm^2	10	2471
f´c=280 kg/cm^2	20	2478
f´c=280 kg/cm^2	30	2480

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=280 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el ensayo de peso unitario del concreto obteniéndose los pesos unitarios del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla.

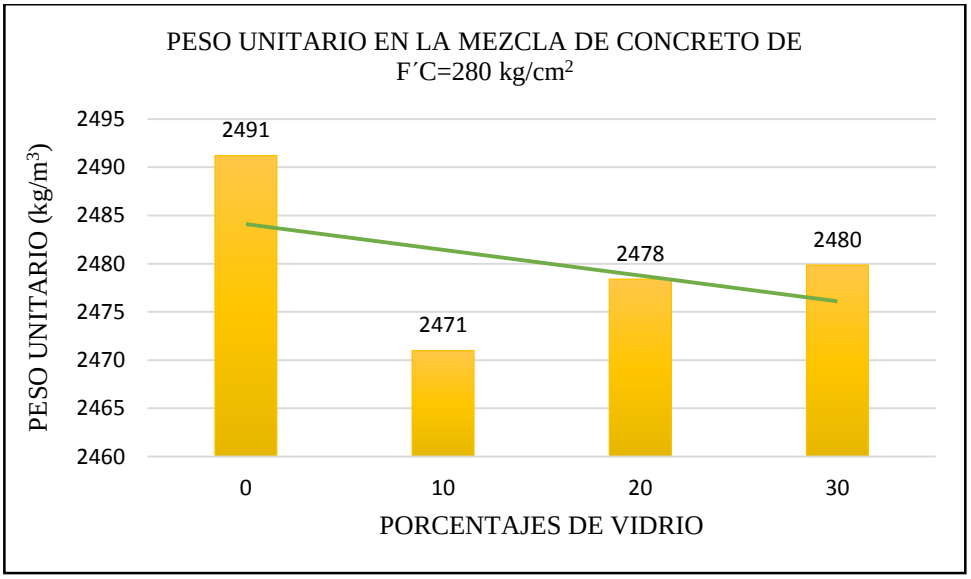

Figura 20 Variación del peso unitario en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20%

y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de peso unitario se apreció que con un 10 % de vidrio reciclado molido el peso unitario baja en comparación con los porcentajes de 20 %, 30%, con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2 variando de 2491 kg/m^3 a 2471 kg/m^3.

d) Resumen de los resultados del peso unitario del concreto con la incorporación del 10%,20% y 30% de vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de ´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2

Tabla 37:

Variación del peso unitario del concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2

PESO UNITARIO DEL CONCRETO (kg/m^3)				
muestra	vidrio			
	0%	10%	20%	30%
f´c=175 kg/cm^2	2470	2461	2464	2467
f´c=210 kg/cm^2	2481	2453	2458	2459
f´c=280 kg/cm^2	2491	2471	2478	2480

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra los resultados del peso unitario del concreto con el vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2

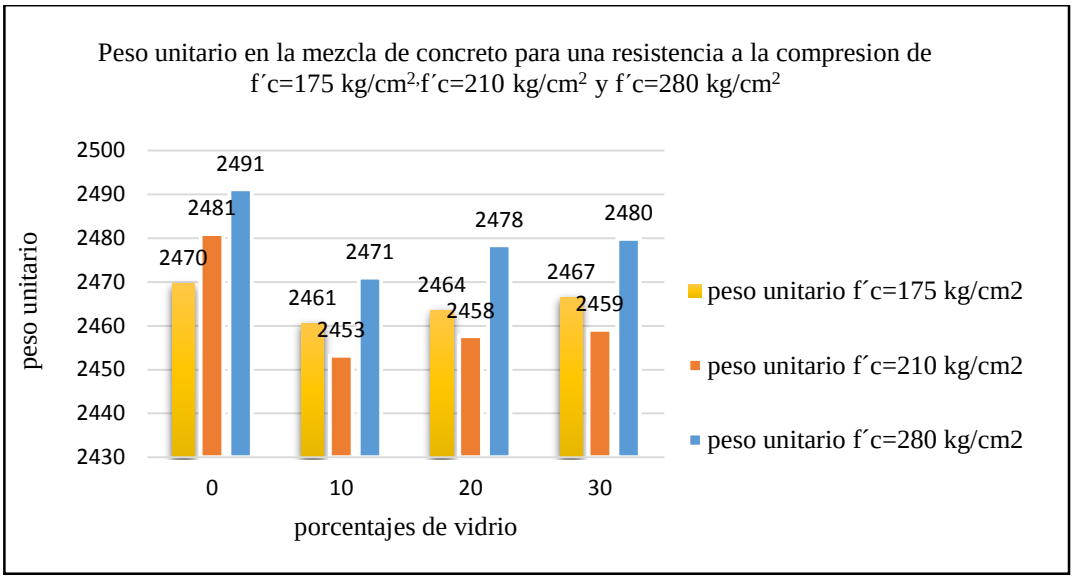

Figura 21 Variación del peso unitario en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de peso unitario se apreció que con un 10 % de vidrio reciclado molido el peso unitario baja en comparación con los porcentajes de 20 %, 30%, con respecto al concreto patrón de diseño.

3.3.4. Variación del contenido de aire atrapado en las mezclas de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2

a) Variación del contenido de aire atrapado para una resistencia a la compresión de F´c=175kg/cm^2

Tabla 38:

Contenido de aire atrapado para un f´c=175 kg/cm^2

MUESTRA	% VIDRIO	AIRE ATRAPADO %
F'C=175 kg/cm^2	0	2
F'C=175 kg/cm^2	10	1.5
F'C=175 kg/cm^2	20	1.7
F'C=175 kg/cm^2	30	1.9

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=175 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el ensayo contenido de aire atrapado del concreto obteniéndose los contenidos de aire del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla.

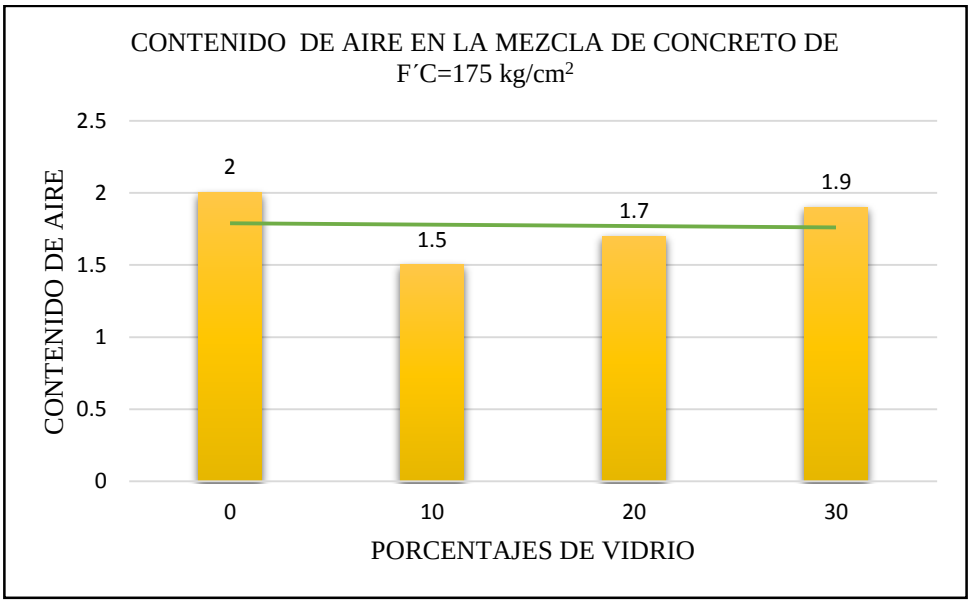

Figura 22 Variación del contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de contenido de aire atrapado se apreció que con un 10% de vidrio molido el contenido aire en la mezcla de f´c=175 kg/cm^2 baja de 2 % a 1.5%.

b) Variación del contenido de aire atrapado para una resistencia a la compresión de F´c=210 kg/cm^2

Tabla 39:

Contenido de aire atrapado para un f´c=210 kg/cm^2

MUESTRA	% VIDRIO	AIRE ATRAPADO %
F'C=210 kg/cm^2	0	2
F'C=210 kg/cm^2	10	2.1
F'C=210 kg/cm^2	20	2.4
F'C=210 kg/cm^2	30	2.5

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=210 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el ensayo contenido de aire atrapado del concreto obteniéndose los contenidos de aire del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla.

