

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS:

“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'_c = 240$ Kg/cm², SUSTITUYENDO PARCIALMENTE EL AGREGADO FINO DE LA CANTERA CÓRDOVA (HUAMBUITIO) POR VIDRIO MOLIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Presentado Por El Bachiller:
JOSE ANTONIO ZAMALLOA CARDEÑA

Asesor Técnico
MGT. ING. CIVIL GORKI FEDERICO ASCUE SALAS

Asesor Metodológico
MGT. FERNANDO DIAZ ANCCO

CUSCO-PERU

2018

DEDICATORIA

A Dios:

Por haberme dado la vida y haberme ayudado a llegar hasta este punto de mi vida, por ponerme los obstáculos que luego me convertirían en alguien más capas para afrontar los problemas, y principalmente por cuidar de mí y mis seres amados.

A mis Padres:

A mi papá Nicolás Zenón Zamalloa B. y mi mamá Luz marina Cardeña V. por haberme criado en un hogar respetuoso y con valores, por estar siempre a lado mío, apoyándome e incitándome a ser mejor como persona y profesional, por haber sacrificado muchas cosas y haber confiado en mí, por ser mis padres.

A mis Hermanas:

A mi hermana Giovanna Zamalloa C., Nilda Zamalloa C. y Rosa Zamalloa S. por su gran amor, y apoyo durante mi formación, y por ser las mejores personas que dios pudo haber elegido para que sean mis seres amados.

A mis Sobrinos:

A mis queridos sobrinos Nicolás C.Z., Joseph C.Z. y Greco M.Z por ser los motores de mi superación como persona y profesional, por su sola existencia, por el amor más puro y sincero que me brindan.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por haberme dado la vida que llevo.

A mis padres que son el motor de mi superación y los amores de mi vida, por haber estado para mí cuando más lo necesitaba, por ser mis pilares y ejemplos que seguir

A mis hermanas por ser piezas fundamentales en mi vida, por su incondicional apoyo y por el gran amor que me brindan

A mis sobrinos, por ser mis pilares en formación, por ser las personas que me dan fuerza para seguir, por su grandísimo amor puro y sincero.

A las personas que me brindaron ayuda, que estuvieron para mi cuando más lo necesitaba, a ellas que formaron parte de mi etapa de formación.

El Autor

RESUMEN

El proyecto de investigación presentado tubo como finalidad el aumento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 240\text{kg/cm}^2$, utilizando el vidrio molido como sustituyente parcial del agregado fino.

Lo que en parte trata de demostrar dicho proyecto de investigación es la mejora a la resistencia de la compresión del concreto utilizando un agregado de baja calidad, sustituyendo cierto porcentaje de agregado fino por vidrio molido, es decir mejorar la calidad del agregado fino con el ya mencionado vidrio molido.

El agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y vidrio fueron sometidos a las diferentes pruebas de laboratorio, mostrándonos así sus características físico – mecánicas.

Cabe resaltar que tanto los agregados finos y gruesos eran provenientes de la cantera Córdova – Huambutio, dichos agregados se utilizaron tal cual se obtuvieron en cantera, es decir, no se le sometieron a mejora alguna. Estos agregados (finos y gruesos) nos muestran propiedades físico – mecánicas por debajo de los límites que indica la norma técnica peruana, por ende, no son de muy buena calidad.

Se utilizó vidrio molido en proporciones del 20%, 35% y 50% respectivamente, los resultados obtenidos indican un ligero aumento en la resistencia del concreto a los 28 días al utilizar 20% de vidrio molido como sustituyente parcial del agregado fino, los porcentajes de 35% y 50% no superan la resistencia determinada.

ABSTRACT

The project of investigation presented tube like aim the increase of the resistance to the compression of the concrete $f'c = 240\text{kg} / \text{cm}^2$, using the milled glass like partial substituent of the fine aggregate.

What part of this research project tries to demonstrate is the improvement in the strength of concrete compression using a low-quality aggregate, replacing a certain percentage of fine aggregate with ground glass, that is, improving the quality of the fine aggregate with the already mentioned ground glass.

The fine aggregate, coarse aggregate, cement, water and glass were subjected to the different laboratory tests, showing their physical and mechanical characteristics.

It should be noted that both the fine and coarse aggregates were from the Córdova - Huambutio quarry, said aggregates were used as they were obtained in quarry, that is, they were not subjected to any improvement. These aggregates (fine and coarse) show us physical and mechanical properties below the limits indicated by the Peruvian technical norm, therefore, they are not of very good quality.

We used ground glass in proportions of 20%, 35% and 50% respectively, the results obtained indicate a slight increase in the strength of the concrete at 28 days when using 20% of ground glass as partial substituent of the fine aggregate, the percentages of 35% and 50% do not exceed the determined resistance.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INDICE	vi
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPITULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.2.1. Problema General	5
1.2.2. Problemas Específicos.....	5
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
CAPITULO II	8
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1.1. A Nivel Internacional	8
2.1.2. A nivel Nacional.....	10
2.1.3. A Nivel Local:	11
2.2. BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1. El Concreto	12
2.2.2. El Vidrio	29
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	37
2.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION	40
2.4.1. Hipótesis General.....	40
2.3.2. Hipótesis Específicas.....	40
2.5. VARIABLES	40
2.5.1. Variables 1.....	40
2.5.2. Variables 2.....	40

2.5.3. Operacionalización De Variables	41
CAPITULO III	43
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.1.1 Tipo De Investigación.....	43
3.1.2. Nivel De Investigación	43
3.1.3. Metodología	44
3.1.4. Enfoque De Investigación.....	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.2.1 Población.....	44
3.2.2 Muestra	45
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.3.1 Técnicas.....	45
3.3.2 Instrumentos.....	45
3.4 OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN	46
3.4.1. Información Complementaria	46
3.4.2. Información Primaria.....	46
3.5. RECOLECCIÓN DE DATOS	47
3.5.1. Equipos De Protección Personal (Epp).....	48
3.5.2. Obtención De Vidrio	48
3.5.3. Molienda De Vidrio.....	49
3.5.4. Toma De Muestras De Los Agregados	49
3.5.5. Ensayo De Granulometría	49
3.5.6. Ensayo De Contenido De Humedad.....	51
3.5.7. Ensayo De Peso Específico Y Absorción De Los Agregados.....	52
3.5.8. Ensayo De Peso Unitario De Los Agregados	53
3.5.9. Ensayo De Peso Unitario Compactado De Los Agregados	54
3.5.10 Ensayo De Abrasión.....	54
3.5.11. Fabricación De Briquetas De Concreto $F'_{C} = 240 \text{ Kg/Cm}^2$	54
3.5.12. Determinación Del Asentamiento De Concreto	54
3.5.13. Llenado Y Curado De Briquetas.....	56
3.5.14. Ensayo De La Resistencia A La Compresión De Briquetas	56
3.6. DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $F'_{C} = 240 \text{ KG/CM}^2$	60
3.6.1. Características De Los Componentes Del Concreto p $F'_{C} = 240 \text{ Kg/Cm}^2$	60

3.6.2. Determinación Del Asentamiento (Slump) Del Concreto $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ²	62
3.6.3. Determinación De La Resistencia De Diseño Del Concreto $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ²	63
3.6.4. Determinación Del Contenido De Aire Atrapado Por M ³ Del Concreto $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ²	63
3.6.5. Determinación Del Agua Por M ³ Cubico De Concreto.....	63
3.6.6. Determinación De Relación De Agua/Cemento Para Concreto $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ²	63
3.6.7. Determinación De La Cantidad De Cemento	64
3.6.8. Determinación Del Peso Del Agregado Grueso.....	64
3.6.9. Determinación Del Volumen Absoluto De La Mezcla Por Metro Cubico	64
3.6.10. Determinación Del Volumen Absoluto De Los Agregados Por Metro Cubico.....	65
3.6.11. Determinación Del Peso Del Agregado Fino	65
3.6.12. Presentación De Pesos De Materiales En Estado Seco	65
3.6.13. Determinación De La Corrección Por Humedad De Los Agregados ..	66
3.6.14. Determinación De Los Ajustes Por Humedad Y Absorción De Los Agregados	66
3.6.15. Pesos Finales Corregidos	66
3.6.16. Determinación Del Proporcional miento.....	67
3.6.17. Determinación De Las Dosificación Del Concreto.....	67
3.7. PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $F'_{C} = 240$ KG/CM² A LOS 7, 14, 21 Y 28 DIAS	72
3.7.1. Resistencia A La Compresión Del Concreto Patrón $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ²	72
3.7.2. Resistencia A La compresión Del Concreto $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ² Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Los 7, 14, 21 Y 28 Días	73
3.7.3. Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ² Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Los 7, 14, 21 Y 28 Días	74
3.7.4. Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ² Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido	76
CAPITULO IV.....	79
4.1. RESULTADO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'_{C} = 240$ KG/CM²	79
4.1.1. Resultado De La Resistencia Del Concreto Patrón $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ² 79	79

4.1.2. Resultados De La Resistencia A Compresión Del Concreto Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido.....	81
4.1.3. Resultados De La Resistencia A Compresión Del Concreto Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido.....	82
4.1.4. Resultados De La Resistencia A Compresión Del Concreto Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido.....	84
4.2. RESULTADOS COMPARATIVOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO.....	85
4.2.1. Resultados Comparativos De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 7 Días.....	85
4.2.2. Resultados De La Resistencias A La Compresión Del Concreto A La Edad De 14 Días.....	87
4.2.3. Resultados De La Resistencias A La Compresión Del Concreto A La Edad De 21 Días.....	89
4.2.4. Resultados De La Resistencias A La Compresión Del Concreto A La Edad De 28 Días.....	91
DISCUSIÓN.....	94
CAPITULO V.....	99
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	103
ANEXOS.....	104
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	105
ANEXO 02: PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE DATOS.....	107
ANEXO 03: PROCESAMIENTO DE DATOS.....	167
ANEXO 04: DISEÑO DE MEZCLAS.....	208
ANEXO 05: ANALISIS DE COSTOS.....	230
ANEXO 06: PANEL FOTOGRAFICO.....	236

INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Granulometría de los Agregados.....	14
Tabla 02: Consistencia del Concreto de Abrams	23
Tabla 03: Representación De La Cantidad De Testigos A Realizar	44
Tabla 04: Ensayo De Granulometría Del Agregado Grueso	49
Tabla 05: Ensayo De Granulometría Del Agregado Fino	50
Tabla 06: Ensayo De Granulometría Del Vidrio Molido	50
Tabla 07: Contenido De Humedad Del Vidrio Molido	51
Tabla 08: Contenido De Humedad Del Ag. Fino	51
Tabla 09: Contenido De Humedad Del Ag. Grueso	51
Tabla 10: Peso Específico Y Absorción Del Ag. Grueso	52
Tabla 11: Peso Específico Y Absorción Del Ag. Fino.....	52
Tabla 12: Peso Específico Y Absorción Del Vidrio Molido	53
Tabla 13: Ensayo De Peso Unitario Suelto De Los Agregados.....	53
Tabla 14: Peso Unitario Varillado Del Ag. Grueso	54
Tabla 15: Desgaste Por Abrasión En La Máquina De Los Ángeles	54
Tabla 16: Determinación De Asentamiento Del Concreto (Slump)	55
Tabla 17: Recolección De Datos De La Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'_{C} = 240\text{kg/Cm}^2$ (Patrón) A Las Distintas Edades.....	56
Tabla 18: Recolección De Datos De La Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'_{C} = 240\text{kg/Cm}^2$ Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades.....	57
Tabla 19: Recolección De Datos De La Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'_{C} = 240\text{kg/Cm}^2$ Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades.....	58
Tabla 20: Recolección De Datos De La Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'_{C} = 240\text{kg/Cm}^2$ Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades.....	59
Tabla 21: Características Del Cemento.....	60
Tabla 22: Características Del Agua.....	60
Tabla 23: Características Del Agregado Grueso	61
Tabla 24: Características Del Agregado Fino.....	61
Tabla 25: Características Del Vidrio Molido	62

Tabla 26: Determinación Del Asentamiento	62
Tabla 27: Determinación De La Resistencia Del Concreto $F'_{C} = 240$..	63
Tabla 28: Contenido De Aire Atrapado.....	63
Tabla 29: Determinación Del Agua Por M3	63
Tabla 30: Determinación De Relación De Agua/Cemento	64
Tabla 31: Determinación De La Cantidad De Cemento	64
Tabla 32: Determinación Del Peso Del Agregado Grueso	64
Tabla 33: Determinación Del Volumen Absoluto De La Mezcla	64
Tabla 34: Determinación Del Volumen Absoluto De Los Agregados	65
Tabla 35: Peso Del Agregado Fino	65
Tabla 36: Presentación De Los Pesos Secos	65
Tabla 37: Determinación De Los Pesos De Los Agregado Una Vez Sometidos A La Corrección Por Humedad	66
Tabla 38: Determinación De Los Ajustes Por Humedad Y Absorción De Los Agregados.....	66
Tabla 39: Presentación De Los Pesos Finales Corregidos De Los Materiales	66
Tabla 40: Presentación Del Proporcionamiento En Peso.....	67
Tabla 41: Presentación De La Dosificación Del Concreto -Patrón	68
Tabla 42: Presentación De La Dosificación Del Concreto – Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido	69
Tabla 43: Presentación De La Dosificación Del Concreto – Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido	70
Tabla 44: Presentación De La Dosificación Del Concreto – Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido	71
Tabla 45: Resistencia A La Compresión Del Concreto Patrón $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ² A Los 7, 14, 21 Y 28 Días	72
Tabla 46: Resistencia A La compresión Del Concreto $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ² Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Los 7, 14, 21 Y 28 Días	73
Tabla 47: Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ² Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Los 7, 14, 21 Y 28 Días	74
Tabla 48: Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'_{C} = 240$ Kg/Cm ² Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Los 7, 14, 21 Y 28 Días	76

Tabla 49: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto Patrón A Las Distintas Edades.....	79
Tabla 50: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades.....	81
Tabla 51: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades.....	82
Tabla 52: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades.....	84
Tabla 53: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 7 Días.....	85
Tabla 54: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 14 Días.....	87
Tabla 55: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A La Edad De 21 Días.....	89
Tabla 56: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A La Edad De 28 Días.....	91
Tabla 57: Resumen De Las Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Las Distintas Edades	95
Tabla 58: Resumen De Los Porcentajes De Las Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Las Distintas Edades.....	95

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 01: Dosificación Del Concreto Patrón	68
Gráfico 02: Dosificación – Concreto Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido	69
Gráfico 03: Dosificación Del Concreto Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido.....	70
Gráfico 04: Dosificación Del Concreto Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido.....	71
Gráfico 05: Resistencias Promedio Del Concreto Patrón	80
Gráfico 06: Resistencias Promedio Del Concreto Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades ..	81
Gráfico 07: Resistencias Promedio Del Concreto Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades ..	83
Gráfico 08: Resistencias Promedio Del Concreto Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades ..	84
Gráfico 09: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 7 Días	86
Gráfico 10: Variación De La Resistencia Del Concreto A La Edad De 7 Días Vs La Cantidad De Vidrio Sustituido.....	86
Gráfico 11: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 14 Días	88
Gráfico 12: Variación De La Resistencia Del Concreto A La Edad De 14 Días Vs La Cantidad De Vidrio Sustituido.....	88
Gráfico 13: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 21 Días	90
Gráfico 14: Variación De La Resistencia Del Concreto A La Edad De 21 Días Vs La Cantidad De Vidrio Sustituido.....	90
Gráfico 15: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 28 Días	92
Gráfico 16: Variación De La Resistencia Del Concreto A La Edad De 28 Días Vs La Cantidad De Vidrio Sustituido.....	92
Gráfico 17: Evolucion De La Resistencia Del Concreto Con Las Diferentes Dosificaciones Vs La Edad	96
Gráfico 18: Resumen De Las Resistencias De Concreto A La Distintas Edades.....	97

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la industria de la construcción atiende las necesidades de infraestructura que demandan las familias y las empresas, aportando soluciones prácticas y efectivas por lo tanto su contribución económica para cada país también es significativa.

En las empresas, el sector de la construcción contribuye a fortalecer a la industria nacional en sus procesos de producción, distribución y comercialización, haciéndola más productiva y competitiva, al crear carreteras, puertos, aeropuertos y telecomunicaciones para el transporte de mercancías, personas e información.

Asimismo, la industria de la construcción genera millones de empleos de forma indirecta, por su efecto multiplicador, se integra la cadena productiva de forma contundente, por lo tanto, la necesidad de innovación en la industria de la construcción ha sido durante mucho tiempo destacada tanto dentro como fuera de la industria.

Dentro de todo esto el concreto es el material más utilizado en la construcción de viviendas y en una serie de infraestructuras civiles, su importancia es proporcional al crecimiento demográfico, por lo que será necesario mejorar la calidad del concreto y posteriormente de las construcciones.