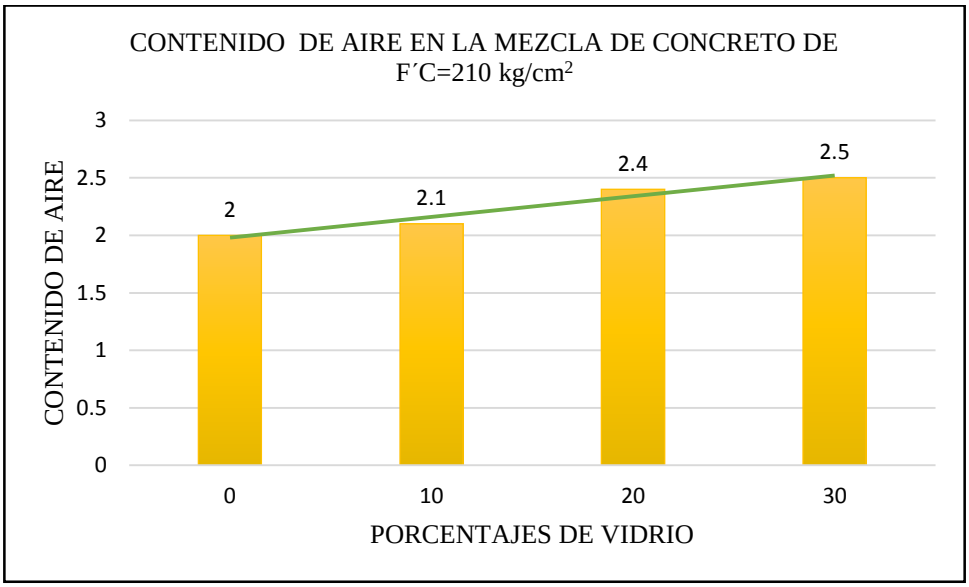

Figura 23 Variación del contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de contenido de aire atrapado se aprecia que con un 30% de vidrio reciclado molido en remplazo de una parte de agregado fino en la mezcla de concreto el aire atrapado aumenta de 2% a 2.5 % con respecto al concreto patrón de diseño de 210 kg/cm^2

c) Variación del contenido de aire atrapado para una resistencia a la compresión de F´c=280 kg/cm^2

Tabla 40:

Contenido de aire atrapado para un f´c=280 kg/cm^2

MUESTRA	% VIDRIO	AIRE ATRAPADO %
F'C=280 kg/cm^2	0	2
F'C=280 kg/cm^2	10	2.1
F'C=280 kg/cm^2	20	2.3
F'C=280 kg/cm^2	30	2.5

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=280 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el ensayo contenido de aire atrapado del concreto obteniéndose los contenidos de aire del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla.

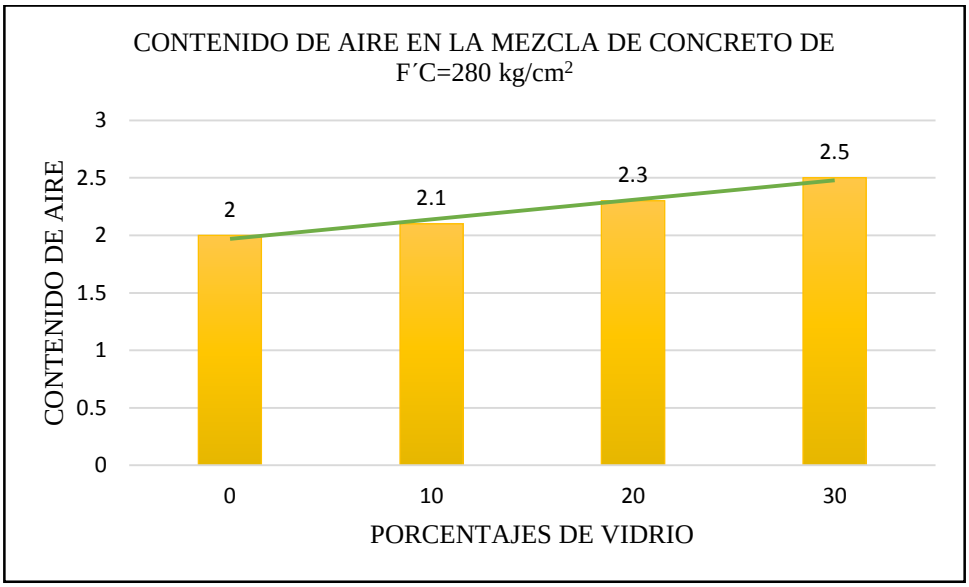

Figura 24 Variación del contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de contenido de aire atrapado se aprecia que con un 30% de vidrio reciclado molido en remplazo de una parte de agregado fino en la mezcla de concreto el aire atrapado aumenta de 2% a 2.5 % con respecto al concreto patrón de diseño de 280 kg/cm^2

d) Resumen de los resultados del contenido de aire atrapado del concreto con la incorporación del 10%,20% y 30% de vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm², f´c=210 kg/cm² y f´c=280 kg/cm²

Tabla 41:

Variación del peso unitario del concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm², f´c=210 kg/cm² y f´c=280 kg/cm²

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO DEL CONCRETO (kg/m³)				
muestra	vidrio			
	0%	10%	20%	30%
f´c=175 kg/cm²	2	1.5	1.7	1.9
f´c=210 kg/cm²	2	2.1	2.4	2.5
f´c=280 kg/cm²	2	2.1	2.3	2.5

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra los resultados del contenido de aire atrapado del concreto con el vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% para una resistencias a la compresión de f´c=175 kg/cm², f´c=210 kg/cm² y f´c=280 kg/cm²

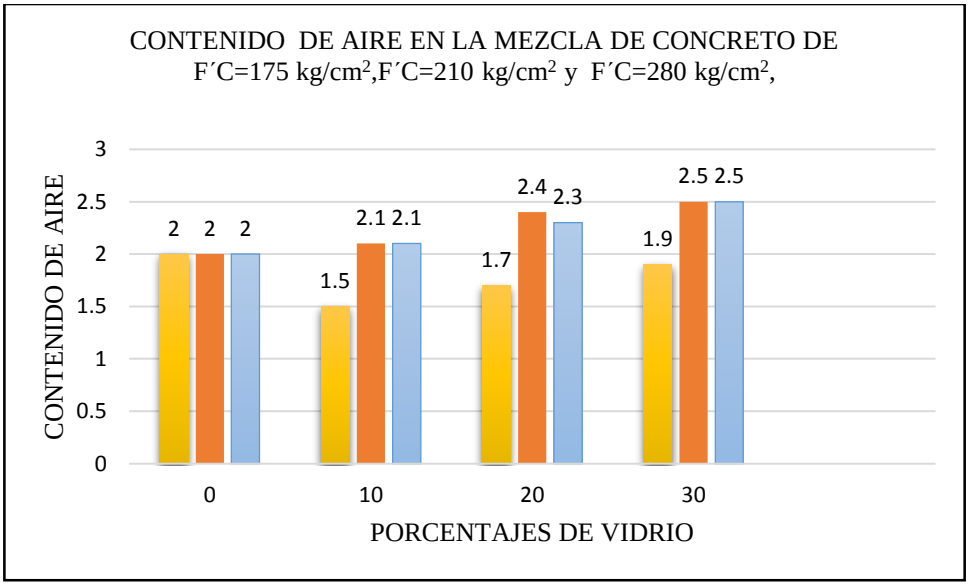

Figura 25 Variación del contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm², f´c=210 kg/cm² y f´c=280 kg/cm² con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en remplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de contenido de aire atrapado se observó que para una resistencia de f´c=175 kg/cm² el contenido de aire atrapado disminuye en

comparación con el concreto patrón de diseño, ocurriendo lo contrario para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2 donde el contenido de aire aumenta.

3.3.5. Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2,f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días con porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio reciclado molido, agregando en reemplazo de una parte del agregado fino

a) Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días con porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio reciclado molido, agregando en reemplazo de una parte del agregado fino

Tabla 42:

Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 7 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	10%	20%	30%
f´c=175 kg/cm^2	125.65	138.41	140.33	143.53

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=175 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 7 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 7 días.

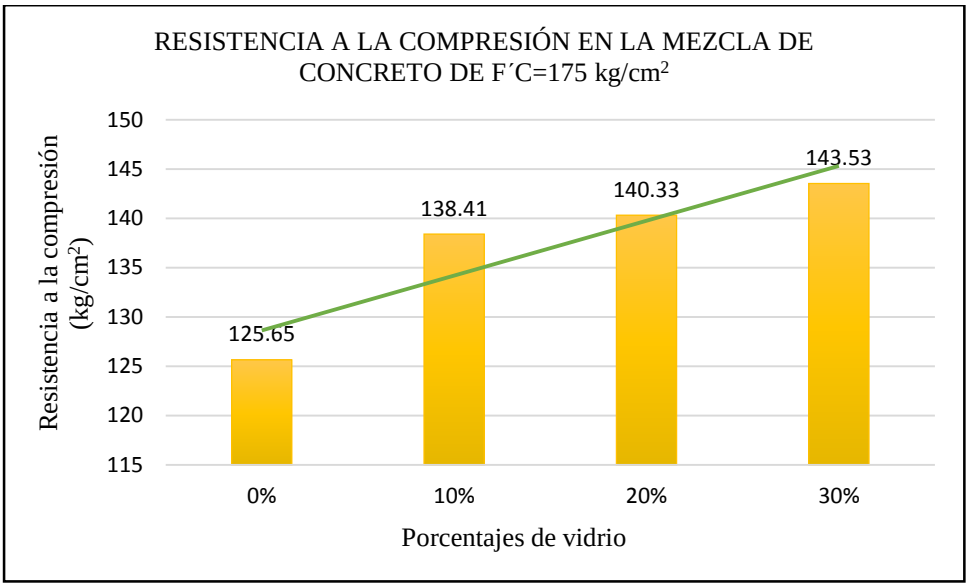

Figura 26 Variación de la resistencia de f´c=175 kg/cm^2 a los 7 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino.Al realizar el ensayo de resistencia a la compresion se apresio que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7 dias con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2.

Tabla 43:

Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 14 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=175 kg/cm^2	138.95	150.25	154.60	159.91

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=175 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 14 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 14 días.