Los cambios en los mercados mundiales, el aumento de las expectativas del cliente, y la presión del gobierno por la construcción han llevado a la innovación de este material a convertirse en un elemento clave para este sector, la industria de la construcción produce beneficios tanto en las empresas como en el bienestar de la población por lo tanto las investigaciones relacionadas con el concreto sobrepasan el campo arquitectónico o de ingeniería y tienen fuertes implicaciones socioeconómicas.

La innovación del concreto como material indispensable tiene que estar en el centro de los esfuerzos de la industria de la construcción para mejorar la productividad y desarrollar nuevas capacidades, a fin de detectar oportunidades y convertirlas en crecimiento para lo que se presenta e siguiente contenido:

Capítulo I. Donde se realiza la identificación del problema objeto de la investigación.

Capítulo II. Donde se realiza el análisis de las teorías y concepto que ayudaran a entender de mejor manera el tema en mención

Capítulo III. En donde se planteará la metodología a seguir para determinar aspectos particulares del tema y respuestas a las preguntas de investigación

Capítulo IV. En donde se desarrollará los resultados de la investigación, así como el análisis de los datos para contrastar las hipótesis del trabajo

Finalmente se determinarán las conclusiones del trabajo a las que se llegó por medio del análisis de los datos previos, y en donde además se plantearan sugerencias para el tema.

**CAPITULO I.
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En los últimos años, en nuestro país se ha emprendido un intenso esfuerzo para incrementar la infraestructura civil y la construcción de edificaciones como respuesta a una incesante demanda de la población, por lo que el sector construcción, se ha visto en la necesidad indispensables de garantizar la calidad de las construcciones y por ende las características de los materiales, por lo tanto el concreto como material indispensable en este rubro debe de presentar características de gran calidad y versatilidad y principalmente de resistencia.

Como sabemos en toda obra, sin importar su magnitud o complejidad, la resistencia del concreto está ligada con la durabilidad y vida útil del proyecto. La capacidad del concreto para resistir rupturas o deformaciones provocadas por fuerzas externas depende de varios factores físicos y químicos, así como de la interacción entre ellos.

Como se ha mencionado, al mejorar la resistencia del concreto se presenta una solución de largo plazo y un avance importante en el uso de recursos y en la productividad de la industria del concreto (Gomez, 2016)

Por ejemplo, la productibilidad de recursos de la industria del concreto incrementaría en un factor de hasta diez puntos si la mayoría de los elementos estructurales fueran de mayor resistencia o si se presentara una resistencia similar del concreto, pero a un menor costo

Dentro de este marco es necesario tener un enfoque más integral y a largo plazo al erigir estructuras del concreto considerando sus implicaciones y ramificaciones económicas y también sus efectos en el medio ambiente.

Actualmente en busca de la sustentabilidad económica y ambiental de las implicancias del uso del concreto, se han desarrollado diferentes estudios para lograr un aprovechamiento de agregados no convencionales en la preparación de mezclas de concreto debido ya que la producción masiva de concreto ha generado un sobreconsumo de agregados naturales (grava y arena). Estudios previos han analizado el efecto en mezclas de concreto de agregados como: fibras de polipropileno, viruta de acero, escoria de fundición, bagazo de caña, estopa de coco y escombros; aprovechando materiales que anteriormente eran desechados y a su vez mejorando las propiedades del concreto (Abiente, 2017)

Dentro de toda esta gama de materiales experimentados se ha tomado en cuenta la disposición de los diversos desechos generados por la actividad humana y que se han convertido en un problema debido a una serie de factores y posibles consecuencias, entre las cuales tenemos: problemas sanitarios, costos de transporte, contaminación, impacto ambiental, y desperdicio de recursos materiales en capacidad de ser reutilizados o reciclados.

Entre los elementos desechados, tenemos el vidrio como materia prima experimental, el mismo que está presente en los botaderos, es uno de los

materiales que necesita mayor tiempo para su descomposición; por otro lado, el no aprovechar recursos como este implica el uso de combustibles, así como la contaminación durante las etapas de extracción, procesamiento, producción, distribución y comercialización; de igual manera es preciso mencionar que en temas de impacto ambiental, la extracción de materias primas, y su procesamiento, producen erosión de terrenos, contaminación de aguas superficiales y subterráneas y una serie de efectos y costos indirectos a ser considerados para validar y justificar su reciclaje.

Según el diario **la republica** el 9% de los desechos más abundantes viene a ser el vidrio sódico cálcico, este es el empleado en botellas, ventanas, vasos, lentes, etc., en el caso de la provincia de cusco, el Distrito que más desechos de vidrio genera es Saylla con 5.03 %. seguido de San Jerónimo con 3.77% y Wanchaq con 3.04 % (PIGARS **Gobierno** Regional, 2015). Además, se tiene un promedio de 2.60% de desecho de vidrio del total a nivel provincial. Por ende, es necesario darle un uso productivo a este deshecho (vidrio sódico cálcico), empleándolo así en la construcción, ya que estudios previos indican que este material aumenta ciertas características del concreto como la resistencia, durabilidad, entre otros.

Por consiguiente con el propósito de incrementar y mejorar la oferta tecnológica en la construcción y frente a la necesidad de mejorar el concreto como material de construcción el presente proyecto estudia la influencia del uso de vidrio molido como agregado sobre la resistencia empleado en reemplazo parcial de los agregados tradicionales del concreto, para conferir propiedades superiores de resistencia, empleando diferentes granulometrías y dosificaciones con la intención de brindar una alternativa diferente para el reciclaje de vidrio de fácil aplicación e implementación en las pequeñas y medianas industrias de producción de concreto.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, sustituyendo parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido para obras civiles en la Ciudad del Cusco?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de sustitución del agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido al 20%, 35% y 50%?
- ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7,14,21, y 28 días de acuerdo con el diseño de mezclas sustituyendo parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

- Analizar la resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, sustituyendo parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido para obras civiles en la Ciudad del Cusco

1.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer el porcentaje óptimo de sustitución del agregado fino de la Cantera Córdova por vidrio molido al 20%, 35% y 50%.
- Determinar la resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7,14,21, y 28 días de acuerdo con el diseño de mezclas sustituyendo parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

El concreto actualmente en nuestro medio es el material de construcción por excelencia, toda construcción o edificación que hoy en día se realiza se garantiza por medio de los niveles de resistencia, por lo tanto, es sumamente importante

En este entender, el presente trabajo se realiza con la finalidad de analizar el concreto 240 Kg/cm² a los 7,14,21, y 28 días, conocer no solo las cualidades de este material de construcción, si no también mejorar continuamente la calidad de sus componentes, teniendo como agregado la arena extraída de Huambutio (distrito de Lucre provincia de Quispicanchis), como componente adicional un porcentaje de vidrio molido (material de sustitución), como sabemos la resistencia del concreto confiere a la obra civil una garantía estructural y para el caso de la investigación, otros elementos que le otorguen a este material una mejor calidad, una mejor resistencia, estos puntos son determinantes

El crecimiento de la ciudad del Cusco cada vez se va haciendo mayor, las construcciones son de mayor altura y de mayor audacia, como consecuencia las obras civiles tienen mayores exigencias estructurales, por lo tanto, fundamental se busca llegar a la innovación, para ello la investigación continua en busca de mejorar la calidad del concreto y garantizar de ese modo la construcción, así como la capacidad de la ingeniería como ciencia, motivo por el que este trabajo es sumamente importante

CAPITULO II.
MARCO TEORICO

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A Nivel Internacional

- **Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20, Y H30”** - Universidad Austral de Chile Facultad de ciencias de la ingeniería - Carlos Javier Arteaga Valdivia - 2013

Objetivo: Determinar la influencia del vidrio triturado en la mezcla, se confeccionaron mezclas de hormigón de prueba, de graduación H15, H20 y H30, con porcentajes variables de vidrio en reemplazo de una fracción de la arena.

Metodología: Se confeccionaron probetas, cúbicas de 15cm de arista, para los tres grados distintos de hormigón un porcentaje determinado de vidrio reemplazando una fracción del árido Fino, el cual varía desde un 0% hasta un 20%. Según los procedimientos indicados en la norma chilena NCh1018.EOf77, posteriormente fueron ensayadas a compresión según NCh1037.Of77

Conclusiones: El uso de vidrio molido en remplazo de la arena no ocasiona cambios significativos en la densidad de la mezcla, esta se mantendrá los parámetros establecidos.

No se alcanzó una gran diferencia entre las resistencias de los hormigos patrones y en las que se usó el vidrio, pero al mismo tiempo el vidrio posee una dilatación térmica de entre 0.30 a 0.50 veces menor, lo que ocasiona que se muestre mejor comportamiento ante los procesos de contracción y dilatación.

- **Principios Básicos De La Construcción Sostenible Utilizando Vidrio Triturado En La Elaboración De Hormigones –** Universidad Central del Ecuador – Johana Belén Almeida Beltrán – 2017

Objetivo: Analizar el comportamiento del hormigón mediante el reemplazo parcial al peso del agregado fino por vidrio triturado en porcentajes del 30%,32%,34%,36%,38% y 40% para obtener una resistencia de 21MPA con la finalidad de establecer una comparación entre un hormigón convencional y un hormigón con adición de vidrio triturado y a la vez contribuir al uso de materiales reciclables.

Metodología: Mediante el ensayo experimental realizado en las distintas probetas de hormigón se obtuvo los valores de la resistencia a la compresión para edades de 7, 14, y, 28 días, con un análisis deductivo –inductivo

Conclusiones: Se recomienda reemplazar los porcentajes del 30% al 40% de vidrio triturado para obtener la resistencia de diseño de 210 kg/cm, se comprueba que el mejor comportamiento y la resistencia de diseño requerida en la mezcla, esta efectivamente en ese rango, pero en el 36% de vidrio triturado es el óptimo.

2.1.2. A nivel Nacional

- **Comparación De La Resistencia De Briquetas De Concreto Y Otros Elaborados Con Vidrio Reciclado** – Universidad Privada del Norte - Cajamarca – Luz Katherine Cabrera Barboza - 2014

Objetivo: Comparar la resistencia de briquetas de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado.

Metodología: Es una investigación experimental porque nos permite manipular directamente las variables independientes y medir la variable dependiente comparando la resistencia de las briquetas de concreto convencionales y adoquines elaborados con vidrio reciclado en Cajamarca en el año 2014

Conclusiones: Entre las briquetas fabricados con un porcentaje de vidrio, se puede afirmar que aquéllos con un 25% y 50 % de vidrio de grano grueso presentan una mayor resistencia que aquellos sin vidrio. Las briquetas con un porcentaje de vidrio cumplen con el porcentaje de absorción establecido en la norma NTP 399.611 y constituyen un buen sustituto de éste, permitiendo tener una distribución continua y adecuada en la mezcla.

- **“Estudio Experimental Para Incrementar La Resistencia De Un Concreto De $f'c=210$ Kg/Cm² Adicionando Un Porcentaje De Vidrio Sódico Cálcico** – Universidad Privada Antenor Orrego– Trujillo - Perú Rojas Luján José Frank – 2015

Objetivo: Realizar el estudio experimental para obtener la resistencia de un concreto de $f'c=210$ kg/cm² adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico.

Metodología: El presente es un estudio experimental por que se pretende un diseño de mezcla con una mayor resistencia a la compresión mediante procesos experimentales, los cuales se determinan en base a una dosificación realizada mediante el método del ACI con datos obtenidos de los ensayos de agregados para poder determinar sus propiedades mecánicas.

Conclusiones: La resistencia a la compresión obtenida en sus diferente edades de 7, 14, 21 y 28 días fueron de 184 Kg/cm² ,

220.4 Kg/cm² , 245.4 Kg/cm² y 318.8 Kg/cm² respectivamente, utilizando una dosificación que incluye un porcentaje mínimo de vidrio molido

2.1.3. A Nivel Local:

- Determinación Del Efecto De Sustitución Del Agregado Fino Por Vidrio Molido, En El Ensayo De Resistencia A La Compresión Del Concreto F'c: 210 Kg/Cm², Utilizando Agregado Grueso De La Cantera De Vicho Y Agregado Fino De Las Canteras De Cunyac Y Mina Roja** - Universidad Andina del Cusco - Cusco - Perú - Carmen Milagros Ssota Corimanya - 2016

Objetivo: Determinar el efecto de sustitución del agregado fino por vidrio molido, en el ensayo de resistencia a la compresión del concreto f'c: 210 kg/cm², utilizando agregado grueso de la cantera de vicho y agregado fino de las canteras de Cunyac y Mina Roja.

Metodología: Es cuantitativa porque está orientada hacia la descripción, predicción y explicación, dirigido hacia datos medibles, Es Descriptivo porque se valora de la manera más precisa el entorno de los estudios. Es Correlacional porque evalúa el grado de asociación entre 2 o más variables mediante un patrón predecible para un grupo o población, miden cada una de ellas (presuntamente relacionadas) y después, cuantifican y analizan la vinculación.

Conclusiones: El concreto elaborado con Cemento Portland Puzolánico Tipo IP, con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de las canteras de Cunyac y Mina Roja, sustituido en los porcentajes de 15%, 20%, 25%, 30%, 40% y 60% de agregado fino por vidrio molido, mejorará la resistencia a la compresión del concreto F'c: 210 Kg/cm² Asimismo la dosificación del 30% nos da como resultado 293.04 ± 2.12, el cual incrementa 12.66% ± 0.33% respecto al concreto patrón. Mejorando de esta manera la resistencia a la compresión del concreto f'c: 210 kg/cm²

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. El Concreto

El concreto u hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (cemento Portland hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forman un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión. (Sánchez, 2010, pág. 19).

El hormigón es una roca fabricada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo con normas establecidas para fines y aplicaciones que se requieren para un proyecto determinado. Provee características de economía, facilidad en su colocación, velocidad de fraguado y puede ser aplicado de acuerdo con las necesidades de construcción que se tengan.

a) Componentes Del Concreto (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016)

Cemento: El cemento es un conglomerante que resulta de la mezcla de caliza y arcillas calcinadas, con adición de yeso y que tiene la propiedad de fraguar y endurecer al contacto con el agua, adquiriendo resistencias considerables. El cemento Portland es el material empleado en la elaboración del hormigón está constituido por 60% de caliza y 40% de arcilla los cuales se mezclan y llevados a hornos con temperatura elevadas en donde son pulverizados para formar el denominado Clinker. (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016)

El Clinker resulta de la calcinación hasta una fusión incipiente de una mezcla debidamente dosificada de materiales silíceos, calcáreos y férricos. El proceso de fabricación del cemento continúa con la molienda del Clinker, agregando durante ella yeso hidratado para retardar el fraguado del cemento. (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016)

Se considera un buen concreto a aquel que es durable, es decir, que puede soportar, sin deterioro, las condiciones para las que ha sido proyectado durante el período de servicio de la estructura de la que forma parte. Las características que debe presentar el concreto se pueden dividir en dos grupos (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016):

- Características del concreto fresco, mientras permanece en estado plástico
- Características del concreto endurecido.

Los Agregados: Constituyen el esqueleto del concreto, y son responsables de buena parte de las características del mismo pues son un elemento mayoritario, estando su porcentaje comprendido entre el 80 y el 90% en peso del total (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

Los agregados, deben estar constituidos por partículas duras, de formas adecuadas (sin formas largas o aplanadas), inertes y no reactivas con los álcalis del cemento. Además, no deben contener arcillas, limos ni materias orgánicas (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

En general, los agregados de baja densidad son poco resistentes y porosos. Normalmente, los agregados se clasifican en fracciones definidas por su tamaño máximo y su tamaño mínimo (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

El tamaño máximo de una fracción de agregados es la abertura del tamiz por el que pasa el 90% en peso de la misma cuando además pase el total por el tamiz de abertura doble-, mientras que el tamaño mínimo es la abertura del tamiz por el que pasa menos del 10% (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

El tamaño máximo de 4.75 mm (o tamiz No. 4) marca la separación entre arenas (agregado fino) y gravas (agregado grueso) (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

La granulometría, forma y tamaño de los agregados influyen sobre la resistencia y calidad del concreto (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

Hay que dosificar los agregados de manera que se obtenga una granulometría lo más continua y compacta posible. Para conseguirlo, debe separarse en diferentes fracciones, para que luego éstas puedan ser mezcladas en las proporciones adecuadas. Como norma de buena práctica, la relación existente entre el tamaño máximo y mínimo de cada fracción (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

Tabla 01 : Granulometría de los Agregados

Características	Agregado grueso	Agregado Fino
Pérdida por abrasión (ASTM C-33)	50% máximo	
Terrones de arcilla y partículas friables (ASTM C-33)	3% máximo	3% máximo
Partículas con uno ó más caras fracturadas (CR-2002)	50% mínimo	
% pasando el tamiz No. 200 (ASTM C-33)	1.0% máximo	3% máximo
Equivalente de Arena (AASHTO T- 176)		75 mínimo
Sanidad de los agregados (AASHTO T-104)		15% máximo

Fuente: (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016)

El contenido de partículas muy finas (de tamaño inferior a 0.08 mm o tamiz No. 200) en el agregado, obliga a aumentar la cantidad de agua necesaria para alcanzar una manejabilidad dada del concreto, disminuyendo en consecuencia las resistencias finales de éste (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

El esqueleto mineral que forman los agregados en el concreto, contribuye en buena medida a su resistencia. Por ello, las partículas del agregado no sólo deben ser duras, sino que han de estar en

contacto de la forma más estable posible. Para ello, los agregados más adecuados son los que tienen una forma lo más cúbica posible, evitando, siempre que se pueda, el uso de formas inadecuadas, como es el caso de las lajas (partículas alargadas y planas) (Instituto Costa Ricense del Cocreto, 2016).

La textura superficial de los agregados influye en la trabajabilidad o manejabilidad de los concretos y en la resistencia del concreto, Los agregados con textura muy rugosa (agregados triturados), necesitan una elevada proporción de finos para mejorar su docilidad y por tanto, una mayor cantidad de agua de mezclado. Por el contrario, los agregados redondos permiten obtener con mayor facilidad concretos más manejables (Instituto Costa Ricense del Cocreto, 2016).

La unión entre la pasta del cemento y los agregados, responsables en buena parte de la resistencia a compresión del concreto, es tanto menor, cuanto más lisa sea la superficie de los agregados, siendo conveniente utilizar agregados de superficie rugosa cuando quieran alcanzarse elevadas resistencias (Instituto Costa Ricense del Cocreto, 2016).

Es necesario considerar la humedad de los agregados al dosificar el concreto por dos razones (Instituto Costa Ricense del Cocreto, 2016):

La primera, porque hay que corregir la cantidad de agua de mezclado, descontando aquella que incorporan los agregados mojados (Instituto Costa Ricense del Cocreto, 2016).

La segunda, porque el entumecimiento del árido (aumento de su volumen), que es considerable en el caso de las arenas, puede revestir una gran importancia cuando éste se dosifica en volumen (Instituto Costa Ricense del Cocreto, 2016).

Las arenas de mar, lavadas con agua dulce, se pueden emplear en concreto armado.

Los apilamientos de agregados deben realizarse adecuadamente para evitar la segregación y la mezcla entre fracciones. Asimismo, hay que tener cuidado en la utilización de la zona inferior del apilamiento cuando se encuentre en contacto directo con el terreno, para evitar posibles contaminaciones de los agregados (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

b) El Concreto Fresco (Gomez, 2016)

Al pedir concreto, se exige de él una serie de condiciones según el tipo de obra en que se va a emplear. Si para dicha obra ese concreto resulta manejable, transportable y fácilmente colocable, sin perder su homogeneidad, diremos que este concreto es trabajable (Gomez, 2016).

Para que un concreto tenga la trabajabilidad requerida, debe presentar una consistencia y una cohesión adecuadas. La facilidad con que un concreto se deforma, da la medida de consistencia. La instrucción vigente indica que la consistencia del concreto se medirá por el asentamiento en el cono de Abrams (Gomez, 2016).

La consistencia puede ser seca, plástica, blanda o fluida, según el valor del asentamiento de la muestra de concreto. La facilidad con que un concreto es capaz de segregarse, nos da una idea de su cohesión (Gomez, 2016).

Las mezclas muy cohesivas, que llamaremos viscosas, no se segregan fácilmente; las mezclas poco cohesivas, presentan una gran tendencia a segregarse factores que afectan a la trabajabilidad de un concreto (Gomez, 2016).

Los agregados de formas alargadas y con aristas producen un concreto poco trabajable. Si no se puede disponer de otro tipo de agregados, se recomienda usar mezclas más ricas en cemento y arena. Los concretos fabricados con agregados de quebradores

son menos trabajables, que los fabricados con agregados naturales. La trabajabilidad se ve muy afectada por la forma de los agregados y especialmente de la arena. La cantidad de cemento influye en la trabajabilidad del concreto aumentando ésta al incrementar la cantidad de cemento (Gomez, 2016).

Las características y funcionamiento del equipo de mezclado, el tiempo de mezclado y el uso adecuado de los aditivos y adiciones, son factores a tener en cuenta para mejorar la trabajabilidad del concreto (Gomez, 2016).

El concreto debe mantenerse curado durante el período de tiempo necesario, en función de las condiciones ambientales y de las características del concreto, que como regla general debe ser superior a tres días o bien, utilizando un producto de curado adecuado. Como término medio, el periodo de curado más habitual es el de 7 días. No regando la superficie del concreto antes de su fraguado (Gomez, 2016).

c) El Concreto Endurecido (Gomez, 2016)

Como ya se ha indicado, un concreto será bueno si es durable. La durabilidad expresa la resistencia al medio ambiente. La impermeabilidad, la cual está directamente relacionada con la durabilidad, se consigue con la consolidación, relación agua/cemento adecuada y curado conveniente, según el lugar donde se encuentre la obra (Gomez, 2016).

El ensayo de resistencia, es el más común de los aplicados al concreto y constituye un índice de su calidad. La resistencia final del concreto, es función de la relación agua – cemento, del proceso de hidratación del cemento, del curado, de las condiciones ambientales y de la edad del concreto (Gomez, 2016).

d) Resistencia Del Concreto Y Su Medida (Gomez, 2016)

La resistencia del concreto, se puede medir a compresión, tracción directa, flexo tracción y tracción indirecta (ensayo brasileño). Por lo general, el control del concreto se realiza por ensayos de rotura a compresión. En ocasiones, sin embargo, el ensayo de flexo tracción es más apropiado por reflejar más fielmente las condiciones de trabajo del concreto, como puede ser el caso de los concretos empleados en la construcción de pavimentos de carreteras o aeropuertos (Gomez, 2016).

La calidad del agua puede influir en la resistencia al perturbar el fraguado y endurecimiento. Las sustancias perjudiciales en los áridos disminuyen la resistencia del concreto, el valor de la resistencia a compresión crece al disminuir la relación agua/cemento (Gomez, 2016).

La resistencia aumenta con la cantidad de cemento y disminuye al aumentar el contenido de agua. La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de concreto será de 150 kg en el caso de concretos en masa y de 250 kg en el caso de concretos armados (Gomez, 2016).

La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de un concreto normal será de 400 kg. Se podrá superar dicho límite en casos excepcionales, previa justificación experimental y autorización expresa del director de obra (Gomez, 2016).

El peligro de emplear mezclas muy ricas en cemento, reside en los fuertes valores que, en tales casos, pueden alcanzar la retracción y el calor de fraguado en las primeras edades. Por ello, solamente se admite rebasar la cifra de 400 kg/m³ en circunstancias especiales, en las que se cuiden y controlen al máximo v todos los detalles relativos a materiales, granulometría, dosificación, ejecución y curado final (Gomez, 2016).

Los agregados se han de dosificar de forma que su composición granulométrica proporcione un volumen de huecos mínimo, con la menor superficie específica posible (Gomez, 2016).

El tipo de cilindro empleado en los ensayos de rotura a compresión, influye en el valor de la resistencia. Los cilindros empleadas son las cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura (ver norma ASTM C31). A veces se utilizan probetas cúbicas de 15 cm y 20 cm de arista (Gomez, 2016).

La resistencia aumenta con la velocidad de carga de la prensa, con la edad del concreto y con la temperatura de conservación de los cilindros. Vistos los factores que influyen en la resistencia del concreto, vamos a determinar el valor de su resistencia a compresión (Gomez, 2016).

Supongamos que tenemos “n” cilindros y los fallamos a compresión según un ensayo normalizado, obteniendo “n” resultados ¿Qué valor damos a la resistencia del concreto a compresión? (Gomez, 2016)

Podría parecer lógico, adoptar como resistencia de ese concreto, el valor medio de los “n” valores de falla, ya que la probabilidad de que se presente un valor bajo, es la misma de que se presente un valor alto. Este valor medio, es el que nos daría un laboratorio, que busca la carga unitaria de falla del material (Gomez, 2016).

e) Manera Correcta De Tomar Muestras De Concreto Fresco

(Instituto Costa Risense del Cocreto, 2016)

Una de las etapas más crítica en el ensayo del concreto es la primera: la obtención de la muestra. Un error en este punto, da lugar a resultados finales falsos e inútiles. No es una exageración señalar la influencia de este factor sobre la reputación del contratista, si hace él su concreto, o sobre la industria del concreto premezclado o sobre el concreto como material de construcción (Instituto Costa Risense del Cocreto, 2016).

El fabricante de concreto premezclado responsable, vende su producto sobre la base de la calidad. Dicho producto, es suministrado a las obras con los componentes y mezclado requeridos para obtener cierta resistencia. Sin embargo, si las muestras de concreto no se toman en las obras de forma adecuada, no se obtendrán los resultados especificados, pues no reflejarán la calidad del material que se está ensayando (Instituto Costa Risense del Cocreto, 2016).

Para obtener las muestras de concreto, se deberá seguir lo indicado en la especificación para el proyecto y la ejecución de obras de concreto en masa o armado vigente en las normas. Para mayor detalle revisar la norma ASTM C172.

No se tomarán muestras ni del principio ni del final de la descarga.

La toma de muestras se hará pasando un recipiente a través de toda la corriente de descarga o haciendo que dicha corriente vaya a parar al recipiente, evitando que se produzcan segregaciones en el concreto (Instituto Costa Risense del Cocreto, 2016).

Cuando se utilicen camiones abiertos, vagonetas u otras unidades del transporte, es necesario tomar la muestra inmediatamente después de que la mezcla haya sido descargada. El muestreo podrá realizarse tomando porciones de, al menos, cinco lugares diferentes del montón formado (Instituto Costa Risense del Cocreto, 2016).

Todas las muestras de concreto fresco, independientemente del método empleado para obtenerlas, deberán ser remezcladas con una pala para asegurar su uniformidad (Instituto Costa Risense del Cocreto, 2016).

Además, la muestra deberá estar protegida del sol, del viento, de la lluvia y de la contaminación, durante el periodo entre su toma y su utilización no deberá ser superior a quince minutos (Instituto Costa Risense del Cocreto, 2016).

Un defecto bastante común que se produce en las obras, es la fabricación de cilindros cerca de donde el concreto está siendo descargado, y luego su transporte casi inmediato para su almacenamiento, esto es incorrecto (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

Los cilindros nunca deben ser sometidos a movimientos o sacudidas, especialmente durante las primeras veinticuatro horas. Esto puede ser evitado en todos los casos, tomando la muestra en una carretilla y llevándola al lugar donde los cilindros serán fabricados y almacenados durante veinticuatro horas (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

En el caso de concreto premezclado, el concreto deberá ser muestreado tal y como viene en el camión, si el ensayo es para determinar la resistencia del concreto tal y como se suministra (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

Las muestras tomadas de los encofrados pueden contener agua exudada, partes segregadas de la mezcla, etc., que harían que no fuesen representativas de la masa de concreto (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

Las razones de estas precauciones son obvias; el fabricante de concreto no tiene control, y por lo tanto, no es responsable sobre lo que puede suceder a su producto en la colocación, compactación y curado (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016).

**f) Manera Correcta De Realizar La Medida De La Consistencia
Con El Cono De Abrams (Rivera, 2016)**

En la mayoría de los casos, la aceptación de un suministro de concreto depende de una variación de dos a tres centímetros en el asentamiento obtenido con el cono de Abrams. Esta variación, puede ser debida a una ejecución incorrecta del ensayo. Para mayor detalle revisar la norma ASTM C143 (Rivera, 2016).

Si el ensayo se realiza para determinar la aceptabilidad del concreto preparado, las muestras deberán tomarse entre $\frac{1}{4}$ y los $\frac{3}{4}$ de la descarga del concreto. Cada muestra deberá contener una cantidad de concreto por lo menos algo mayor del doble de la necesaria para hacer el ensayo y se volverá a mezclar en una carretilla antes de realizarlo (Rivera, 2016).

1º. Colocar el cono sobre una bandeja o chapa rígida: Humedézcase el interior del cono y colóquese sobre una superficie plana, horizontal y firme, también humedecida, cuya área sea superior a la de la base del cono. Cuando se coloque el concreto manténgase el cono firmemente sujeto en su posición mediante las aletas inferiores (Rivera, 2016).

2º. Llenar el cono en tres capas: Llénese el cono hasta $\frac{1}{3}$ de su volumen y compáctese con una varilla metálica de 16 milímetros de diámetro, 60 centímetros de longitud y de extremo redondeado, dando 25 golpes repartidos uniformemente por toda la superficie (Rivera, 2016).

Llénese el cono con la segunda capa hasta $\frac{2}{3}$ de su volumen y compáctese esta capa con 25 golpes uniformemente repartidos por la superficie del concreto, cuidando que la barra penetre ligeramente en la capa anterior rellenando todos los huecos (Rivera, 2016).

Llénese el cono de forma que haya un ligero exceso de concreto y luego compáctese esta última capa con 25 golpes distribuidos uniformemente y cuidando que la barra penetre ligeramente en la capa anterior, rellenando todos los huecos (Rivera, 2016).

3º. Retirar el exceso de concreto: Retírese el exceso de concreto con una espátula de forma que el cono quede perfectamente lleno y enrasado (Rivera, 2016).

Quitar el concreto que haya caído alrededor de la base del cono.

4°. Sacar el molde con cuidado: Sáquese el molde levantándolo con cuidado en dirección vertical lo más rápidamente posible (Rivera, 2016).

No mover nunca el concreto en este momento

5°. Medida del asentamiento: Mídase el asentamiento como se indica en la figura. Si la superficie del cono es irregular, el índice de consistencia se determina midiendo la diferencia entre la altura del molde y la del punto más alto de la muestra después del ensayo (Rivera, 2016).

Realizar tres ensayos para obtener la determinación de la consistencia.

No utilizar nunca el concreto usado en el cono para fabricar cilindros destinados al ensayo de resistencia.

Tabla 02: Consistencia del Concreto de Abrams

Consistencia	Asiento en el cono de Abrams (mm)	Tolerancia (mm)
Seca (S)	0 - 20	0
Plástica (P)	30 - 50	±10
Blanda (B)	60 - 90	±10
Fluida (F)	100 - 150	±20
Líquida (L)*	>150	0

* ésta consistencia sólo debe conseguirse mediante la utilización de superplastificantes

Fuente: (Instituto Costa Ricense del Concreto, 2016)

g) Manera Correcta De Fabricar, Conservar Y Romper, Por Compresión, Las Probetas Cilíndricas De Concreto

Solamente se puede garantizar la resistencia del concreto, si los cilindros se fabrican y curan de acuerdo con métodos normalizados. Para mayor detalle revisar las normas ASTM C31 y ASTM C39.

Los ensayos de compresión del concreto se efectúan para determinar la resistencia del concreto. Si se permite que varíen las condiciones de curado, toma de muestras y métodos de llenado y acabado de los cilindros, los resultados obtenidos carecen de valor, porque no se pueden determinar si una resistencia baja es debida a una mala calidad del concreto o a una confección defectuosa de los cilindros.

Para obtener resultados de confianza, se deberán seguir las siguientes reglas:

1º. Usar solamente moldes no absorbentes. Se utilizarán moldes no absorbentes ni deformables, estancos, de 15 cm de diámetro inferior por 30 cm de altura.

Antes de llenarlos, deberán colocarse sobre una superficie lisa, dura y horizontal. Es obligatorio hacer un mínimo de dos cilindros por cada mezcla de la que se controle la resistencia a 28 días. En el caso de que se ensayen además cilindros a otras edades (normalmente 3 ó 7 días), es asimismo muy conveniente fabricar más de un cilindro por edad y mezclado de control.

2º. Toma de muestras: Las muestras se obtendrán de acuerdo con lo indicado en la especificación para el proyecto y ejecución de obra de concreto armado o en masa y la norma ASTM C31, "Práctica estándar para la fabricación y curado en campo de especímenes de concreto para su ensaye". Antes de llenar los moldes, las muestras deberán ser completamente remezcladas en una pastera grande, carretilla u otra superficie limpia y no absorbente.

Si parte del agregado que contiene el concreto es de tamaño superior a 50 mm, se cribará el concreto fresco por el cedazo de 50 mm para separar el agregado que no cumpla con la condición del párrafo anterior.

3º. Si los moldes se compactan mediante envarillado, llenarlos en tres capas y envarillar cada capa con una barra metálica hasta su

total compactación, dando 25 golpes: Todos los moldes se llenarán uniformemente, es decir, se colocará y compactará la primera capa en todos ellos, después la segunda capa en todos, etc.

La tercera capa contendrá un exceso de concreto. Cada capa deberá ser envarillada uniformemente con una barra metálica de 16 mm de diámetro, con un extremo de forma semiesférica. Los golpes deberán producirse de tal forma que la capa que se esté compactando traslape ligeramente la capa subyacente. Si durante la compactación de las capas quedaran marcadas las huellas de la barra, se deberán golpear ligeramente los lados del molde con un mazo de goma hasta que desaparezcan las mismas.