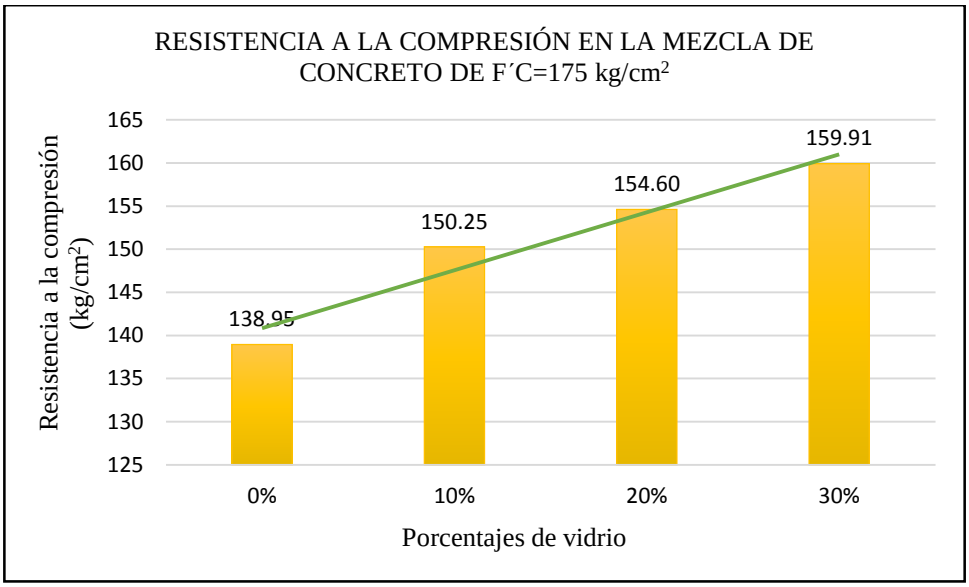

Figura 27 Variación de la resistencia de f´c=175 kg/cm^2 a los 14 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 14 dias con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2.

Tabla 44:

Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 21 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=175 kg/cm^2	155.80	169.33	174.64	178.61

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=175 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 21 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 21 días.

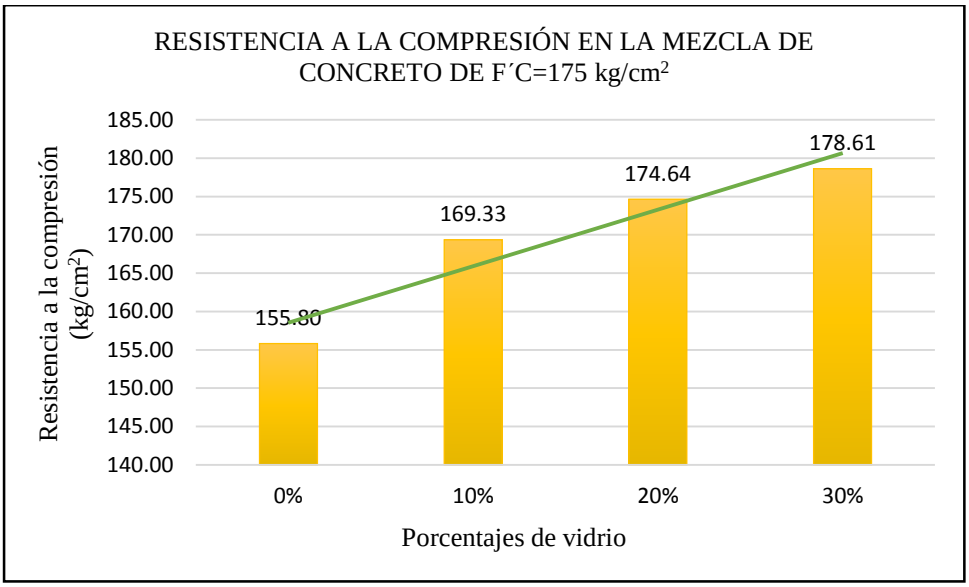

Figura 28 Variación de la resistencia de f´c=175 kg/cm^2 a los 21 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 21 dias con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2.

Tabla 45:

Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 28 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=175 kg/cm^2	178.36	181.24	185.68	196.9

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=175 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 28 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 28 días.

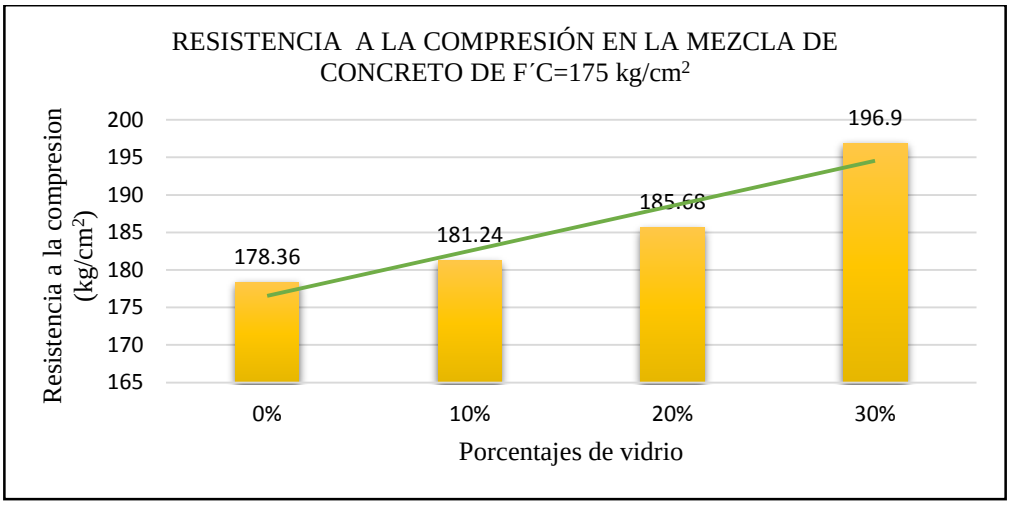

Figura 29 Variación de la resistencia de f´c=175 kg/cm^2 a los 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 dias con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2.

b) Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días con porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio reciclado molido, agregando en reemplazo de una parte del agregado fino.

Tabla 46:

Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 a los 7 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	10%	20%	30%
f´c=210 kg/cm^2	136.71	150.76	164.01	170.59

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=210 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 7 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 7 días.

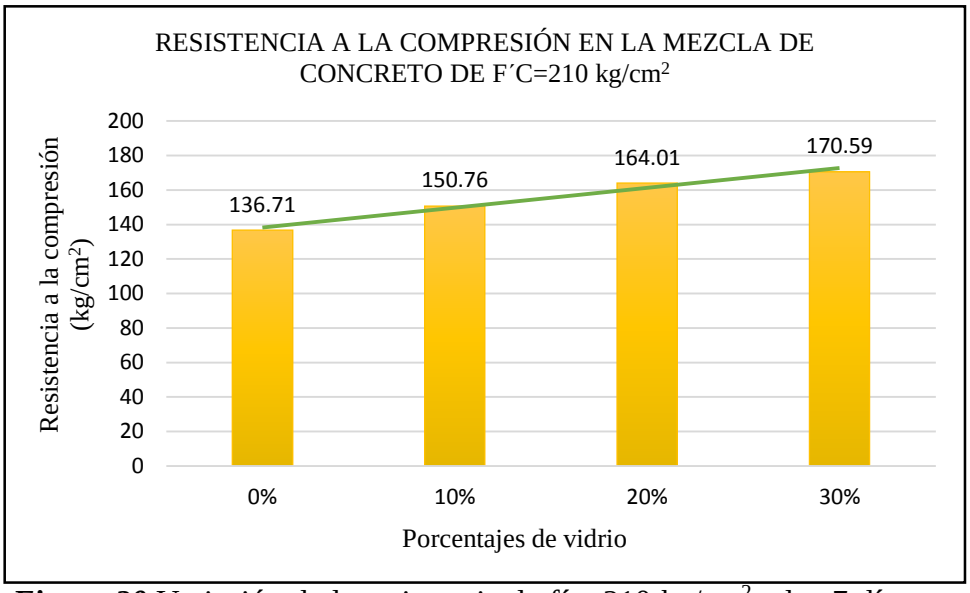

Figura 30 Variación de la resistencia de f´c=210 kg/cm^2 a los 7 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7 dias con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2.

Tabla 47:

Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 a los 14 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=210 kg/cm^2	184.36	186.35	190.29	194.79

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=210 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los14 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 14días.

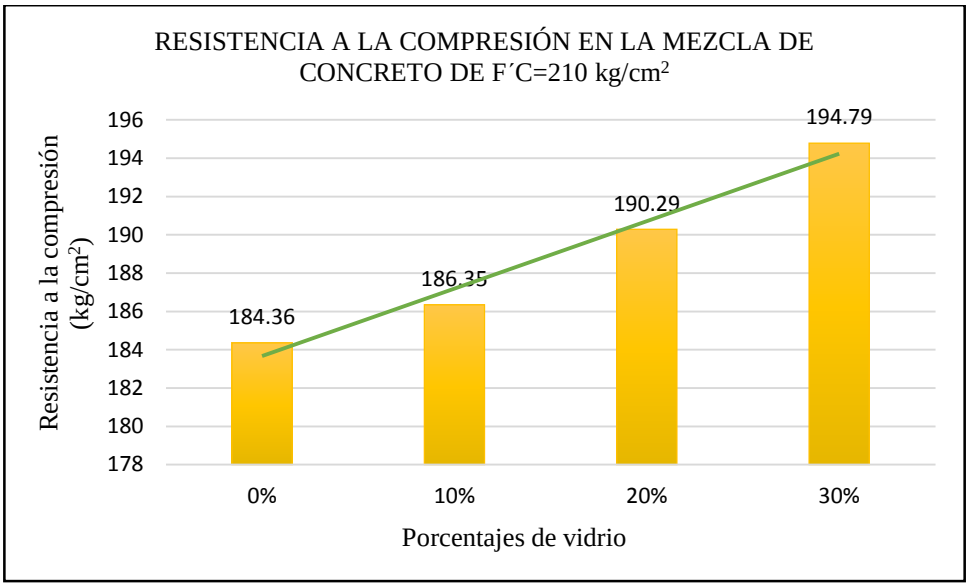

Figura 31 Variación de la resistencia de f´c=210 kg/cm^2 a los 14 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 14 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2.