Después de la compactación se procederá a retirar el concreto sobrante, enrasando su superficie y manipulándolo lo menos posible para dejar la cara lisa de forma tal que cumpla las tolerancias de acabado.

4°. Dejar los cilindros sin desmoldar 24 horas a una temperatura entre 16°C y 27°C Los cilindros se dejarán, sin tocarlas, hasta que hayan endurecido lo suficiente para resistir el manejo, de por lo menos, durante 24 horas después de su confección: La parte superior deberá quedar tapada con una arpillera húmeda o un material análogo para que no haya pérdida de humedad.

La temperatura no deberá ser inferior a los 16°C ni superior a los 27°C en el sitio en que se guarden los cilindros. Los cilindros que se dejen en la obra durante varios días a temperaturas bajas o altas darán resultados erróneos a menos que estén cuidadosamente protegidas. El tiempo máximo de permanencia en obra de los cilindros será de cuarenta y ocho horas, salvo excepciones justificadas. En ningún caso este plazo sobrepasará las setenta y dos horas.

5°. Curar y manejar cuidadosamente los cilindros: Una vez transcurridas al menos 24 horas desde su confección se

desmoldarán los cilindros y se colocarán en ambiente de saturación (95% de humedad relativa) o en agua, a una temperatura de $23^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$, o se enviarán a un laboratorio para un curado normalizado.

Se tendrá mucho cuidado en el manejo de los cilindros, ya que las que se dejen mover en un embalaje o ir “bailando” en una furgoneta pueden sufrir un daño considerable. Como elemento de amortiguación se usará arena, aserrín u otro material acojinado y adecuado.

6°. Utilizar una barra con punta redondeada La finalidad de envarillar el concreto en los moldes con una barra es la de compactar el concreto y liberarlo de huecos de aire que reducen la resistencia: Hay muchas personas que se valen para ello de una varilla de acero para la construcción que está siempre a mano. Otros se limitan exclusivamente a golpear el molde. Se ha comprobado que la barra de punta semiesférica de 16 mm de diámetro, hace mejor el trabajo por dos razones:

- a. Se desliza entre los áridos en vez de empujarlos como lo hace una varilla de punta chata o plana, con lo cual deja espacios libres al retirarse esta última.
- b. Al retirar la barra, el concreto debe cerrarse suavemente tras ella. La punta redondeada facilita esto, en tanto que una punta de forma plana o irregular actúa como se ve en la figura.

Un cilindro de concreto rara vez parece muy importante cuando se está haciendo; pero si más tarde hay dificultades o problemas en la obra, llega a ser inmediatamente un factor crítico tanto si la obra es de cientos como de millones

h) Características De Una Mala Fabricación De Cilindros De Concreto

Los cilindros de concreto son lo indicado en las normas costarricenses para la comprobación de la resistencia del concreto.

Un fabricante de concreto puede garantizar la resistencia de su producto, solamente si los cilindros se fabrican y curan de acuerdo con los métodos indicados en las normas.

Cuando la toma de muestras, moldeado y curado de los cilindros se aparta de lo especificado en las normas, las resistencias resultantes no tienen mucho significado.

Es difícil probar cuando han tenido lugar deficiencias en la preparación de las probetas cilíndricas. Sin embargo, hay algunos detalles indicativos de estos defectos que pueden ayudar al operador que ha fabricado concienzudamente un concreto a reivindicar la calidad del mismo. Dichos detalles son:

Muestreo Deficiente: Si un cilindro falla a baja resistencia y muestra una distribución irregular de agregados desde la parte superior a la inferior, o exceso de finos o de árido grueso, puede deducirse que ha habido un muestreo deficiente. Un ensayo de resistencia debe ser representativo de toda la masa del concreto. Por ello, las muestras tomadas deberán remezclarse completamente en una pastera, carretilla u otra superficie no absorbente, antes de moldear los cilindros.

A veces, un exceso de agregado grueso en el fondo del cilindro puede indicar el uso en su compactación de una barra con extremo plano, en vez de redondeado. En este caso, se observa generalmente una notable cantidad de finos en algunos centímetros de la parte superior del cilindro, lo mismo sucede en el caso que haya habido un exceso de vibración, si los cilindros se han compactado por este método, y desperfectos en las superficies de los cilindros

La presencia de grandes huecos en la superficie de los cilindros, indica normalmente que los cilindros no fueron fabricados correctamente. Los huecos reducen la sección transversal del cilindro con el consiguiente descenso en la resistencia.

Huecos Internos: La aparición de huecos internos, después de la falla del cilindro, puede indicar igualmente una inapropiada o insuficiente compactación de la misma. Se debe utilizar, si se compacta por envarillado, una barra de extremo redondeado, y dar 25 golpes a cada una de las tres capas en que se fabrica el cilindro. No deben nunca compactarse los cilindros con métodos inadecuados para la consistencia del concreto que se esté utilizando.

Así, se tendrá en cuenta que los concretos que por medio de aditivos tengan propiedades reoplásticas se compactarán con mesa vibratoria o con vibrador de aguja. En aquellos con asentamiento igual o mayor a 25 mm se utilizará la compactación por envarillado o vibrado. Finalmente, si el asentamiento medido es menor de 25 mm, la compactación se realizará por vibrado.

Evaporación Rápida De Agua En El Cilindro. El curado es una de las más importantes etapas en la buena fabricación del cilindro.

Cuando un cilindro da una baja resistencia debido una evaporación de agua de la misma, se observan diferencias de color en el interior de la superficie de falla. Aunque no sea siempre el caso, dichas diferencias suelen ser indicativas de un curado inadecuado, debiendo revisarse además las condiciones atmosféricas en las que fueron confeccionados los cilindros.

Manejo Poco Cuidadoso: Aunque un manejo poco cuidadoso es difícil de demostrar, es muy probable que se haya producido cuando los cilindros muestren líneas de falla anormales y grandes dispersiones en los resultados. Las probetas cilíndricas, deberán siempre ser llevadas al laboratorio, tan pronto como sea posible, después de las primeras veinticuatro horas de su fabricación.

Durante su transporte, los cilindros deberán ir convenientemente protegidos (almohadilladas con arena u otros materiales similares), de forma que no sufran golpes ni se produzcan evaporaciones en las mismas.

Cabeceado Deficiente: El paralelismo de las caras de las probetas cilíndricas es fundamental para obtener un resultado representativo. Las irregularidades en las caras pueden producir un descenso de hasta un 30 por ciento en los valores de las resistencias.

No se debe emplear un material de cabeceado menos resistente que el concreto que se esté ensayando. Por otra parte, deberá comprobarse que no existen huecos entre el cilindro y la capa de cabeceado. La presencia de líneas de falla anormales es un indicador de una probable falta de paralelismo entre las caras.

Es conveniente recordar siempre que, al igual que ocurre en la mayoría de los ensayos y con la mayoría de los materiales, aún cuando se sigan todas las especificaciones en cuanto a métodos y equipos, todavía pueden presentarse casos en la falla de los cilindros de concreto, que dejen asombrados a los expertos.

Es, además, una buena razón, por la que deberán de seguirse todas prescripciones de las normas, a fin de evitar las complicaciones descritas aquí.

Las crecientes exigencias de los proyectos y de las nuevas técnicas, han incrementado la necesidad de una calidad uniforme en el concreto. Esto hace que el humilde cilindro tenga todavía más importancia que la que a veces se le concede.

2.2.2. El Vidrio

Según la American Society for Testing Materials (ASTM), el vidrio es un: “Producto inorgánico de fusión, el cual se ha enfriado hasta un estado rígido pero sin sufrir cristalización.”

La (NEC, 2015) nos dice que el vidrio “Es una sustancia líquida subenfriada, sobre fundida, amorfa, dura, frágil, que es un complejo químico de silicatos sólidos y de cal que corresponde la fórmula: $\text{SiO}_2 \cdot (\text{Na}_2\text{O})_m$

(CaO) n. El silicato SiO₂, que constituye el elemento ácido, proviene de la arena silícica, limpia y seca.”²⁰

Los óxidos básicos provienen:

- Para el Na₂ O; del carbono o del sulfato de sodio
- Para el CaO y MgO; de la caliza natural (carbonato de calcio) y de la dolomita.

Es un material de gran dureza, frágil, transparente que permite el paso de la luz, por sus características es fácilmente recuperable. Concretamente el vidrio es 100 % reciclable, es decir, que a partir de un envase utilizado puede fabricarse uno nuevo o en su defecto productos que pueden tener las mismas características del primero. Esta facilidad de reutilización del vidrio abre un amplio abanico de posibilidades para que la sociedad pueda auto gestionarse de una manera fácil para el beneficio de su medioambiente.

a) Tipos De Vidrio (Abiente, 2017)

Vidrio Sódico: Formado por sílice (70-75%), sodio (12-18%) y calcio (5-14%), se caracteriza por ser un tipo de vidrio que se funde con mayor facilidad y su costo es sumamente barato, se emplea para elaborar vidrios planos, botellas, frascos, ventanas de edificios y otros objetos (Abiente, 2017).

Resiste a la acción disolvente del agua y los ácidos y tiene poco brillo. Este tipo de vidrio es económico (Abiente, 2017).

Vidrio de Plomo: Es un tipo de vidrio en el cual se sustituye el óxido de calcio por óxido de plomo, es transparente al igual que el vidrio sódico-cálcico pero mucho más denso por lo cual tiene mayor poder de refracción y de dispersión. (López y Martínez, s/f)

Se utiliza en la elaboración de vidrios ópticos añadiendo óxido de lantano, sus tonos están caracterizados por dispersar la luz de todos los colores (Abiente, 2017).

Vidrio de Borosilicato: Su principal componente es el óxido de boro (5-20%) que es inerte, difícil de fundir y de trabajar, tiene una alta resistencia a cambios bruscos de temperatura. (López y Martínez, s/f)

Se utiliza en la elaboración de utensilios de cocina, para el horno y de material de laboratorio.

Vidrio de Sílice: Formado por un 96% de sílice es el más duro y difícil de trabajar pues se emplea una costosa técnica al vacío para obtener un producto para usos especiales, que transmita energía ultravioleta y de infrarrojo con la menor pérdida de energía. (López y Martínez, s/f)

Tienen gran estabilidad y una temperatura de reblandecimiento elevada, soporta temperaturas de hasta 900 grados centígrados durante un período de tiempo prolongado.

b) Propiedades Del Vidrio

El vidrio es utilizado para una serie de aplicaciones que van desde botellas, vasos, ventanas, adornos, entre otros. Sus propiedades dependen principalmente de su composición, forma del envase, grado de recocido, entre otras. El color original del vidrio es verde, y es el menos perjudicial al momento de usarlo como reemplazo de la arena en el hormigón, ya que este reduce la reacción álcali-sílice. Sus propiedades se mantienen inalterables luego de ser reciclado (Abiente, 2017).

Propiedades Físicas-Mecánicas:

Fragilidad: La fragilidad es producida debido a tensiones generadas por fisuras imperceptibles en la superficie lo cual reduce su resistencia mecánica.

Dureza: El valor de la dureza del vidrio se encuentra entre 6 a 7 en la escala de Mohs. El vidrio templado tiene la misma dureza superficial que el vidrio recocido o crudo.

Elasticidad: El vidrio es un material frágil que presenta un comportamiento plástico cuando se encuentra a elevadas temperaturas, se deforma plásticamente desde 600 C y se funde a los 1000 C.

Peso Específico: El valor del peso específico del vidrio es de 2500 Kg/m³ lo cual le otorga al vidrio plano un peso de 2,5 kg/m² por cada milímetro de espesor, para vidrio comercial se usa generalmente un peso específico de 2.59 g/cm³.

Resistencia a la Tracción: La resistencia a la tracción del vidrio varía según la duración de la carga que se vaya a aplicar. Está en función de las micro fisuras presentes en la superficie, en la práctica está estimada alrededor de 1000 kg/cm² para vidrio templado y 400 kg/cm² para vidrio recocido. Para cargas permanentes, la resistencia a la tracción del vidrio disminuye en un 40%, pues mayor temperatura menor resistencia a la tracción.

Resistencia a la Flexión: La resistencia a la flexión de un material, es una medida que valora su resistencia durante la deformación, las fuerzas aplicadas en el vidrio se concentran en los defectos superficiales y pueden propagarse efectivamente debido a que es un material homogéneo.

Resistencia a la Compresión: La resistencia a la compresión define la capacidad de un material para soportar una carga aplicada verticalmente a su superficie, en el caso del vidrio este valor está alrededor de 1000 kg/cm² lo que indica su alta resistencia a fuerzas que tienden a comprimirlo.

Reacción Alkali-sílice en el Vidrio: Se genera por la presencia de ciertas condiciones que dan lugar a este tipo de reacción, el agregado de vidrio reciclado triturado presenta un contenido de sílice amorfo no cristalino, que reacciona con la pasta de cemento conteniendo los álcalis, que se generan cuando existe humedad; formando un gel viscoso que se expande y da lugar a la formación de grietas que se pueden observar superficialmente en el

hormigón. Una forma de controlar este tipo de reacción es utilizar cementos de bajo contenido alcalino, adicionando sales de litio como neutralizador, o usando vidrio de color verde el cual al ser triturado sus partículas no provocan reacciones expansivas en el hormigón.

c) El Vidrio Como Agregado En El Hormigón (Rivera, 2016)

A principios de la década de 1970 se realizaron los primeros estudios acerca de la utilización del vidrio como un agregado para la elaboración de hormigones. El vidrio es un material que da lugar a la reacción álcali-sílice siendo este uno de los principales inconvenientes para utilizarlo en la fabricación y que amerita un estudio exhaustivo (Rivera, 2016).

En su composición hay sílice amorfo (no- cristalino), el que al interactuar con los materiales que componen el hormigón (cemento Portland, agua, agregados, adiciones minerales y aditivos) da lugar a que se genere esta reacción, luego al combinarse con la pasta de cemento cuya naturaleza es alcalina y en presencia de humedad ataca al sílice presente en los agregados formando un gel silicato-alcalino viscoso, provocando la expansión del volumen y ocasionando grietas en la superficie exterior del hormigón (Rivera, 2016).

Es importante controlar esta expansión generada, principalmente por la serviciabilidad del hormigón estructural, se ha determinado que existe una estrecha relación entre el vidrio empleado y la expansión relativa en fragmentos de hormigón con vidrio como agregado, pues el color del vidrio depende básicamente de su composición química. El color del vidrio es un parámetro muy importante, en el medio encontramos colores como el verde, ámbar y transparente considerándose como más reactivo el de color transparente y el menos reactivo el de color verde, se propone entonces la utilización de partículas de este color para la elaboración del hormigón (Rivera, 2016).

Para poder controlar la reacción álcali-sílice se han propuesto varios aspectos entre los que podemos mencionar utilizar cementos de bajo contenido alcalino, cambiar la composición química de los cristales para hacerlo menos reactivos o aplicando capas protectoras al vidrio etc., en cualquiera de estos casos se debe tener cuidado de no afectar a la estructura química de los cristales pues cualquier cambio puede generar grandes diferencias en las piezas de hormigón elaboradas con este material (Rivera, 2016).

Un hormigón elaborado con vidrio como un material que forme parte del mismo da lugar a la creación de un producto nuevo que requiere del desarrollo de nuevas tecnologías que puedan ser utilizadas para su fabricación lo que es motivo de investigación (Rivera, 2016).

El problema de la reacción álcali-sílice no se limita al hormigón con agregados de vidrio, puede ocurrir también en hormigón convencional, si (de acuerdo con la definición del Comité ACI 116) el agregado contiene “ciertas rocas y minerales silíceos, tales como el sílex opalino, cuarzo tensa, y ácido vidrio volcánico”. “Si la reacción álcali-sílice en concreto regular está sujeta a esta incertidumbre, el vidrio como agregado tiene la “ventaja” de ninguna incertidumbre en este sentido, además, la química de vidrio de sosa-cal utilizada para envases de consumo común es bastante simple en comparación con la de la mayoría de los agregados naturales” (MEYER, 2001). Eso hace que el vidrio sea casi un agregado ideal para estudiar el fenómeno de la reacción álcali-sílice y buscar métodos para evitar o mitigar sus consecuencias (Rivera, 2016).

Por otro lado se ha determinado que la capacidad de absorción de agua es prácticamente cero en los cristales y dentro del diseño de mezclas de hormigón esto es considerado como una ventaja, al no tener problemas de absorción de agua no existen problemas por esponjamiento, por lo que para una determinada trabajabilidad (o un determinado asentamiento del cono) de una mezcla, podemos utilizar una menor relación agua-cemento, lo que permite mejorar la

resistencia a la compresión del hormigón sin utilizar aditivos (Rivera, 2016).

Otra ventaja que proporciona el vidrio es que genera una alta resistencia a la abrasión en los elementos de hormigón, lo cual permite que este material pueda ser utilizado en pavimentos, como por ejemplo carreteras, losas de aeropuertos, entre otros. Según esto es posible fabricar hormigones de alta resistencia con la incorporación de agregado de vidrio (Rivera, 2016).

Otro beneficio que proporciona el vidrio es que permite combinar los distintos colores utilizándolo como un elemento decorativo, finalmente puede ser utilizado como reemplazo del agregado fino para la elaboración del hormigón debido a que el vidrio triturado posee características similares a la arena pudiendo ser un material constitutivo en el concreto y de esta manera contribuir a la reducción de la cantidad de desechos que se depositan en los vertederos diariamente (Rivera, 2016).

d) Tratamiento Del Vidrio (Valencia, 2014)

La molienda de vidrio se hace considerando las disposiciones de la norma NCh163Of.1979, relativas a la granulometría que deben cumplir los áridos para la elaboración de morteros y hormigones. El vidrio utilizado en esta experiencia proviene de la recolección de botellas en su totalidad, sin hacerse distinciones de color, procedencia, forma, ni contenidos previos, esto con la finalidad de tener una muestra lo más parecida posible a los típicos desechos domiciliarios correspondientes a este material (Valencia, 2014).

Limpieza Del Vidrio: Las botellas recolectadas son sometidas a un lavado con agua caliente y detergente común, con la finalidad de remover cualquier residuo acumulado producto de su uso anterior, especialmente restos orgánicos, además de remover las etiquetas correspondientes a cada envase (Valencia, 2014).

El proceso es relativamente sencillo, debido a la naturaleza soluble de los adhesivos utilizados para la demarcación de las botellas, en su gran mayoría (Valencia, 2014).

Luego de limpiar y enjuagar las botellas se deben secar en su totalidad para evitar problemas en el proceso de trituración, sobre todo con el material fino o producido en la molienda (Valencia, 2014).

Triturado Del Vidrio: El proceso utilizado para la molienda de vidrio a rasgos generales fue el siguiente:

Primero se rompen las botellas parcialmente utilizando un martillo, las botellas fueron colocadas dentro de un contenedor plástico de dimensiones adecuadas para ello (Valencia, 2014).

Por último se descarga el molino y se tamiza parcialmente el material triturado, haciéndolo pasar por una malla de 5mm de abertura. Cabe mencionar que el tamizado realizado en este paso no es definitivo, el material obtenido después fue sometido a tamizado en el laboratorio LEMCO utilizando tamices normalizados, para separar los finos menores a 0,08mm y partículas mayores a 5mm (Valencia, 2014).

El proceso de molienda descrito se realiza reiteradas ocasiones, para obtener la cantidad deseada de material triturado. Para la correcta consecución de los pasos mencionados, fue necesario tomar resguardos por un tema de seguridad, debido a la naturaleza extremadamente abrasiva del material triturado, utilizando implementos de seguridad básicos como mascarilla, antiparras, guantes y zapatos de seguridad, teniendo especial cuidado con el material particulado más fino (Valencia, 2014).

El resultado de las moliendas es un material con una textura similar a la arena, con una cantidad considerable de finos debido a los ajustes hechos al tiempo de molienda, masa de vidrio utilizada en cada moliendo, cantidad y peso de las bolas usadas. Producto del trabajo de molienda, el material obtenido prácticamente no presenta

cantos vivos, al estar sometido a desgaste entre partículas, estas se van puliendo a medida que se ejecuta el proceso (Valencia, 2014).

El vidrio utilizado, al provenir de botellas, está compuesto básicamente por dióxido de silicio (conocido comúnmente como sílice, SiO_2), y óxido de sodio (Na_2O), es químicamente inerte, y transparente (Valencia, 2014).

El procedimiento para realizar el tamizado es el siguiente: Se hace pasar una muestra de material de masa determinada, obteniéndose distintas fracciones de dicha masa retenidos en cada tamiz, los cuales determinan la granulometría del árido en función de dichos porcentajes (Valencia, 2014).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Concreto simple:** Concreto que no tiene armadura de refuerzo (veredas, pavimentos).
- **Concreto armado:** Concreto que tiene armadura de refuerzo (fierro) para resistir esfuerzos (columnas, vigas, techo).
- **Concreto ciclópeo:** Concreto simple a cuya masa se agrega grandes piedras o bloques. No contiene armadura (cimienta).
- **Concreto premezclado:** Concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a la obra.
- **Concreto prefabricado:** Elementos de concreto simple o armado, fabricados en un lugar diferente a su posición final en la estructura
- **Limo y arcilla:** El limo es el material granular fino, sin propiedades plásticas, cuyas partículas tienen tamaños normalmente comprendidos entre 2 y 60 micras aproximadamente, en tanto que la arcilla corresponde al material más fino, integrado por partículas que son menores de 2 micras y que sí posee propiedades plásticas.
- **Materia orgánica:** La materia orgánica que contamina los agregados suele hallarse principalmente en forma de humus, fragmentos de raíces y plantas, y trozos de madera. La contaminación excesiva con estos materiales, básicamente en la arena, ocasiona interferencia en

el proceso normal de hidratación del cemento, afectando la resistencia y durabilidad del concreto.

- **Peso específico:** Es frecuente citar el término densidad al referirse a los agregados, pero aplicado más bien en sentido conceptual. Por definición(50), la densidad de un sólido es la masa de la unidad de volumen de su porción impermeable, a una temperatura especificada, y la densidad aparente es el mismo concepto, pero utilizando el peso en el aire en vez de la masa. Ambas determinaciones suelen expresarse en gramos entre centímetro cúbico (g/cm^3) y no son rigurosamente aplicadas en las pruebas que normalmente se utilizan en la tecnología del concreto, salvo en el caso del cemento y otros materiales finamente divididos.
- **Porosidad y absorción:** La porosidad de un cuerpo sólido es la relación de su volumen de vacíos entre su volumen total, incluyendo los vacíos, y se expresa como porcentaje en volumen. Todas las rocas que constituyen los agregados de peso normal son porosas en mayor o menor grado, pero algunas poseen un sistema de poros que incluye numerosos vacíos relativamente grandes (visibles al microscopio), que en su mayoría se hallan interconectados, y que las hace permeables. De este modo algunas rocas, aunque poseen un bajo porcentaje de porosidad, manifiestan un coeficiente de permeabilidad comparativamente alto, es decir, más que el contenido de vacíos influye en este aspecto su forma, tamaño y distribución. Por ejemplo, una roca de estructura granular con 1 por ciento de porosidad, puede manifestar el mismo coeficiente de permeabilidad al agua, que una pasta de cemento hidratada con 50 por ciento de porosidad (52) pero con un sistema de poros submicroscópicos.
- **Sanidad:** Entre los atributos que permiten definir la calidad física intrínseca de las rocas que constituyen los agregados, tiene mucha importancia la sanidad porque es buen índice de su desempeño predecible en el concreto. En la terminología aplicable (26), la sanidad se define como la condición de un sólido que se halla libre de grietas, defectos y fisuras. Particularizando para el caso de los agregados, la sanidad se describe como su aptitud para soportar la acción agresiva

a que se exponga el concreto que los contiene, especialmente la que corresponde al intemperismo. En estos términos, resulta evidente la estrecha relación que se plantea entre la sanidad de los agregados y la durabilidad del concreto en ciertas condiciones.

- **Resistencia mecánica:** De acuerdo con el aspecto general del concreto convencional, cuya descripción se hizo en 1.1, en este concreto las partículas de los agregados permanecen dispersas en la pasta de cemento y de este modo no se produce cabal contacto permanente entre ellas. En tal concepto, la resistencia mecánica del concreto endurecido, especialmente a compresión, depende más de la resistencia de la pasta de cemento y de su adherencia con los agregados, que de la resistencia propia de los agregados solos(45). Sin embargo, cuando se trata del concreto de muy alta resistencia, con valores superiores a los 500 kg./cm², o del concreto compactado con rodillo (CCR) en que si se produce contacto entre las partículas de los agregados, la resistencia mecánica de éstos adquiere mayor influencia en la del concreto.
- **Resistencia a la abrasión:** La resistencia que los agregados gruesos oponen a sufrir desgaste, rotura o desintegración de partículas por efecto de la abrasión, es una característica que suele considerarse como un índice de su calidad en general, y en particular de su capacidad para producir concretos durables en condiciones de servicio donde intervienen acciones deteriorantes de carácter abrasivo. Asimismo, se le considera un buen indicio de su aptitud para soportar sin daño, las acciones de quebrantamiento que frecuentemente recibe el agregado grueso en el curso de su manejo previo a la fabricación del concreto.
- **Módulo de elasticidad:** Las propiedades elásticas del agregado grueso, son características que interesan en la medida que afectan las correspondientes del concreto endurecido, en particular su módulo de elasticidad y su relación de Poisson.
- **Propiedades térmicas:** El comportamiento del concreto sometido a cambios de temperatura, resulta notablemente influido por las propiedades térmicas de los agregados; sin embargo, como estas

propiedades no constituyen normalmente una base para la selección de los agregados, lo procedente es verificar las propiedades térmicas que manifiesta el concreto, para tomarlas en cuenta al diseñar aquellas estructuras en que su influencia es importante. Entre las propiedades térmicas del concreto, la que interesa con mayor frecuencia para todo tipo de estructuras sujetas a cambios significativos de temperatura, es el coeficiente de expansión térmica lineal, que se define como el cambio de dimensión por unidad de longitud, que ocurre por cada grado de variación en la temperatura, y que se expresa de ordinario en millonésima

2.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

2.4.1. Hipótesis General

- La resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ mejora significativamente al sustituir parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido para obras civiles en la Ciudad del Cusco

2.3.2. Hipótesis Específicas

- El porcentaje óptimo de sustitución del agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido varía entre el 15% - 20%.
- La resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7,14,21, y 28 días de acuerdo con el diseño de mezclas presenta un incremento entre el 4% - 5%.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Variables 1

Vidrio.

2.5.2. Variables 2

Resistencia a la compresión

2.5.3. Operacionalización De Variables

VARIABLE	DEFINICION	DIMENCION	COMPONENTES	INDICADORES
VIDRIO	ELEMENTO QUE SERA OBTENIDO Y PROCESADO PARA PODER REEMPLAZAR PARCIALMENTE AL AGREGADO FINO EN UN CONCRETO DE F'C = 240 kg/cm ²	VIDRIO SODICO - CALCICO	VIDRIO MOLIDO	MOLIENDA
				GRANULOMETRIA
				CONTENIDO DE HUMEDAD
				PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
				PESO UNITARIO SUELTO
RESISTENCIA A LA COMPRESION	MEDIDA QUE SE OBTENDRA AL PONER A PRUEBA LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS BRIQUETAS FFABRICADAS CON CONCRETO PATRON, CONCRETO CON 20%, 35% Y 50% DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO, A LAS EDADES DE 7, 14, 21 Y 28 DIAS RESPECTIVAMENTE	TECNOLOGIA DEL CONCRETO	AGREGADO GRUESO	GRANULOMETRIA
				CONTENIDO DE HUMEDAD
				PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
				PESO UNITARIO SUELTO
				PESO UNITARIO COMPACTO
				DESGASTE POR ABRASION
			AGREGADO FINO	GRANULOMETRIA
				CONTENIDO DE HUMEDAD
				PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
				PESO UNITARIO SUELTO
		AGUA	CANTIDAD PESO-VOLUME	
		CEMENTO	TIPO	
		ESFUERZO DE COMPRESION AXIAL	RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL	FABRICACION DE BRIQUETAS
				LLENADO Y CURADO DE BRIQUETAS
				RESISTENCIA A LA COMPRESION

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo De Investigación

El proyecto de investigación “ANALISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240 \text{ KG/CM}^2$, SUSTITUYENDO PARCIALMENTE EL AGREGADO FINO DE LA CANTERA CORDOVA (HUAMBUTTIO) POR VIDRIO MOLIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO” es una investigación tecnológica – evaluativa, ya que se orienta a la obtención de un producto tangible y además se evalúa la calidad de este es decir se obtiene un tipo de concreto con mejores atributos de calidad de resistencia.

3.1.2. Nivel De Investigación

Observando la naturaleza del estudio de investigación, este es a nivel de laboratorio (experimental), ya que se realizarán ensayos a compresión en condiciones controladas, así mismo es a nivel de gabinete (analítico) ya que luego de haber obtenido los resultados estos serán analizados llegando a conclusiones generales

3.1.3. Metodología

El trabajo se realizará en dos ámbitos, la primera se realizará en laboratorio realizando un método experimental - descriptivo ya que se someterán a diferentes niveles de compresión, las briquetas de concreto previamente elaboradas y en condiciones controladas describiendo o registrando de forma cuantitativa las incidencias de los ensayos. La segunda se realizará en gabinete usando los datos obtenidos en la primera etapa, para realizar el análisis de los resultados diseño y el planteamiento conclusiones para cada caso utilizando para el caso una metodología inductiva es decir plantear incidencias específicas que lleven a conclusiones generales

3.1.4. Enfoque De Investigación

El presente trabajo de investigación presenta un enfoque mixto: cualitativo ya que estimara la calidad del concreto una vez sustituido el agregado fino por un porcentaje de vidrio molido y cuantitativo ya que los resultados obtenidos para analizar la resistencia a compresión serán medibles.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Población

La población está dada por el concreto $f'c=240\text{kg/cm}^2$ (en testigos) sustituyendo parcialmente el agregado fino proveniente de la cantera córdoba (Huambutio) por vidrio molido.

Tabla 03: Representación De La Cantidad De Testigos A Realizar

N° de Días	20 % de Vidrio Molido	35 % de Vidrio Molido	50 % de Vidrio Molido	0% de Vidrio Molido
7 Días	3 Repeticiones	3 Repeticiones	3 Repeticiones	3 Repeticiones
14 Días	3 Repeticiones	3 Repeticiones	3 repeticiones	3 repeticiones
21 Días	3 Repeticiones	3 Repeticiones	3 repeticiones	3 Repeticiones
28 Días	3 Repeticiones	3 Repeticiones	3 Repeticiones	3 Repeticiones
TOTAL	12	12	12	12

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Muestra

Conformada por 48 briquetas de concreto con una resistencia $f'c = 240$ kg/cm².

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 Técnicas

La técnica usada en la investigación será la observación para determinar incidencias adicionales que mostrara el concreto $f'c = 240$ Kg/cm² a los 7, 14,21, y 28 días una vez sustituido el agregado fino por un porcentaje de vidrio molido

Se utilizará también la técnica de la toma de datos para reflejar los resultados de los ensayos de laboratorio realizados al concreto $f'c = 240$ Kg/cm² a los 7,14,21, y 28 días una Vez Sustituido El Agregado Fino Por Un Porcentaje De Vidrio Molido

3.3.2 Instrumentos

a) Instrumentos Para La Obtención De Información

- Plantilla Excel para la toma de datos del ensayo de granulometría de agregado fino, agregado grueso y vidrio molido.
- Plantilla Excel para la toma de datos del ensayo de contenido de humedad del agregado fino, agregado grueso y vidrio molido.
- Plantilla Excel para la toma de datos del ensayo del peso específico y % de absorción del agregado fino, agregado grueso y vidrio molido.
- Plantilla Excel para la toma de datos del ensayo de peso unitario del agregado fino, agregado grueso y vidrio molido.
- Plantilla Excel para la toma de datos del ensayo de desgaste por abrasión del agregado grueso.
- Plantilla Excel para toma de datos del asentamiento (Slump).

- Plantilla Excel para toma de datos de la resistencia a la compresión de las briquetas a las edades de 7, 14, 21 y 28 días.
- Plantilla Excel para el procesamiento de datos del ensayo de granulometría de agregado fino, agregado grueso y vidrio molido.
- Plantilla Excel para el procesamiento de datos del ensayo de contenido de humedad del agregado fino, agregado grueso y vidrio molido.
- Plantilla Excel para el procesamiento de datos del ensayo del peso específico y % de absorción del agregado fino, agregado grueso y vidrio molido.
- Plantilla Excel para el procesamiento de datos del ensayo de peso unitario del agregado fino, agregado grueso y vidrio molido.
- Plantilla Excel para el procesamiento de datos del ensayo de desgaste por abrasión del agregado grueso.
- Plantilla Excel para el procesamiento de datos de la resistencia a la compresión de las briquetas a las edades de 7, 14, 21 y 28 días
- Plantilla Excel para el diseño de mezclas.
- Plantilla Excel para la evaluación de los esfuerzos de compresión axial.

3.4 OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. Información Complementaria

Para la obtención de información complementaria será necesario recurrir a una revisión bibliográfica y normativa para evaluar la resistencia a la compresión y las incidencias adicionales que mostrará el concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7, 14, 21, y 28 días una vez sustituido el agregado fino por cierto porcentaje de vidrio molido

3.4.2. Información Primaria

Para la obtención de información se recurrirá a ensayos de laboratorio donde se obtendrán los resultados para evaluar la resistencia a la compresión y las incidencias adicionales que mostrara el concreto $f'c =$

240 Kg/cm² a los 7, 14, 21, y 28 días una vez sustituido el agregado fino por un porcentaje de vidrio molido

3.5. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para este proyecto de investigación se utilizó material (agregados) provenientes de la cantera Córdova (Huambutio), la cual no tiene muy buena calidad, ya que cuenta con muchos elementos finos (limos y arcillas) en su composición, lo que hace que la calidad del concreto no sea la óptima.