Tabla 48:

Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 a los 21 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=210 kg/cm^2	192.71	196.34	203.44	205.30

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=210 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 21días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 21 días.

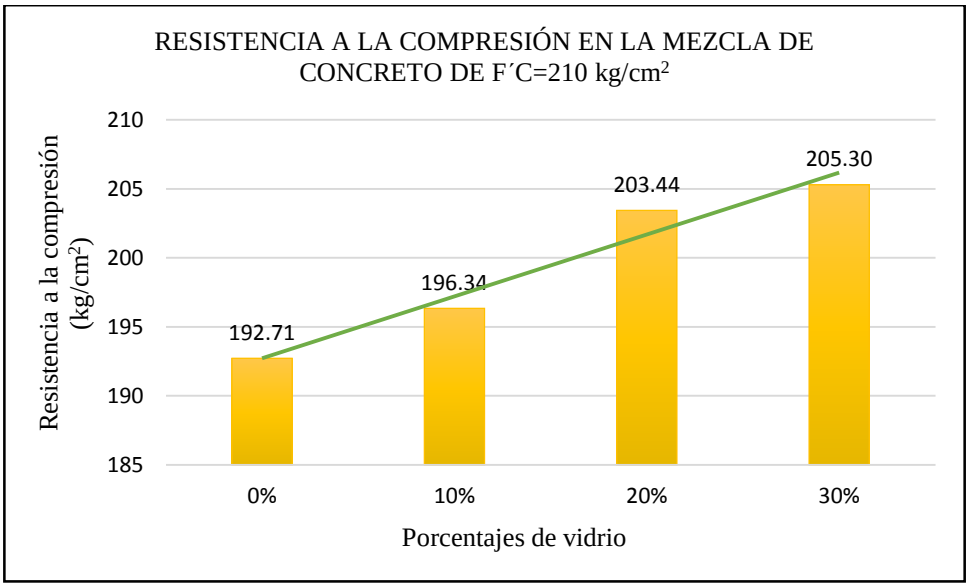

Figura 32 Variación de la resistencia de f´c=210 kg/cm^2 a los 21 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 21 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2.

Tabla 49:

Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 a los 28 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=210 kg/cm^2	214.53	217.32	224.24	233.54

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=210 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 28 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 28 días.

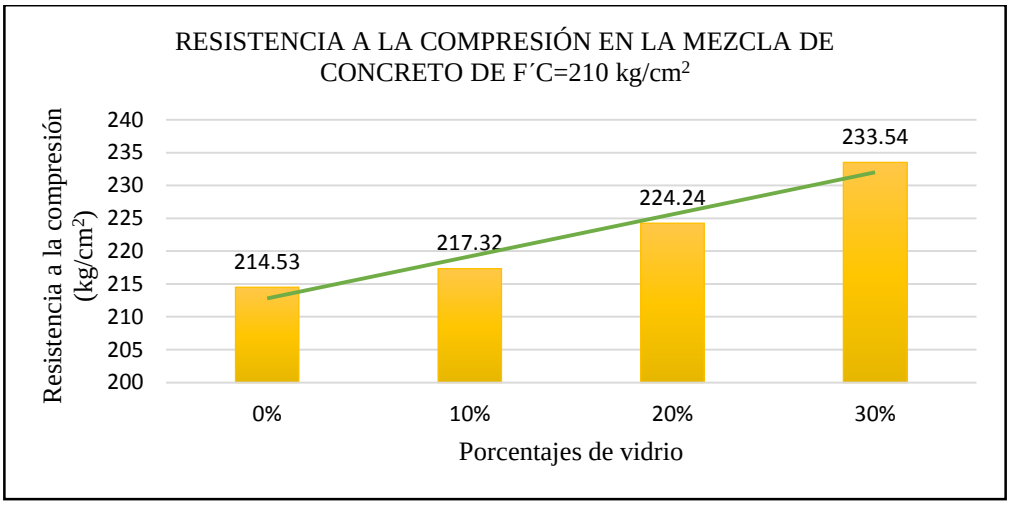

Figura 33 Variación de la resistencia de f´c=210 kg/cm^2 a los 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2.

c) Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm2 a los 7, 14,21 y 28 días con porcentajes de 10%,20% y 30% de vidrio reciclado molido, agregando en reemplazo de una parte del agregado fino.

Tabla 50:

Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 a los 7 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=280 kg/cm^2	212.03	215.41	221.9	225.64

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=280 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 7 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 7 días.

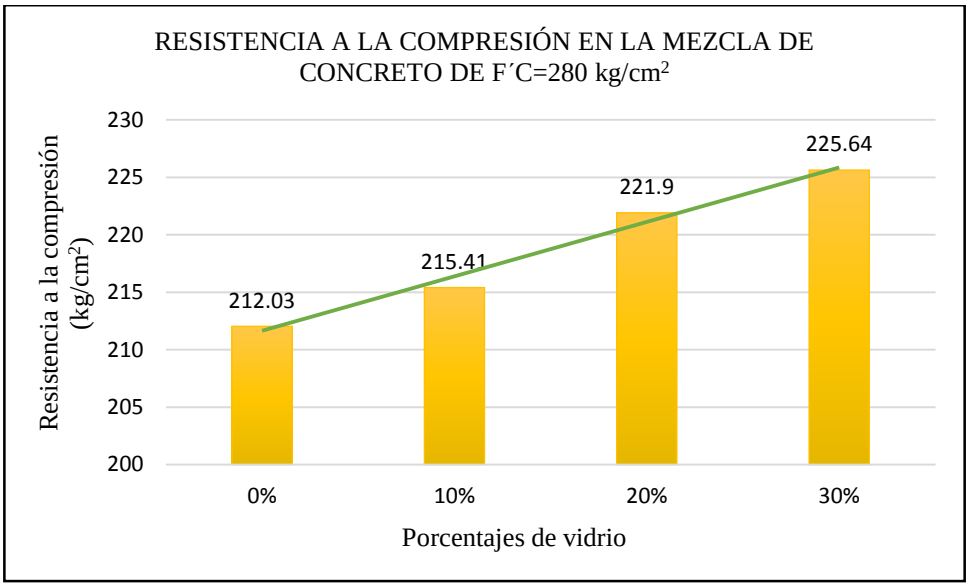

Figura 34 Variación de la resistencia de f´c=280 kg/cm^2 a los 7 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7 días con respecto al concreto patron de diseño de f´c=280 kg/cm^2.

Tabla 51:

Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 a los 14 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=280 kg/cm^2	220.08	223.97	247.69	252.00

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=280 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 14 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 14 días.

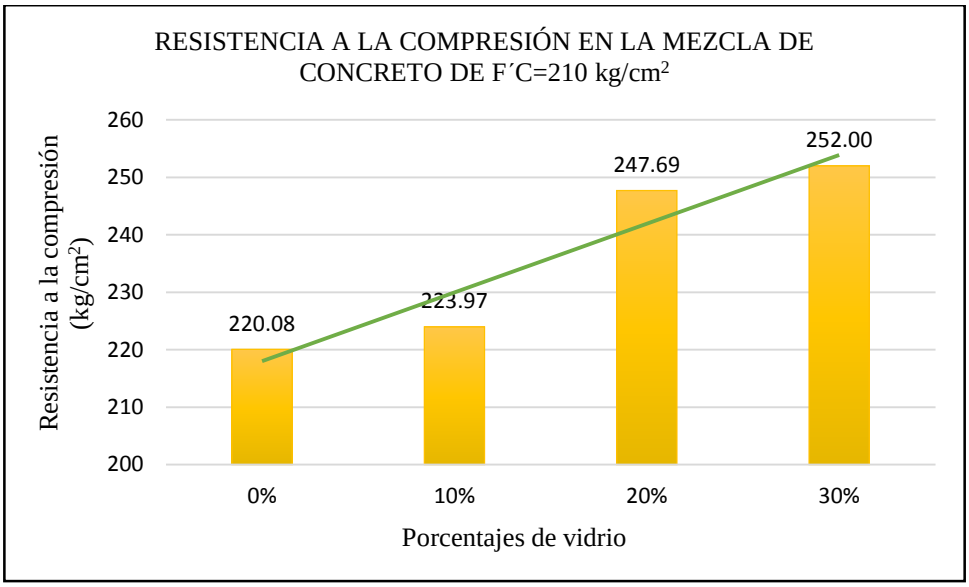

Figura 35 Variación de la resistencia de f´c=280 kg/cm^2 a los 14 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 14 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2.

Tabla 52:

Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 a los 21 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=280 kg/cm^2	246.14	251.60	267.73	272.52

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=280 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 21 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 21 días.