Se utilizó vidrio común (botellas, ventanas rotas, etc.), llamado también vidrio de sílice o vidrio de cal, como sustituyente parcial del agregado fino, así también usamos agua potable (Seda Cusco) y cemento portland puzolánico tipo IP (Yura).

Se tomaron las características de los agregados tal cual arrojaron en los ensayos, ya que, al utilizar dicho material en obra, no se realizan mejora alguna, se usa tal cual llega de cantera, por ende, en dicho proyecto de investigación se toma como resultado los datos obtenidos tras realizar los ensayos mostrados en el ANEXO 02 y ANEXO 03.

El material debe ser el suficiente para la elaboración de las 48 briquetas y de todos los ensayos necesarios que se vayan a realizar en laboratorio

Agregado Grueso (Proveniente de la cantera Córdova (Huambutio))

- Contenido de humedad (NTP 339.185)
- Análisis granulométrico (NTP 400.037)
- Módulo de fineza (NTP 400.037)
- Peso específico (NTP 400.021)
- Absorción (NTP 400.021)
- Peso unitario (NTP 400.017)
- Abrasión (NTP 400.019)

Agregado Fino (Proveniente de la cantera Córdova (Huambutio))

- Contenido de humedad (NTP 339.185)
- Análisis granulométrico (NTP 400.037)
- Módulo de fineza (NTP 400.037)

- Peso específico (NTP 400.022)
- Absorción (NTP 400.022)
- Peso unitario (NTP 400.017)

Vidrio molido como sustituyente parcial del agregado fino

- Fase 1 de la molienda de vidrio
- Fase 2 de la molienda de vidrio
- Contenido de humedad (NTP 339.185)
- Análisis granulométrico (NTP 400.037)
- Módulo de fineza (NTP 400.037)
- Peso específico (NTP 400.022)
- Absorción (NTP 400.022)
- Peso unitario (NTP 400.017)

Cemento Portland Tipo IP

- Cementos Yura IP (NTP 334.090)
- Asentamiento del concreto
- Cono de Abrams (Slump) (NTP 339.035)
- Elaboración de testigos
- Llenado de briquetas (NTP 339.033)
- Curado de briquetas (NTP 339.033)
- Resistencia del concreto
- Resistencia a la compresión axial del concreto (NTP 339.034)

3.5.1. Equipos De Protección Personal (Epp)

El presente proyecto de investigación se tuvo especial cuidado con los equipos de protección personal, ya que se trabajó con vidrio molido, como se indica en el ANEXO 02 – 1

3.5.2. Obtención De Vidrio

Según PIGARS, a nivel provincial, se tiene que el 2.60 % de desecho es de vidrio común, sabiendo esto, la obtención de vidrio se realizó mediante visitas a establecimientos cuyos productos estén fuertemente ligadas al uso del vidrio (botellas) y centros de expendio de vidrios (vidrierías).

3.5.3. Molienda De Vidrio

Una vez obtenido el vidrio en su estado comercial, se tuvo que pasar a la siguiente etapa, la que consistía en la molienda, dicha molienda de vidrio se realizó en 2 fases, dichos procedimientos de las fases de molienda están detallados en el ANEXO 02 – 3.

3.5.4. Toma De Muestras De Los Agregados

El muestreo de los agregados se realizó para para la ejecución de los ensayos de laboratorio, se realizó de acuerdo con los parámetros de la NTP, dicho procedimiento esta detallado en el ANEXO 02 – 4.

3.5.5. Ensayo De Granulometría

Los ensayos de granulometría se realizarán para saber la distribución por tamaños de las partículas de los agregados y vidrio para la posterior preparación del concreto $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, estos ensayos se realizarán como indica la NTP 400.037, el procedimiento de granulometría esta detallado en el ANEXO 02 - 5

Tabla 04: Ensayo De Granulometría Del Agregado Grueso

(Procedimiento detallado en ANEXO 02 – 5.1)

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO		
PESO DE MUESTRA SECA, ANTES DE LAVADO:	1786.13	Gramos
PESO DE MUESTRA SECA, DESPUES DE LAVADO:	1775.86	Gramos
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (Gramos)	
1"	304.94	Gramos
3/4"	924.08	Gramos
1/2"	532.52	Gramos
3/8"	7.66	Gramos
N°4	1.26	Gramos
N°8	0.67	Gramos
N°16	0.29	Gramos
N°50	0.40	Gramos
Cazuela	1.34	Gramos
TOTAL	1773.16	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 05: Ensayo De Granulometría Del Agregado Fino

(Procedimiento detallado en ANEXO 02 – 5.2)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO		
PESO DE MUESTRA SECA, ANTES DE LAVADO:	1812.75	Gramos
PESO DE MUESTRA SECA, DESPUES DE LAVADO:	1560.41	Gramos
Tamiz N°	Peso Retenido (Gramos)	
3/8"	0.00	Gramos
N°4	244.03	Gramos
N°8	405.82	Gramos
N°16	303.09	Gramos
N°30	211.48	Gramos
N°50	156.70	Gramos
N°100	136.33	Gramos
N°200	100.78	Gramos
Cazuela	2.26	Gramos
Total	1560.49	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 06: Ensayo De Granulometría Del Vidrio Molido

(Procedimiento detallado en ANEXO 02 – 5.3)

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL VIDRIO MOLIDO		
PESO DE MUESTRA SECA, ANTES DE LAVADO:	633.50	Gramos
PESO DE MUESTRA SECA, DESPUES DE LAVADO:	633.00	Gramos
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (Gramos)	
3/8"	0.62	Gramos
N°4	120.56	Gramos
N°8	88.58	Gramos
N°16	69.87	Gramos
N°30	105.47	Gramos
N°50	99.84	Gramos
N°100	99.87	Gramos
N°200	41.58	Gramos
Cazuela	6.21	Gramos
TOTAL	632.60	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

3.5.6. Ensayo De Contenido De Humedad

Este ensayo sirvió para la determinación el total del porcentaje de humedad evaporable que podemos encontrar en nuestros agregados y vidrio, este ensayo se aplicó al agregado grueso, agregado fino y vidrio molido, según lo indicado en la NTP 339.185. El procedimiento del ensayo de contenido de humedad esta detallado en el ANEXO 02 - 6

Tabla 07: Contenido De Humedad Del Vidrio Molido

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL VIDRIO MOLIDO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
PESO DE CAPSULA	19.16	Gramos	20.51	Gramos	20.38	Gramos
CAPSULA + MUESTRA HUMEDA	92.95	Gramos	73.51	Gramos	66.80	Gramos
CAPSULA + MUESTRA SECA	92.70	Gramos	73.31	Gramos	66.65	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 08: Contenido De Humedad Del Ag. Fino

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AG. FINO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
PESO DE CAPSULA	84.75	Gramos	30.75	Gramos	39.82	Gramos
CAPSULA + MUESTRA HUMEDA	286.85	Gramos	254.55	Gramos	234.10	Gramos
CAPSULA + MUESTRA SECA	282.33	Gramos	249.46	Gramos	229.82	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 09: Contenido De Humedad Del Ag. Grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AG. GRUESO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
PESO DE CAPSULA	54.18	Gramos	31.37	Gramos	31.58	Gramos
CAPSULA + MUESTRA HUMEDA	416.26	Gramos	427.55	Gramos	483.52	Gramos
CAPSULA + MUESTRA SECA	415.07	Gramos	426.16	Gramos	482.10	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

3.5.7. Ensayo De Peso Específico Y Absorción De Los Agregados

Ensayo De Peso Específico Y Absorción Del Agregado Grueso: Este ensayo se realizó según la NTP 400.021, nos ayuda a determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca después haber sometido la muestra al remojo en agua durante 24 horas y la absorción después haber sometido la muestra al remojo en agua durante otras 24 horas. (Procedimiento detallado de dicho ensayo está especificado en el ANEXO 02 – 7.1)

Tabla 10: Peso Específico Y Absorción Del Ag. Grueso

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AG. GRUESO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
PESO DE MUESTRA SECA	846.67	Gramos	1520.90	Gramos
PESO DE MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	853.50	Gramos	1533.10	Gramos
PESO EN EL AGUA DE MUESTRA SATURADA	530.50	Gramos	951.49	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

Ensayo De Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino Y Vidrio

Molido: El ensayo para la determinación de peso específico y absorción del agregado fino y vidrio molido se determinó siguiendo los parámetros establecidos en la NTP 400.022. Procedimiento detallado en el ANEXO 02 – 7.2

Tabla 11: Peso Específico Y Absorción Del Ag. Fino

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AG. FINO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
TEMPERATURA DEL AGUA	20	°C	20	°C
PICNOMETRO N°	1	-	1	-
PESO DE MUESTRA SECA	294.99	Gramos	140.21	Gramos
PESO DE PICNOMETRO + AGUA	668.85	Gramos	668.85	Gramos
PESO DE PICNOMETRO + AGUA + MUESTRA	855.52	Gramos	757.58	Gramos
PESO DE MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	300.01	Gramos	142.60	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Peso Específico Y Absorción Del Vidrio Molido

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL VIDRIO MOLIDO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
TEMPERATURA DEL AGUA	20	°C	20	°C
PICNOMETRO N°	1	-	1	-
PESO DE MUESTRA SECA	296.36	Gramos	145.30	Gramos
PESO DE PICNOMETRO + AGUA	668.85	Gramos	668.85	Gramos
PESO DE PICNOMETRO + AGUA + MUESTRA	847.33	Gramos	756.36	Gramos
PESO DE MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	300.44	Gramos	147.30	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

3.5.8. Ensayo De Peso Unitario De Los Agregados

Ensayo cuyo objetivo es la determinación de los pesos unitarios sueltos y pesos unitarios compactos de los agregados, los parámetros de este ensayo están limitados por la NTP 400.017. (El procedimiento del peso unitario suelto de los agregados, peso unitario compactado del agregado grueso están detallados en el ANEXO 02 – 8)

Tabla 13: Ensayo De Peso Unitario Suelto De Los Agregados

PESO UNITARIO SUELTO DEL AG. GRUESO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11937.50	Gramos	11909.50	Gramos
PESO UNITARIO SUELTO DEL AG. FINO				
	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12228.50	Gramos	12207.50	Gramos
PESO UNITARIO SUELTO DEL VIDRIO MOLIDO				
	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11308.00	Gramos	11287.00	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

3.5.9. Ensayo De Peso Unitario Compactado De Los Agregados

(Proceso determinado en el ANEXO 02 – 8.2)

Tabla 14: Peso Unitario Varillado Del Ag. Grueso

PESO UNITARIO VARILLADO DEL AG. GRUESO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos
PESO DEL MOLDE + MUESTRA VARILLADA	12281.5	Gramos	12309.50	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

3.5.10 Ensayo De Abrasión

Este ensayo se hizo según los estándares dados por la NTP 400.019, sirve para la determinación de la resistencia al desgaste del agregado grueso, para ello se usa la máquina de los ángeles e implementos necesarios. (El ensayo de abrasión esta detallado en el ANEXO 02 – 9)

Tabla 15: Desgaste Por Abrasión En La Máquina De Los Ángeles

DESGASTE POR ABRASION EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES		
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	5001	Gramos
PESO DE LA MUESTRA RETENIDA EN TAMIZ N°12 DESPUES DEL ENSAYO	3855	Gramos
DIFERENCIA DE PESOS	1146	Gramos

Fuente: Elaboración Propia

3.5.11. Fabricación De Briquetas De Concreto F´C = 240 Kg/Cm2

Esta etapa corresponde a la fabricación de especímenes cilíndricos (briquetas) con concreto $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, este proceso se realizó con los estándares que indica la NTP 339.033. (El procedimiento de fabricación de briquetas esta detallada en el ANEXO 02 – 10)

3.5.12. Determinación Del Asentamiento De Concreto

Este proceso sirve para determinar cuál es el asentamiento o slump de la mezcla, dicho proceso se realizó bajo resguardo de la NTP 339.035 (El procedimiento esta detallado en el ANEXO 02 – 10.2)

Tabla 16: Determinación De Asentamiento Del Concreto (Slump En Pulg)

DETERMINACIÓN DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP EN PULG)						
PRIMERA ETAPA						
DESCRIPCION	TANDA 1			TANDA 2		
	SLUMP BRIQUETA 1	SLUMP BRIQUETA 2	SLUMP BRIQUET A 3	SLUMP BRIQUET A 1	SLUMP BRIQUETA 2	SLUMP BRIQUETA 3
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 0% DE VIDRIO MOLIDO	2"	2"	2"	3"	3"	3"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 20% DE VIDRIO MOLIDO	2.5"	2.5"	2.5"	3"	3"	3"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 35% DE VIDRIO MOLIDO	1.5"	1.5"	1.5"	3"	3"	3"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 50% DE VIDRIO MOLIDO	3"	3"	3"	2.5"	2.5"	2.5"
SEGUNDA ETAPA						
DESCRIPCION	TANDA 1			TANDA 2		
	SLUMP BRIQUET A 1	SLUMP BRIQUET A 2	SLUMP BRIQUETA 3	SLUMP BRIQUETA 1	SLUMP BRIQUETA 2	SLUMP BRIQUETA 3
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 0% DE VIDRIO MOLIDO	2.5"	2.5"	2.5"	2.5"	2.5"	2.5"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 20% DE VIDRIO MOLIDO	3"	3"	3"	2"	2"	2"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 35% DE VIDRIO MOLIDO	3"	3"	3"	2.5"	2.5"	2.5"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 50% DE VIDRIO MOLIDO	3"	3"	3"	3"	3"	3"

Fuente: Elaboración Propia

3.5.13. Llenado Y Curado De Briquetas

Este procedimiento se ejecutó bajo resguardo de la NTP 339.033. (El procedimiento de llenado y curado de los especímenes están detallados en el ANEXO 02 – 10.3 y 10.4

3.5.14. Ensayo De La Resistencia A La Compresión De Briquetas

Este ensayo determina la resistencia a la compresión del concreto, consiste en la aplicación de una carga axial en una determinada área, dicho ensayo se realizó bajo los estándares de la NTP 339.034. La resistencia a la compresión se aplicó a los 7, 14, 21 y 28 días, el procedimiento del ensayo de resistencia a la compresión a la cual fueron sometidos los especímenes está con más detalle en el ANEXO 02 - 11

Tabla 17: Recolección De Datos De La Resistencia A La Compresión Del Concreto F´C = 240kg/Cm2 (Patrón) A Las Distintas Edades

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 (PATRON)			
A LOS 7 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 1 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	20.40 Mpa
M 2 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	20.80 Mpa
M 3 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	20.55 Mpa
A LOS 14 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 4 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	21.53 Mpa
M 5 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	21.43 Mpa
M 6 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	22.18 Mpa
A LOS 21 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 4 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	25.25 Mpa
M 8 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	25.50 Mpa
M 9 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	24.98 Mpa
A LOS 28 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 10 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	26.04 Mpa
M 11 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	26.40 Mpa
M 12 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	25.71 Mpa

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18: Recolección De Datos De La Resistencia A La Compresión Del Concreto F´C = 240kg/Cm2 Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F´C = 240KG/CM2 SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO			
A LOS 7 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 1 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	17.96 Mpa
M 2 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	18.21 Mpa
M 3 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	17.83 Mpa
A LOS 14 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 4 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	21.61 Mpa
M 5 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	21.02 Mpa
M 6 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	20.93 Mpa
A LOS 21 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 7 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	25.80 Mpa
M 8 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	25.63 Mpa
M 9 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	26.18 Mpa
A LOS 28 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 10 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	27.01 Mpa
M 11 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	26.98 Mpa
M 12 - 20% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	27.41 Mpa

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Recolección De Datos De La Resistencia A La Compresión Del Concreto F´C = 240kg/Cm2 Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F´C = 240KG/CM2 SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO			
A LOS 7 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENSIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 1 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	16.83 Mpa
M 2 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	17.01 Mpa
M 3 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	16.58 Mpa
A LOS 14 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENSIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 4 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	17.97 Mpa
M 5 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	18.48 Mpa
M 6 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	17.98 Mpa
A LOS 21 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENSIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 7 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	21.26 Mpa
M 8 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	21.65 Mpa
M 9 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	21.17 Mpa
A LOS 28 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENSIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 10 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	22.68 Mpa
M 11 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	21.99 Mpa
M 12 - 35% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	22.74 Mpa