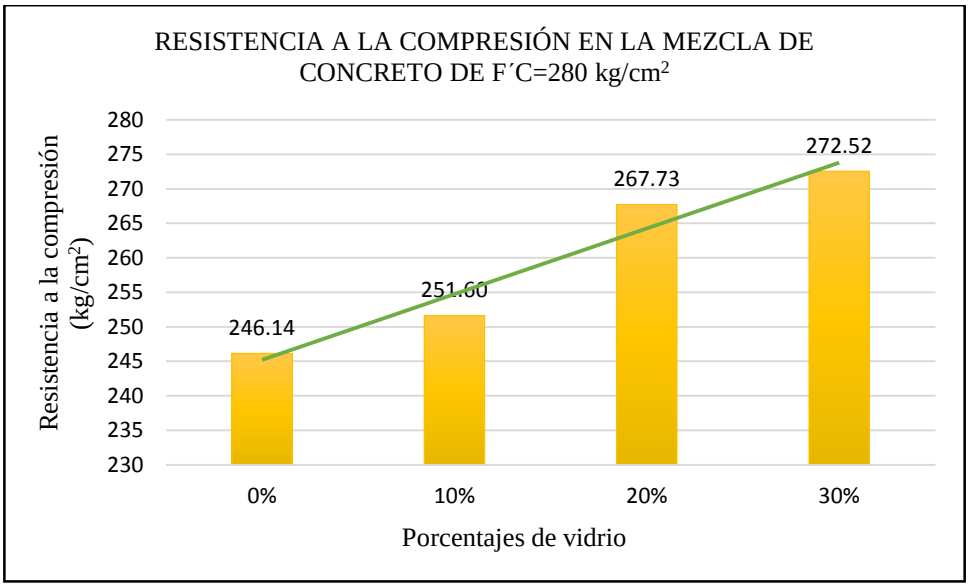

Figura 36 Variación de la resistencia de f´c=280 kg/cm^2 a los 21 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 21 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2.

Tabla 53:

Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 a los 28 días

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
f´c=280 kg/cm^2	286.99	287.89	303.7	311.37

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=280 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 28 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla a los 28 días.

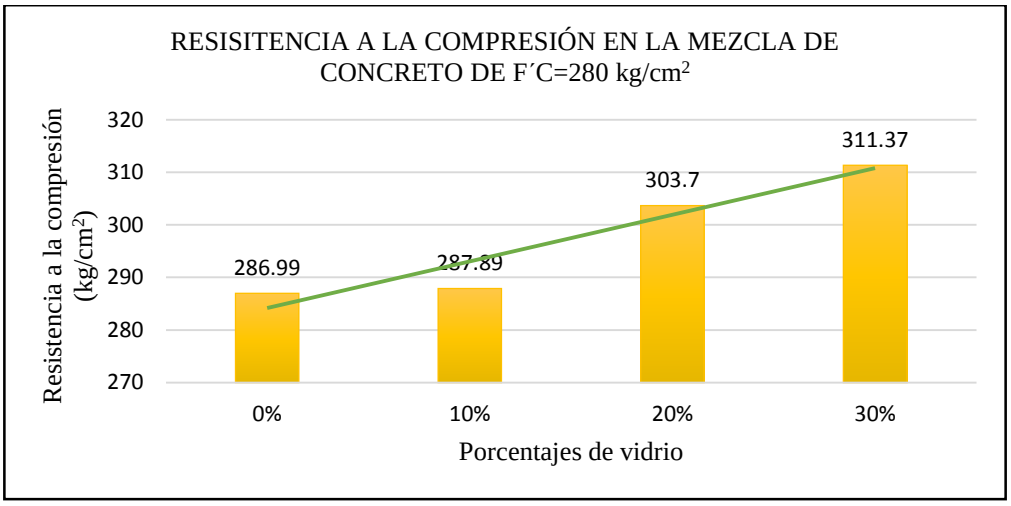

Figura 37 Variación de la resistencia de f´c=280 kg/cm^2 a los 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2.

d) Resumen de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 21 y 28 días con la incorporación del 10%,20% y 30% de vidrio reciclado molido para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2 y f´c=280 kg/cm^2

Tabla 54:

Resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días

edad	Concreto de f´c=175 kg/cm^2 Vidrio			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
7 días	125.65	138.41	140.33	143.53
14 días	138.95	150.25	154.6	159.91
21 días	155.80	169.33	174.64	178.61
28 días	178.36	181.24	185.68	196.9

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=175 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 7,14, 21 y 28 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla .

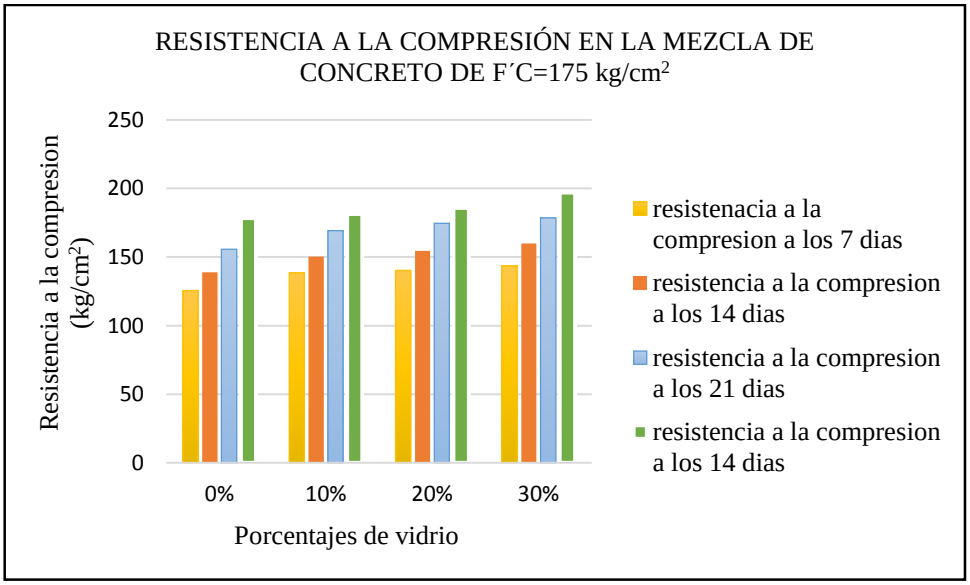

Figura 38 Variación de la resistencia de f´c=175 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=175 kg/cm^2

Tabla 55:

Resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm² a los 7, 14,21 y 28 días

edad	Concreto f´c=210 kg/cm² Vidrio			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
7 días	136.71	150.76	164.01	170.59
14 días	184.36	186.35	190.29	194.79
21 días	192.71	196.34	203.44	205.30
28 días	214.53	217.32	224.24	233.54

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=210 kg/cm², una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 7,14, 21 y 28 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla .

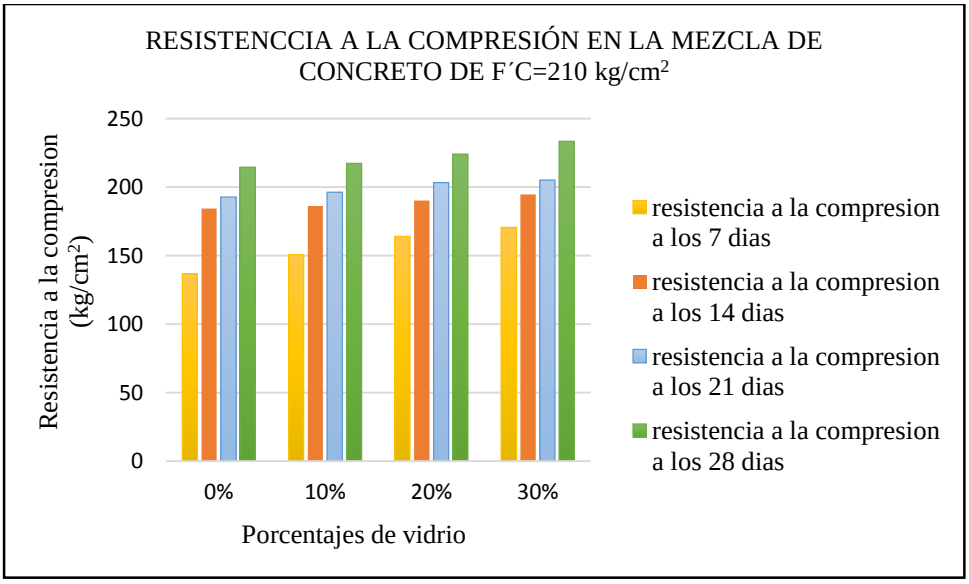

Figura 39 Variación de la resistencia de f´c=210 kg/cm² a los 7, 14,21 y 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la

compresión a los 7,14,21 y 28 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=210 kg/cm^2

Tabla 56:

Resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días

edad	Concreto f´c=280 kg/cm^2 Vidrio			
	0%	**10%**	**20%**	**30%**
7 días	212.03	215.41	221.9	225.64
14 días	220.08	223.97	247.69	252.00
21 días	246.14	251.60	267.73	272.52
28 días	286.99	287.89	303.7	311.37

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: Como consecuencia de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados y la realización de los diseños de mezcla colocando vidrio reciclado molido en porcentajes de 10%,20% y 30% en reemplazo de una parte de la cantidad de agregado fino que se ha obtenido como consecuencia del diseño de mezcla patrón, se procedió a realizar el mezclado del concreto para una resistencia de diseño de f´c=280 kg/cm^2, una vez realizada la mezcla se realiza el llenado de los moldes cilíndricos y luego se desmolda al otro el día de llenadas para ser curadas, a los 7,14, 21 y 28 días de curadas las probetas se somete a la rotura a compresión obteniéndose la resistencia a compresión del concreto con el vidrio incorporado en la mezcla .

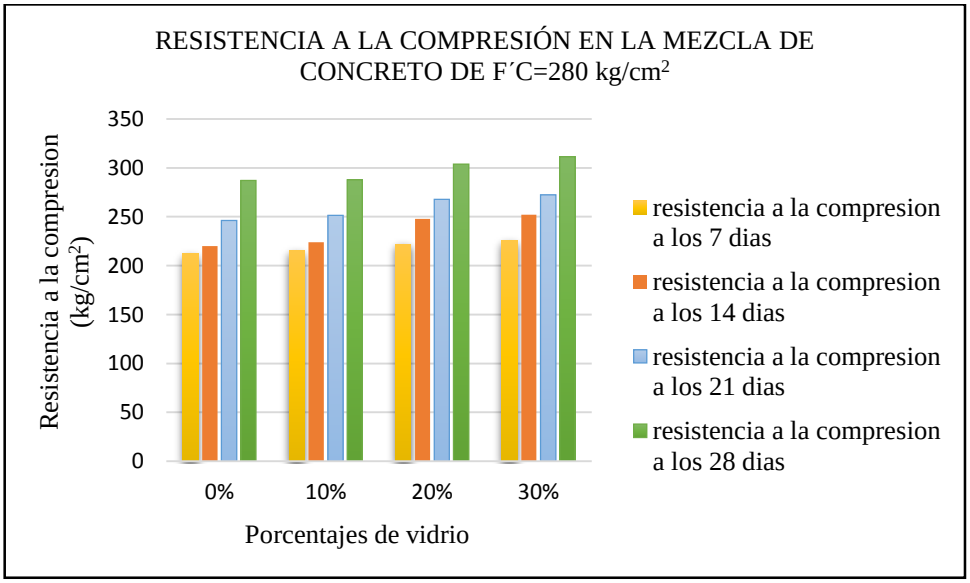

Figura 40 Variación de la resistencia de f´c=280 kg/cm^2 a los 7, 14,21 y 28 días con vidrio reciclado molido de 10%,20% y 30%, agregando en reemplazo de una parte de agregado fino. Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión se apreció que con

un 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días con respecto al concreto patrón de diseño de f´c=280 kg/cm^2

3.4 Evaluación económica del concreto normal y el concreto conteniendo el porcentaje de vidrio que mejor comportamiento mecánico le añadió.

a. Evaluación económica para el diseño de mezcla de f´c= 175 kg/cm^2

Tabla 57:

Costo para un 1 m^3 de concreto para una mezcla de concreto patrón de f´c=175 kg/cm^2

Diseño de Mezcla Patrón 175 kg/cm^2								
Material	**Cantidad 1m^3 Concreto Fresco**				**Costo**			
	Peso		**Volumen**		**Costo Unitario**		**Parcial**	
Cemento	307	Kg	7.22	bol	S/.	20.19	S/.	145.84
Agua	217	L	0.217	m^3	S/.	5.76	S/.	1.25
A. Fino	987	Kg	0.68	m^3	S/.	39.94	S/.	27.24
A. Grueso	909	Kg	0.63	m^3	S/.	50.31	S/.	31.94
vidrio molido	-		-			-		
				Costo Total 1m^3 =			S/.	206.27

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra como resultado de los diseños de mezcla el costo para un 1 m^3 de concreto para un f´c= 175 kg/cm^2 sin la incorporación de vidrio reciclado molido en la mezcla en reemplazo de una parte de agregado fino (ver anexo N° 8).

Tabla 58:

Costo para un 1 m^3 de concreto para una mezcla de concreto de f´c=175 kg/cm^2 |con un 30% de vidrio reciclado molido

Diseño de Mezcla Patrón 175 kg/cm^2 con 30% vidrio reciclado molido								
Material	**Cantidad 1m^3 Concreto Fresco**				**Costo**			
	Peso		**Volumen**		**Costo Unitario**		**Parcial**	
Cemento	307	Kg	7.22	bol	S/.	20.19	S/.	145.84
Agua	217	L	0.217	m^3	S/.	5.76	S/.	1.25
A. Fino	690.9	Kg	0.48	m^3	S/.	39.94	S/.	19.07
A. Grueso	909	Kg	0.63	m^3	S/.	50.31	S/.	31.94
vidrio molido	296.1	kg	0.12	m^3	S/.	0.47	S/.	138.57
				Costo Total 1m^3 =			S/.	336.67

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra como resultado de los diseños de mezcla el costo para un 1 m^3 de concreto para un f´c= 175 kg/cm^2 con la incorporación de 30% vidrio reciclado molido en la mezcla en reemplazo de una parte de agregado fino en donde se observa que el costo aumenta de S/. 206.27 a S/. 336.67 (ver anexo N° 8)

b. Evaluación económica para el diseño de mezcla de f´c= 210 kg/cm^2

Tabla 59:

Costo para un 1 m^3 de concreto para una mezcla de concreto patrón de f´c=210 kg/cm^2

Material	Diseño de Mezcla Patrón 210 kg/cm^2							
	Cantidad 1m^3 Concreto Fresco				Costo			
	Peso		Volumen		Costo Unitario		Parcial	
Cemento	364	Kg	8.56	bol	S/.	20.19	S/.	172.92
Agua	227	L	0.227	m^3	S/.	5.76	S/.	1.31
A. Fino	972	Kg	0.67	m^3	S/.	39.94	S/.	26.83
A. Grueso	935	Kg	0.65	m^3	S/.	50.31	S/.	32.85
vidrio molido	-		-			-		-
				Costo Total 1m^3 =			S/.	233.91

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra como resultado de los diseños de mezcla el costo para un 1 m^3 de concreto para un f´c= 210 kg/cm^2 sin la incorporación de vidrio reciclado molido en la mezcla en reemplazo de una parte de agregado fino (ver anexo N° 8).

Tabla 60:

Costo para un 1 m^3 de concreto para una mezcla de concreto de f´c=210 kg/cm^2 con un 30% de vidrio reciclado molido

Diseño de Mezcla Patrón 210 kg/cm^2 con 30 % vidrio reciclado molido								
Material	**Cantidad 1m^3 Concreto Fresco**				**Costo**			
	Peso		**Volumen**		**Costo Unitario**		**Parcial**	
Cemento	364	Kg	8.56	bol	S/.	20.19	S/.	172.92
Agua	227	L	0.227	m^3	S/.	5.76	S/.	1.31
A. Fino	680.4	Kg	0.47	m^3	S/.	39.94	S/.	18.78
A. Grueso	935	Kg	0.65	m^3	S/.	50.31	S/.	32.85
vidrio molido	291.6	kg	0.12	m^3	S/.	0.47	S/.	136.47
				Costo Total 1m^3 =			S/.	362.32

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra como resultado de los diseños de mezcla el costo para un 1 m^3 de concreto para un f´c= 210 kg/cm^2 con la incorporación de 30% vidrio reciclado molido en la mezcla en reemplazo de una parte de agregado fino en donde se observa que el costo aumenta de S/. 233.91 a S/. 362.32 (ver anexo N° 8).

c. Evaluación económica para el diseño de mezcla de f´c= 280 kg/cm^2

Tabla 61:

Costo para un 1 m^3 de concreto para una mezcla de concreto patrón de f´c=280 kg/cm^2

Diseño de Mezcla Patrón 280 kg/cm^2								
Material	**Cantidad 1m^3 Concreto Fresco**				**Costo**			
	Peso		**Volumen**		**Costo Unitario**		**Parcial**	
Cemento	471	Kg	11.08	bol	S/.	20.19	S/.	223.75
Agua	235	L	0.235	m^3	S/.	5.76	S/.	1.35
A. Fino	859	Kg	0.59	m^3	S/.	39.94	S/.	23.71
A. Grueso	925	Kg	0.65	m^3	S/.	50.31	S/.	32.50
vidrio molido	-		-			-		-
				Costo Total 1m^3 =			S/.	281.31

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra como resultado de los diseños de mezcla el costo para un 1 m^3 de concreto para un f´c= 280 kg/cm^2 sin la incorporación de vidrio reciclado molido en la mezcla en reemplazo de una parte de agregado fino (ver anexo N° 8).

Tabla 62:

Costo para un 1 m3 de concreto para una mezcla de concreto de f´c=280 kg/cm^2 con un 30% de vidrio reciclado molido

Diseño de Mezcla Patrón 280 kg/cm^2 con 30 % vidrio reciclado molido								
Material	**Cantidad 1m^3 Concreto Fresco**				**Costo**			
	Peso		**Volumen**		**Costo Unitario**		**Parcial**	
Cemento	471	Kg	11.08	bol	S/.	20.19	S/.	223.75
Agua	235	L	0.235	m^3	S/.	5.76	S/.	1.35
A. Fino	601.3	Kg	0.42	m^3	S/.	39.94	S/.	16.60
A. Grueso	925	Kg	0.65	m^3	S/.	50.31	S/.	32.50
vidrio molido	257.7	kg	0.10	m^3	S/.	0.47	S/.	120.60
				Costo Total 1m^3 =			S/.	394.80

Fuente. Elaboración Propia.

Interpretación: En la siguiente tabla se muestra como resultado de los diseños de mezcla el costo para un 1 m^3 de concreto para un f´c= 280 kg/cm^2 con la incorporación de 30% vidrio reciclado molido en la mezcla en reemplazo de una parte de agregado fino en donde se observa que el costo aumenta de S/. 281.31 a S/. 394.80 (ver anexo N° 8).