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20: Recolección De Datos De La Resistencia A La Compresión Del Concreto F'c = 240kg/Cm2 Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c = 240KG/CM2 SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO			
A LOS 7 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 1 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	10.14 Mpa
M 2 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	9.73 Mpa
M 3 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	9.98 Mpa
A LOS 14 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 4 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	13.88 Mpa
M 5 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	14.37 Mpa
M 6 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	14.07 Mpa
A LOS 21 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 7 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	17.49 Mpa
M 8 - 50% VIDRIO MO LIDO	15.24 cm	30.48 cm	17.17 Mpa
M 9 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	16.94 Mpa
A LOS 28 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 10 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	18.94 Mpa
M 11 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	19.61 Mpa
M 12 - 50% VIDRIO MOLIDO	15.24 cm	30.48 cm	18.77 Mpa

Fuente: Elaboración Propia

3.6. DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f'c = 240 \text{ KG/CM}^2$

El diseño de mezcla para concreto $f'c = 240 \text{ Kg/CM}^2$ se llevó a cabo por el método ACI 211

El diseño se realizó una vez obtenido los resultados y posteriormente el procesamiento de datos de los ensayos realizados al agregado grueso, agregado fino, cemento y agua, dicho procesamiento de datos esta detallada en el ANEXO 02 y posteriormente en el ANEXO 03. Para la obtención de las resistencias finales de nuestros testigos de concreto, se realizó un diseño patrón, seguidamente se realizó la debida sustitución parcial del agregado fino por vidrio molido

3.6.1. Características De Los Componentes Del Concreto p $F'c = 240 \text{ Kg/CM}^2$ (Proceso determinado en el ANEXO 4 – 1)

Cemento

Tabla 21: Características Del Cemento

CARACTERISTICAS DEL CEMENTO	
Marca	Yura
Tipo	Puzolánico IP
Peso específico	2.82 Gr/Cm3
Peso volumétrico	1500 kg/m3

Fuente: Elaboración Propia

Agua

Tabla 22: Características Del Agua

CARACTERISTICAS DEL ÁGUA	
Agua	Agua de la red pública - Cusco

Fuente: Elaboración Propia

Agregado Grueso

Tabla 23: Características Del Agregado Grueso

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO	
Perfil	Agregado anguloso
% de contenido de humedad	0.33%
% de finos	0.57%
Tamaño Max. absoluto	1 1/2"
Tamaño Max. nominal	1"
Módulo de fineza	7.63
Peso específico	2.62 Gr/Cm ³
% de absorción	0.80%
Peso unitario compactado	1578.16 Kg/Cm ³
% de vacíos compactado	39.72%
Peso unitario suelto	1456.70 Kg/Cm ³
% de vacíos suelto	44.36 %

Fuente: Elaboración Propia

Agregado fino

Tabla 24: Características Del Agregado Fino

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO	
Perfil	Agregado arena gruesa
% de contenido de humedad	2.29%
% de finos	13.92%
Módulo de fineza	3.19
Peso específico	2.73 Gr/Cm ³
% de absorción	1.70%
Peso unitario suelto	1552.86 Kg/Cm ³
% de vacíos suelto	43.02 %

Fuente: Elaboración Propia

Vidrio

Tabla 25: Características Del Vidrio Molido

CARACTERÍSTICAS DEL VIDRIO MOLIDO	
Perfil	Vidrio molido
% de contenido de humedad	0.35%
% de finos	0.08%
Módulo de fineza	5.08
Peso específico	2.52 Gr/Cm ³
% de absorción	1.38%
Peso unitario suelto	1252.31 Kg/Cm ³
% de vacíos suelto	50.22 %

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2. Determinación Del Asentamiento (Slump) Del Concreto F'c = 240 Kg/Cm²

La selección del revenimiento (Slump) se da en relación con el tipo de construcción, en caso nuestro consideraremos concreto masivo, dicho proceso esta detallado en el ANEXO 04 – 2

Tabla 26: Determinación Del Asentamiento

DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO		
Slump asentamiento	75mm	3"

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3. Determinación De La Resistencia De Diseño Del Concreto $f'c = 240 \text{ Kg/Cm}^2$

La selección de la resistencia promedio requerida del diseño o factor de seguridad se llevará a cabo según los parámetros de la norma E.060 – concreto armado, como se detalla en el ANEXO 04 – 3

Tabla 27: Determinación De La Resistencia Del Concreto $f'c = 240$

$f'c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'cr = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'cr = f'c + 84 \text{ kg/cm}^2$
$350 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c$	$f'cr = f'c + 98 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia

3.6.4. Determinación Del Contenido De Aire Atrapado Por M3 Del Concreto $f'c = 240 \text{ Kg/Cm}^2$ (Proceso detallado en el ANEXO 04 – 4)

Tabla 28: Contenido De Aire Atrapado

Contenido de aire retenido por m3 de concreto	1.50 %
---	--------

Fuente: Elaboración Propia

3.6.5. Determinación Del Agua Por M3 Cubico De Concreto (Proceso detallado en el ANEXO 04 – 5)

Tabla 29: Determinación Del Agua Por M3

Volumen de agua por m3 de concreto	193 Lts/m3
------------------------------------	------------

Fuente: Elaboración Propia

3.6.6. Determinación De Relación De Agua/Cemento Para Concreto $f'c = 240 \text{ Kg/Cm}^2$

La relación agua/cemento se determina según la resistencia promedio requerida, siendo un concreto sin aire incorporado, tal como se indica en el ANEXO 04 – 6

Tabla 30: Determinación De Relación De Agua/Cemento

Agua / Cemento	0.52
----------------	------

Fuente: Elaboración Propia

3.6.7. Determinación De La Cantidad De Cemento

La cantidad de cemento y el factor cemento esta detallada en el ANEXO 04 – 7

Tabla 31: Determinación De La Cantidad De Cemento

Cemento	Cantidad de cemento	373.74 Kg/m ³
	Factor cemento	8.79 Bol/m ³

Fuente: Elaboración Propia

3.6.8. Determinación Del Peso Del Agregado Grueso

La determinación del peso del agregado grueso esta detallada en el ANEXO 04 – 8

Tabla 32: Determinación Del Peso Del Agregado Grueso

Peso seco del agregado grueso (Kg/m ³)	964.11
--	--------

Fuente: Elaboración Propia

3.6.9. Determinación Del Volumen Absoluto De La Mezcla Por Metro Cubico

Los volúmenes absolutos de la mezcla están detallados en el ANEXO 04 - 9

Tabla 33: Determinación Del Volumen Absoluto De La Mezcla

COMPONENTES	PESO (KG)	PESO ESPECÍFICO (KG/M3)	VOLUMEN ABSOLUTO (M3)
Agua	193.00 Kg	1000 kg/m ³	0.1930 m ³
Cemento	373.74 Kg	2820 kg/m ³	0.1325 m ³
Aire	1.50 %	-	0.0150 m ³
Volumen absoluto TOTAL DE LA MEZCLA (m ³)			0.3405 m ³

Fuente: Elaboración Propia

3.6.10. Determinación Del Volumen Absoluto De Los Agregados Por Metro Cubico

Tras obtener el volumen absoluto total de la mezcla, procedemos a sustraer dicho volumen de 1 metro cubico, el resultado será el volumen absoluto de los agregados finos y gruesos, tal como se detalla en el ANEXO 04. -10

Tabla 34: Determinación Del Volumen Absoluto De Los Agregados

Volumen absoluto del agregado grueso	0.3682 m3
Volumen absoluto del agregado fino	0.2912 m3

Fuente: Elaboración Propia

3.6.11. Determinación Del Peso Del Agregado Fino

Proceso determinado en el ANEXO 04 – 11

Tabla 35: Peso Del Agregado Fino

Peso del agregado fino	793.67 kg
------------------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

3.6.12. Presentación De Pesos De Materiales En Estado Seco

Proceso determinado en el ANEXO 04 – 12

Tabla 36: Presentación De Los Pesos Secos

PRESENTACIÓN DE LOS PESOS SECOS	
MATERIALES	PESO SECO
CEMENTO	373.74 kg
AGREGADO FINO	793.67 kg
AGREGADO GRUESO	964.11 kg
AGUA	193 kg

Fuente: Elaboración Propia

3.6.13. Determinación De La Corrección Por Humedad De Los Agregados (La corrección por humedad de los agregados esta detallada en el ANEXO 04 – 13)

Tabla 37: Determinación De Los Pesos De Los Agregado Una Vez Sometidos A La Corrección Por Humedad

DETERMINACIÓN DE LOS PESOS	
Agregados	Corrección por humedad
Agregado grueso	967.32 kg
Agregado fino	811.83 kg

Fuente: Elaboración Propia

3.6.14. Determinación De Los Ajustes Por Humedad Y Absorción De Los Agregados (Los ajustes por humedad y absorción están detallados en el ANEXO 04 -14)

Tabla 38: Determinación De Los Ajustes Por Humedad Y Absorción De Los Agregados

DETERMINACIÓN DE LOS AJUSTES POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS	
<u>AGUA</u>	<u>DATO</u>
Agua de Diseño	193 litros
Agua Efectiva	192.83 litros

Fuente: Elaboración Propia

3.6.15. Pesos Finales Corregidos

Los pesos finales corregidos, se determinaron a partir de los datos obtenidos en los ANEXOS 03 y ANEXOS 04 -15

Tabla 39: Presentación De Los Pesos Finales Corregidos De Los Materiales

PRESENTACIÓN DE LOS PESOS FINALES CORREGIDOS DE LOS MATERIALES	
<u>MATERIALES</u>	<u>PESO CORREGIDOS</u>
CEMENTO	392.43 kg
AGREGADO FINO	852.43 kg
AGREGADO GRUESO	1015.68 kg
AGUA	202.47 kg

Fuente: Elaboración Propia

3.6.16. Determinación Del Proporciónamiento

La proporción en peso y volumen se determinaron a partir de los resultados obtenidos en los ANEXOS 03 y ANEXOS 04 – 16

Tabla 40: Presentación Del Proporcionamiento En Peso y volumen

PRESENTACION DEL PROPORCIONAMIENTO				
PROPORCIONAMIENTO EN PESO				
CEMENTO	AG. GRUESO	AG. FINO	Vidrio M.	AGUA
1 kg	2.59 kg	2.17 kg	0 kg	0.516 litros
1 bolsa	110.00 kg	92.32 kg	0 kg	21.93 litros
PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m3 DE CONCRETO (PATRON)				
9.23 Bol.	1015.68 Kg	852.43 Kg	0 kg	202.47 litros
PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m3 DE CONCRETO (20% V.M.)				
9.23 Bol.	1015.68 Kg	681.94 Kg	170.49 kg	202.47 litros
PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m3 DE CONCRETO (35% V.M.)				
9.23 Bol.	1015.68 Kg	554.08 kg	298.35 kg	202.47 litros
PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m3 DE CONCRETO (50% V.M.)				
9.23 Bol.	1015.68 Kg	426.21 Kg	426.21 kg	202.47 litros
PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN				
CEMENTO	AG. GRUESO	AG. FINO	Vidrio M.	AGUA
1 m3	2.67 m3	2.10 m3	0 m3	773.91 litros
1 bolsa	0.0755 m3	0.0595 m3	0 m3	21.93 litros
PROPORCIONAMIENTO EN COLUMEN POR m3 DE CONCRETO (PATRON)				
9.23 Bol.	0.6972 m3	0.5489 m3	0 m3	202.47 litros
PROPORCIONAMIENTO EN COLUMEN POR m3 DE CONCRETO (20% V.M.)				
9.23 Bol.	0.6972 m3	0.4392 m3	0.1361 m3	202.47 litros
PROPORCIONAMIENTO EN COLUMEN POR m3 DE CONCRETO (35% V.M.)				
9.23 Bol.	0.6972 m3	0.3568 m3	0.2382 m3	202.47 litros
PROPORCIONAMIENTO EN COLUMEN POR m3 DE CONCRETO (50% V.M.)				
9.23 Bol.	0.6972 m3	0.2745 m3	0.3403 m3	202.47 litros

Fuente: Elaboración Propia

3.6.17. Determinación De Las Dosificación Del Concreto

Las dosificaciones del concreto patrón y concretos con cierto porcentaje de vidrio sustituido se determinaron a partir de los resultados obtenidos en los ANEXOS 03 y ANEXOS 04 -17

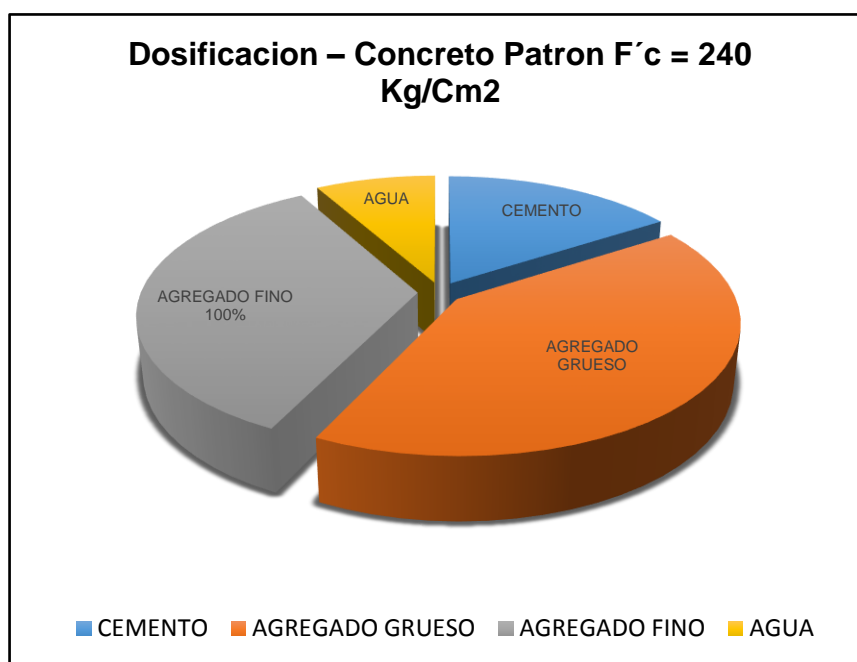
a) Concreto -Patrón

Tabla 41: Presentación De La Dosificación Del Concreto -Patrón

DOSIFICACION – CONCRETO PATRON F´C = 240 KG/CM2		
NUMERO DE BRIQUETAS	3 unidades	100%
CEMENTO	6.873 kg	100%
AGREGADO GRUESO	17.789 kg	100%
AGREGADO FINO	14.929 kg	100%
AGUA	3.546 litros	100%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 01: Dosificación Del Concreto Patrón



Fuente: Elaboración Propia

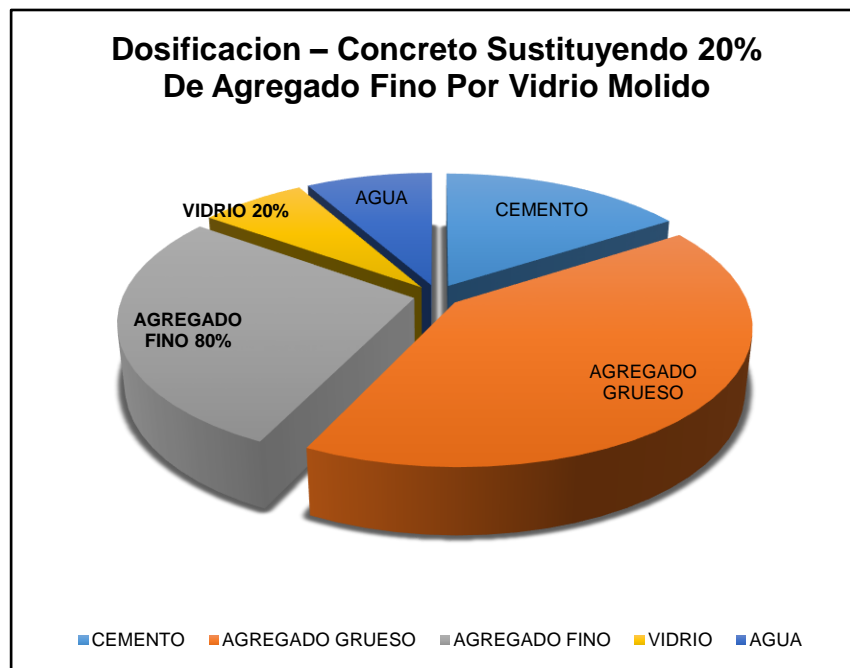
b) 20% De Agregado Fino de Vidrio Molido

Tabla 42: Presentación De La Dosificación Del Concreto – Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido

DOSIFICACION – CONCRETO SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO			
NUMERO DE BRIQUETAS	3 unidades	100%	
CEMENTO	6.873 kg	100%	
AGREGADO GRUESO	17.789 kg	100%	
AGREGADO FINO	11.9432 kg	80%	
VIDRIO	2.9858 kg	20%	
AGUA	3.546 litros	100%	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 02: Dosificación – Concreto Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido