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

IV. DISCUSIÓN:

4.1 Para la elaboración de los diseños de mezcla del concreto se utilizó el método más usado el cual es del ACI con la norma ACI 211.4 con el cual se utilizan cuadros obtenidos empíricamente de ensayos realizados y así calcular las cantidades de materiales por metro cúbico de concreto para resistencia a la compresión de diseño de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2

4.2 Una vez elaborados los diseños de mezcla con el método del ACI con la norma ACI 211.4 y calculados las cantidades de materiales por metro cúbico de concreto se procede a calcular la cantidad de vidrio reciclado molido en los porcentajes de 10%,20% y 30% de la cantidad de agregado fino que se calculó por cada diseño de mezcla, realizando el procedimiento adecuado al vidrio molido para ser utilizado en el concreto como agregado fino ejecutando el tamizado adecuado según lo especificado en la NTP 400.012-2001, así como también al vidrio molido se le realizó el análisis químico para determinar de qué está compuesto encontrándose que el compuesto que más tiene el vidrio es el óxido de silicio con 72.3%, seguido de sodio con 13.4% y óxido de calcio de 9.1% .

4.3.1 Las tres mezclas de resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2 en estado fresco siguieron la tendencia que al aumentar el porcentaje de vidrio molido (10%, 20% y 30%), el asentamiento o slump disminuyó en comparación con la mezcla patrón (3” o 7.62 cm, 4” o 10.16 cm), observándose que con un 30% de vidrio molido en remplazo de agregado fino el asentamiento disminuye más en comparación con 10% y 20% de vidrio molido, teniendo como resultado que para un f´c=175 kg/cm^2 se ha obtenido 7.62 cm considerándose una mezcla de consistencia plástica (según la ASTM C 143), para un f´c=210 kg/cm^2 de 3.81 cm y para un f´c=280 kg/cm^2 de 1.27 cm considerándose una mezcla seca haciendo que ésta sea poco trabajable. (según la ASTM C 143).

4.3.2 Las tres mezclas de resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2 en estado fresco siguieron la tendencia de que ha menor porcentaje de vidrio molido (10%, 20% y 30%), el peso unitario disminuyó en comparación con la mezcla patrón cuyos valores fueron para un f´c=175 kg/cm^2 de 2470 kg/m^3, f´c=210 kg/cm^2 de 2481 kg/m^3 y f´c=280 kg/cm^2 de 2491 kg/m^3, observándose que con un 10% de

vidrio molido en remplazo de agregado fino el peso unitario disminuye más en comparación con 20% y 30% de vidrio molido, teniendo como resultado que para un f´c=175 kg/cm^2 se ha obtenido 2461 kg/m^3, para un f´c=210 kg/cm^2 de 2453 kg/m^3 y para un f´c=280 kg/cm^2 de 2471 kg/m^3 estando entre los límites mínimos y máximos para ser considerado un concreto de peso normal (2000 a 2500 kg/m^3) según la NTP 339.046-2008.

4.3.3 El comité del ACI con la norma ACI 211.4 establece una tabla que proporciona el porcentaje de contenido de aire atrapado en una mezcla de concreto en función del tamaño máximo nominal siendo para las tres mezclas de resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2 el valor de 2%, para la estimación del contenido de aire se utilizó el método de presión siguiendo la norma ASTM C 173 y la NTP 339.071- 2011 observándose que para un f´c=175kg/cm^2 el contenido de aire atrapado disminuye más con un 10% de vidrio en comparación con 20% y 30% siendo su valor de 1.5%, caso contrario para un f´c=210 kg/cm^2 y un f´c=280 kg/cm^2 donde con 30% aumenta el contenido de aire atrapado con respecto al concreto patrón cuyo valor es de 2.5%.

4.3.4 Se elaboraron muestras cilíndricas de concreto para ser curadas y ensayadas a compresión a los 28 días especificado en la NTP 339.034-2008, siguieron la tendencia de que al aumentar el porcentaje de vidrio reciclado molido (10%, 20% y 30%) en la mezcla de concreto aumenta la resistencia a compresión a los 28 días, sobrepasado la resistencia del concreto patrón de diseño cuyos valores son f´c=175 kg/cm^2, f´c=210 kg/cm^2, f´c=280 kg/cm^2, dando como resultado con la incorporación de 30% vidrio reciclado molido en remplazo de una parte de agregado fino se obtuvo a los 28 días f´c=196.90 kg/cm^2, f´c=233.54 kg/cm^2, f´c=311.37 kg/cm^2.

4.4 Con la incorporación de 30% vidrio molido en la mezcla de concreto se produce un aumento del costo por m^3 de concreto con respecto al concreto patrón obteniéndose para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 de S/. 130.4, f´c=210 kg/cm^2 de S/. 128.41, f´c=280 kg/cm^2 de S/. 113.49.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES

5.1. Las dosificaciones del concreto fueron elaboradas en base a los datos obtenidos de los ensayos a los agregados fino (Cantera la Victoria) y grueso (Cantera Tres Tomas) mediante el método del ACI donde se obtuvo para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 una a/c=0.708 y 7.2 bolsas de cemento por m^3, para f´c=210 kg/cm^2 una a/c=0.623 y 8.6 bolsas de cemento por m^3 y para f´c=280 kg/cm^2 una a/c=0.5 y 11.1 bolsas de cemento por m^3.

5.2. Las dosificaciones del vidrio reciclado molido (10%, 20% y 30%) fueron elaboradas en base a la cantidad de agregado fino que se obtuvo por m^3 en cada diseño de mezcla, obteniéndose para una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2 98.70 m^3 (10%), 197.40 m^3 (20%) y 296.10 m^3 (30%), para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 97.2 m^3 (10%), 194.4 m^3 (20%) y 291.60 m^3 (30%), para una resistencia a la compresión de f´c=280 kg/cm^2 85.90 m^3 (10%), 171.80 m^3 (20%) y 257.70 m^3 (30%).

5.3.1 En estado fresco en las mezclas de concreto se determinó que con la incorporación de vidrio reciclado molido el asentamiento del concreto disminuye, notándose que con un 20% y 30% de vidrio reciclado molido la consistencia del concreto se reduce haciendo que la mezcla sea poco trabajable. Ocurriendo lo contrario con 10% de vidrio reciclado molido donde la consistencia del concreto se encuentra dentro del rango plástico manteniendo la trabajabilidad del concreto.

5.3.2 La incorporación de vidrio reciclado molido (10%, 20% y 30%) por agregado fino en las mezclas de concreto no provoca cambios significativos en el peso unitario del concreto, encontrándose que todos los valores se encuentran dentro del rango normal (2000 a 2500 kg/m^3) según la NTP 339.046-2008.

5.3.3 El reemplazo de vidrio reciclado molido por agregado fino en una resistencia a la compresión de f´c=175 kg/cm^2, se obtuvo que el contenido de aire atrapado del concreto disminuye más con un 10% de vidrio reciclado molido en comparación con 20% y 30% con respecto al concreto patrón, ocurriendo lo contrario para una resistencia a la compresión de f´c=210 kg/cm^2 y un f´c=280 kg/cm^2 aumentando el contenido de aire atrapado con respecto al concreto patrón conforme se aumenta la cantidad de vidrio reciclado molido.

5.3.4 Se determinó que incorporando un 30% de vidrio reciclado molido en la mezclas de concreto se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días, obteniéndose para un f´c=175 kg/cm^2 196.9 kg/cm^2, para un f´c=210 kg/cm^2 233.54 kg/cm^2, para un f´c=280 kg/cm^2 311.37 kg/cm^2.

5.4. Con la incorporación del 30% de vidrio reciclado molido en la mezcla de concreto se obtiene un mayor costo por m^3 de concreto con respecto al concreto sin vidrio. La fabricación de concreto con vidrio reciclado molido es viable en la medida que se disponga de suficiente material para ser procesado.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

VI. RECOMENDACIONES

6.1. Para obtener un diseño mezcla óptima se debe contar con agregados de calidad y realizar sus ensayos según el especificado en las Normas Técnicas Peruanas para conseguir mejores resultados.

6.2. Realizar los diseños de mezcla de manera correcta según el ACI de manera que al momento de calcular las cantidades de vidrio reciclado molido sean las educadas, así como también establecer condiciones adecuadas para la manipulación y trituración, molienda, teniendo especial cuidado, en el vidrio debido a la composición del mismo, con un alto contenido de Sílice, el que al ser aspirado en grandes cantidades puede ser nocivo para la salud.

6.3.1. Antes de realizar el ensayo para determinar el asentamiento del concreto se debe humedecer el cono de Abrams para que la mezcla de concreto no se pegue en el cono y poder determinar de manera correcta el asentamiento o Slump.

6.3.2 Antes de realizar el ensayo para determinar el peso unitario del concreto se debe humedecer y limpiar el recipiente después de haber sido llenado con la mezcla a fin de que no ocurra variaciones al momento de pesar el recipiente con la mezcla de concreto.

6.3.3 Para que no exista variación en los resultados al momento de realizar el ensayo de contenido de aire atrapado se debe enrazar bien la mezcla de concreto al momento de haberse llenado el recipiente a fin de que no queden vacíos y haya alteración al momento de tomar la medida del aire atrapado en la mezcla.

6.3.4 Se debe realizar un mezclado, llenado y curado adecuado de las probetas cilíndricas de concreto con el fin de que al momento de realizar el ensayo de resistencia a la compresión del concreto no exista variación en los resultados.

6.4. Evaluar las propiedades del concreto con otros porcentajes de vidrio reciclado molido en remplazo de agregado fino.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS:

Almeida, J, y Trujillo C. (2017). *"PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA CONSTRUCCIÓNSOSTENIBLE UTILIZANDO VIDRIO TRITURADO EN LA ELABORACIÓN DE HORMIGONES".*Universidad Central del Ecuador, Ecuador. Recuperado de http://www.dspace.uce.edu.ec

CAPECO, (mayo del 2018).Precios de Materiales de Construcción. Construcción e Industria. 7-26.

Catalán, C. (2013). *"Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20, y H30".*Universidad Austral, Chile. Recuperado de http://cybertesis.uach.cl/.

Huamán, A. (2015). *"Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio".* Universidad de Cajamarca, Perú.

Rodríguez, 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".* Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Volumen (3), p53-p60.

Rojas, J. (2015). *"Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de f'c=210 kg/cm 2 adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico".* Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

Routio, P. (2007). "*Ética de la investigación"*.Recuperado de http://www2.uiah.fi/projects/metodi.

Tejada, G. (2014). *"Efecto en la resistencia a la compresión al reemplazar porcentualmente cemento por vidrio molido las mezclas de hormigón".* Universidad de Cajamarca, Perú.

Vásquez, D. (2012).*"Problemas de basura continúan en calles chiclayanas"* RPP. Recuperado de http://rpp.pe/lima/actualidad/problemas-de-basura-continuan-en-calles-chiclayanas-noticia-475978.

Vásquez, L. (2014). *"Efecto en la resistencia a la compresión al reemplazar porcentualmente cemento por vidrio molido las mezclas de hormigón".* Universidad de Cajamarca, Perú.

NTP 400.022:2013 AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino*. 3a. ed. INDECOPI-CRT (2002-12-26.

NTP 400 021:2002 AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para peso específico y. Absorción del agregado grueso*. 2a ed. R. 48-2002-INDECOPI-CRT (2002-05-30).

NTP 339.185:2002 AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para contenido humedad total evaporable de agregados por secado*. R. 48-2002-INDECOPI- CTR (2002-05-30).

NTP 400.012:2008 AGREGADOS. *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* 2a. ed. R 0042-2008-INDECOP1-CRT (2008-12-12). Recuperado de http://www.monografias.com/.

NTP 400.017:1999 AGREGADOS. *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. 2a ed. R 0021-99-INDECOPI-CRT (1999-04-29).Recuperado de http://www.monografias.com/.

NTP 339 035: 1999 HORMIGÓN (CONCRETO). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.* 2a. ed. R. 00 21-1999-INDECOPI-CRT (1999-04-29).

NTP 339.034: 2008 HORMIGÓN (CONCRETO), *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.* 3a d. R 001-2008 - INDECOPI-CRT (2008-01-25).

ANEXOS

VIII. ANEXOS

a) ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 42: Granulometría del Agregado Fino

Figura 41: Granulometría del Agregado Grueso

Figura 44: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

Figura 43*:* Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

***Figura 46**:* Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

Figura 45: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso

Figura 48: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Figura 47: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

Figura 52: Ensayo de asentamiento del concreto

Figura 49: Ensayo de contenido de aire atrapado del concreto

Figura 50: Ensayo de peso unitario del concreto

Figura 51: Llenado de probetas cilíndricas de concreto

Figura 53: Recolección de todo tipo de botellas de vidrio

Figura 54: Vidrio reciclado molido

Figura 56: Probetas cilíndricas de concreto

Figura 55: Tamizado del vidrio por la maya N°4

Figura 60: Máquina de los Ángeles utilizada para la Molienda del vidrio

Figura 59*:* Probetas cilíndricas de concreto

Figura 58*:* Curado de las probetas de concreto

Figura 57: Ensayo de Resistencia de Compresión del Concreto

b) **ANEXO N°2:** GUÍAS DE OBSERVACIÓN

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS:

"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS"

TESISTA:
OCHOA TAPIA LUIS MIGUEL

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Peso inicial 0.000
Muestra :Cantera La Victoria - Patapo

Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
1/2"	12.700				
3/8"	9.520				
Nº 004	4.750				
Nº 008	2.360				
Nº 016	1.180				
Nº 030	0.600				
Nº 050	0.300				
Nº 100	0.150				
FONDO					
			Módulo de fineza =		
			Abertura de malla de referencia =		

CURVA GRANULOMETRICA
AGREGADO FINO

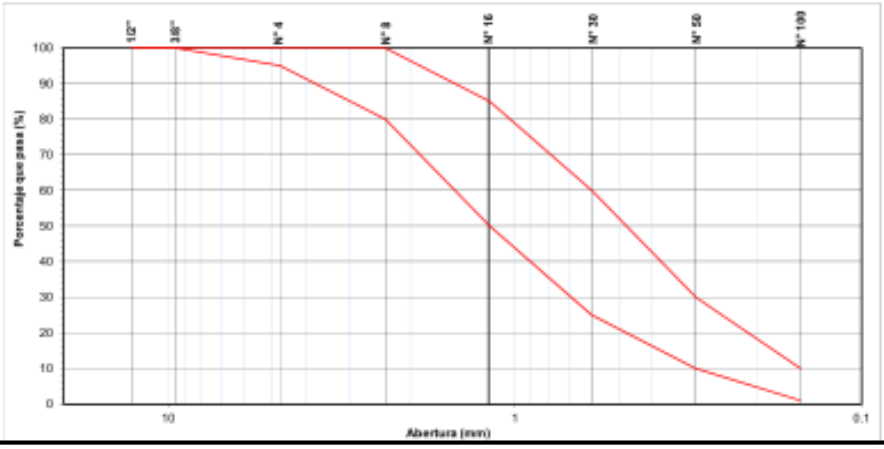

Figura 61: Formato para análisis granulométrico del agregado fino

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS:

"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS"

TESISTA:
OCHOA TAPIA LUIS MIGUEL

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Peso inicial 0.000
Muestra :

Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
2"	50.000				
1 1/2"	38.000				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.520				
Nº 004	4.750				
FONDO					
			Tamaño Máximo =		
			Tamaño Máximo Nominal =		

CURVA GRANULOMETRICA
AGREGADO GRUESO

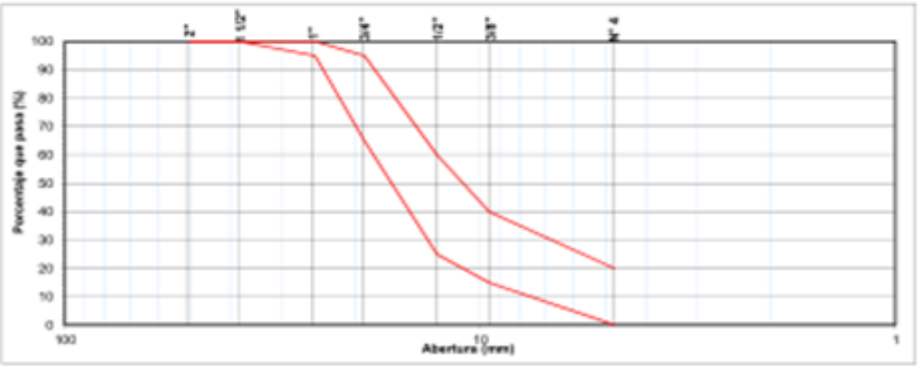

Figura 62: Formato para análisis granulométrico del agregado grueso

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS:
"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS"

TESISTAS:
OCHOA TAPIA LUIS MIGUEL

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra :Cantera La Victoria - Patapo

1.- PESO UNITARIO SUELTO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)		
.- Peso del recipiente	(gr.)		
.- Peso de muestra	(gr.)		
.- Constante ó Volumen	(m^3)		
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)		
.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m^3)		
.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m^3)		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)		
.- Peso del recipiente	(gr.)		
.- Peso de muestra	(gr.)		
.- Constante ó Volumen	(m^3)		
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)		
.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m^3)		
.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m^3)		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)		
.- Peso de muestra seca	(gr.)		
.- Peso de recipiente	(gr.)		
.- Contenido de humedad	(%)		
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)		

Figura 63: Formato para el peso unitario y contenido de humedad del agregado fino

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS:

"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS"

TESISTAS:

OCHOA TAPIA LUIS MIGUEL

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra :

1.- PESO UNITARIO SUELTO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)		
.- Peso del recipiente	(gr.)		
.- Peso de muestra	(gr.)		
.- Constante ó Volumen	(m^3)		
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)		
.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m^3)		
.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m^3)		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)		
.- Peso del recipiente	(gr.)		
.- Peso de muestra	(gr.)		
.- Constante ó Volumen	(m^3)		
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)		
.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m^3)		
.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m^3)		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)		
.- Peso de muestra seca	(gr.)		
.- Peso de recipiente	(gr.)		
.- Contenido de humedad	(%)		
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)		

Figura 64: Formato para el peso unitario y contenido de humedad del agregado grueso

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS:
"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS"

TESISTAS:
OCHOA TAPIA LUIS MIGUEL

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra :Cantera La Victoria - Patapo

I. DATOS

1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	
3.- Peso del agua	(gr)	
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	
5.- Peso del frasco	(gr)	
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	
7.- Volumen del frasco	(cm^3)	

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm^3)	
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm^3)	
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	(gr/cm^3)	
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	

Figura 65: Formato para Peso específico y Absorción del agregado fino

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS:
"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS"

TESISTAS:
OCHOA TAPIA LUIS MIGUEL

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra :

I. DATOS

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso dela canastilla	(gr)	
4.- Peso de la canastilla	(gr)	
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm^3)	
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm^3)	
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	(gr/cm^3)	
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	

Figura 66: Formato para Peso específico y Absorción del agregado grueso