Fuente: Elaboración Propia

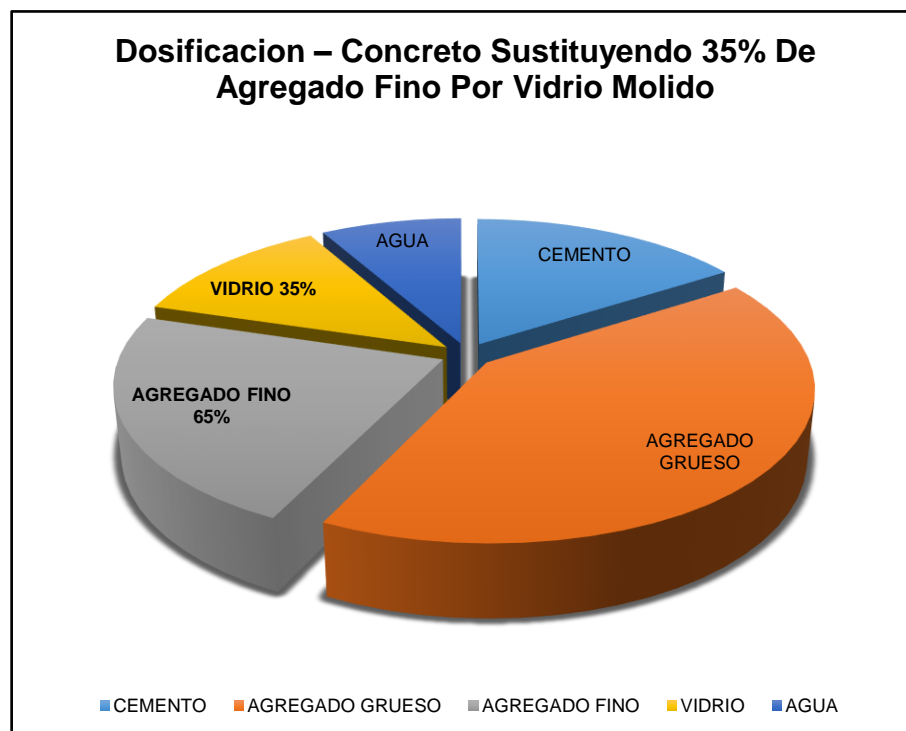
c) 35% De Agregado Fino de Vidrio Molido

Tabla 43: Presentación De La Dosificación Del Concreto – Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido

DOSIFICACION – CONCRETO SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO			
NUMERO DE BRIQUETAS	3 unidades		100%
CEMENTO	6.873 kg		100%
AGREGADO GRUESO	17.789 kg		100%
AGREGADO FINO	9.7039 kg		65%
VIDRIO	5.2252 kg		35%
AGUA	3.546 litros		100%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 03: Dosificación Del Concreto Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido



Fuente: Elaboración Propia

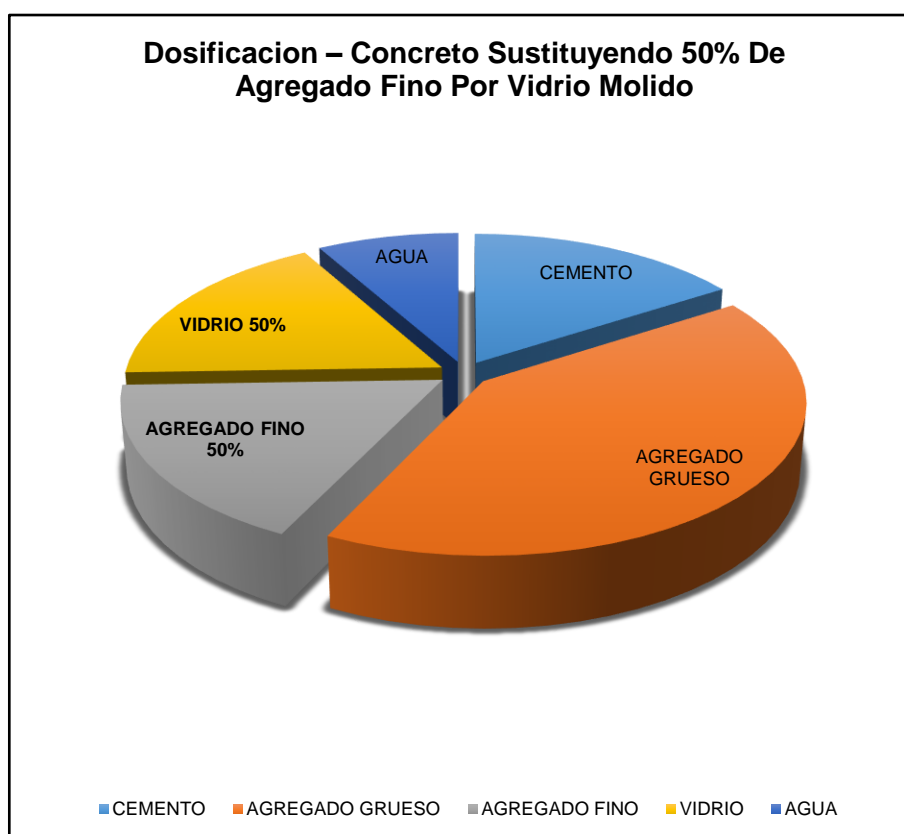
d) 50% De Agregado Fino de Vidrio Molido

Tabla 44: Presentación De La Dosificación Del Concreto – Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido

DOSIFICACION – CONCRETO SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO		
NUMERO DE BRIQUETAS	3 unidades	100%
CEMENTO	6.873 kg	100%
AGREGADO GRUESO	17.789 kg	100%
AGREGADO FINO	7.4645 kg	50%
VIDRIO	7.4645 kg	50%
AGUA	3.546 litros	100%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 04: Dosificación Del Concreto Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido



Fuente: Elaboración Propia

3.7. PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c = 240 KG/CM2 A LOS 7, 14, 21 Y 28 DIAS

3.7.1. Resistencia A La Compresión Del Concreto Patrón F'c = 240 Kg/Cm2

Tabla 45: Resistencia A La Compresión Del Concreto Patrón F'c = 240 Kg/Cm2 A Los 7, 14, 21 Y 28 Días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN F'c = 240 KG/CM2							
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 7 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO PATRON (0% DE VIDRIO MOLIDO)	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	208.02	209.89	± 2.06
	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	212.10		
	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	209.55		
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 14 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO PATRON (0% DE VIDRIO MOLIDO)	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	219.55	221.42	± 4.15
	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	218.53		
	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	226.17		
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 21 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO PATRON (0% DE VIDRIO MOLIDO)	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	257.48	257.41	± 2.65
	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	260.03		
	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	254.73		

CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 28 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	f'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO PATRON (0% DE VIDRIO MOLIDO)	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	265.54	265.64	± 3.52
	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	269.21		
	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	262.17		

Fuente: Elaboración Propia

3.7.2. Resistencia A La compresión Del Concreto F'c = 240 Kg/Cm2 Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Los 7, 14, 21 Y 28 Días

**Tabla 46: Resistencia A La compresión Del Concreto F'c = 240 Kg/Cm2
Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Los 7, 14, 21 Y
28 Días**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 240 KG/CM2 SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO							
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 7 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO 20% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	183.14	183.55	± 1.97
	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	185.69		
	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	181.82		
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 14 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO 20% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	220.36	216.04	± 3.77
	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	214.35		
	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	213.43		

CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 21 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO 20% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	263.09	263.80	± 2.87
	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	261.35		
	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	266.96		
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 28 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO 20% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	275.43	276.68	± 2.45
	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	275.12		
	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	279.51		

Fuente: Elaboración Propia

3.7.3. Resistencia A La Compresión Del Concreto F'c = 240 Kg/Cm2 Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Los 7, 14, 21 Y 28 Días

**Tabla 47: Resistencia A La Compresión Del Concreto F'c = 240 Kg/Cm2
Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Los 7, 14, 21 Y
28 Días**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 240 KG/CM2 SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO							
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 7 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO – SUSTITUYEN DO 35% DE AG. FINO	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	171.62	171.38	± 2.20
	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	173.45		

POR VIDRIO MOLIDO	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	169.07		
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 14 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desvia ción estánd ar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO – SUSTITUYEN DO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	183.24	185.01	± 2.97
	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	188.44		
	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	183.35		
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 21 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO – SUSTITUYEN DO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	216.79	217.81	± 2.60
	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	220.77		
	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	215.87		
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 28 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO – SUSTITUYEN DO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	231.27	229.13	± 4.25
	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	224.24		
	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	231.88		

Fuente: Elaboración Propia

**3.7.4. Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'c = 240 \text{ Kg/Cm}^2$
Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido**

**Tabla 48: Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'c = 240 \text{ Kg/Cm}^2$
Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Los 7, 14, 21 Y
28 Días**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c = 240 \text{ KG/CM}^2$ SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO							
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 7 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	103.40	101.46	± 2.11
	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	99.22		
	7 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	101.77		
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 14 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	141.54	143.85	± 2.52
	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	146.53		
	14 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	143.47		
CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION 21 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO 50% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	178.35	175.39	± 2.82
	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	175.09		
	21 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	172.74		

CONCRETO	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION A 28 DIAS					
		DIMENCIONES			F'c Kg/cm2	F'c PROMEDIO (Kg/Cm2)	Desviación estándar
		∅ (cm)	H (cm)	Volumen (m3)			
CONCRETO 50% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	193.13	194.83	± 4.53
	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	199.97		
	28 DIAS	0.1524	0.3048	0.00556	191.40		

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUCIONES DE LA
INVESTIGACION

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

Los resultados obtenidos de acuerdo con la investigación realizada, tras someter a las briquetas a una fuerza de compresión axial a las edades de 7, 14, 21 y 28 días son los siguientes.

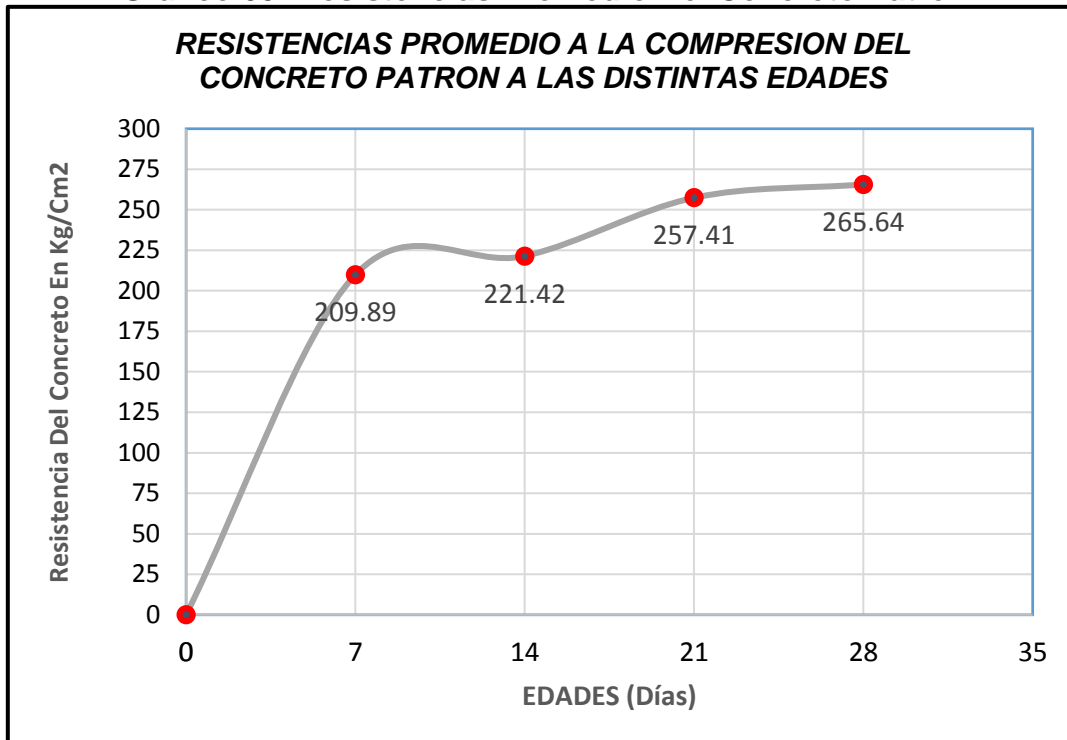
4.1. RESULTADO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'c = 240 \text{ KG/CM}^2$

4.1.1. Resultado De La Resistencia Del Concreto Patrón $F'c = 240 \text{ Kg/Cm}^2$

Tabla 49: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto Patrón A Las Distintas Edades

RESISTENCIAS PROMEDIO A LA COMPRESION DEL CONCRETO PATRON A LAS DISTINTAS EDADES					
	EDAD	F'c PROMEDIO (Kg/cm ²)	Desviación estándar (kg/cm ²)	F'c PROMEDIO (%)	Desviación estándar (%)
CONCRETO PATRON	7 DIAS	209.89	± 2.06	87.46%	± 0.86%
	14 DIAS	221.42	± 4.15	92.26%	± 1.73%
	21 DIAS	257.41	± 2.65	107.25%	± 1.10%
	28 DIAS	265.64	± 3.52	110.68%	± 1.47%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 05: Resistencias Promedio Del Concreto Patrón

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACION: La resistencia promedio del concreto patrón como es de esperarse presentó su máxima resistencia a los 28 días llegando incluso a superar los $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, y dar como resultado los $f'c = 265.64 \text{ kg/cm}^2$ debido a la rigurosidad con que se trabajaron los componentes de la mezcla.

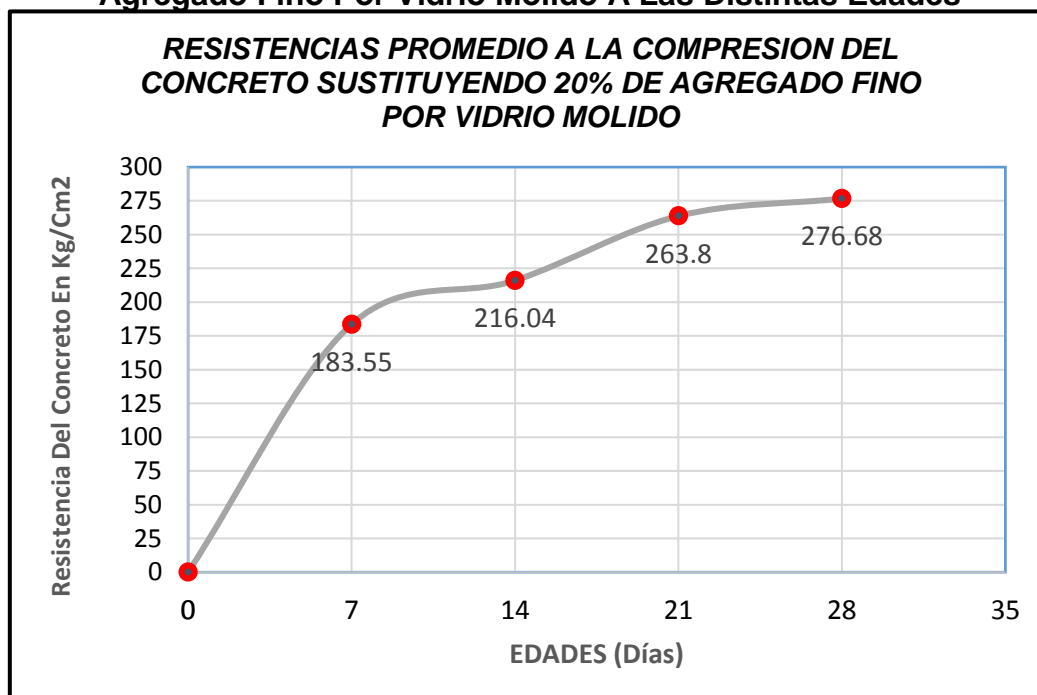
4.1.2. Resultados De La Resistencia A Compresión Del Concreto Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido

Tabla 50: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades

RESISTENCIAS PROMEDIO A LA COMPRESION DEL CONCRETO SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO					
	EDAD	F'c PROMEDIO (Kg/cm2)	Desviación estándar (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (%)	Desviación estándar (%)
CONCRETO SUSTITUYENDO 20% DE AGRGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO	7 DIAS	183.55	± 1.97	76.48%	± 0.82%
	14 DIAS	216.04	± 3.77	90.02%	± 1.57%
	21 DIAS	263.80	± 2.87	109.92%	± 1.20%
	28 DIAS	276.68	± 2.45	115.29%	± 1.02%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 06: Resistencias Promedio Del Concreto Sustituyendo 20% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACION: La resistencia promedio del concreto sustituyendo 20% de agregado fino por vidrio molido a las distintas edades presento su máxima resistencia a los 28 días llegando incluso a superar a los $f'c = 265.64 \text{ kg/cm}^2$ presentados por el concreto patrón y dar como resultado los $f'c = 276.68 \text{ Kg/Cm}^2$ lo que significa que este porcentaje de vidrio molido definitivamente mejora la calidad del concreto incluso a partir de los 21 días esta mezcla logra superar al concreto patrón alcanzando un $f'c = 263.8 \text{ Kg/Cm}^2$ frente a los $f'c = 257.41 \text{ Kg/Cm}^2$

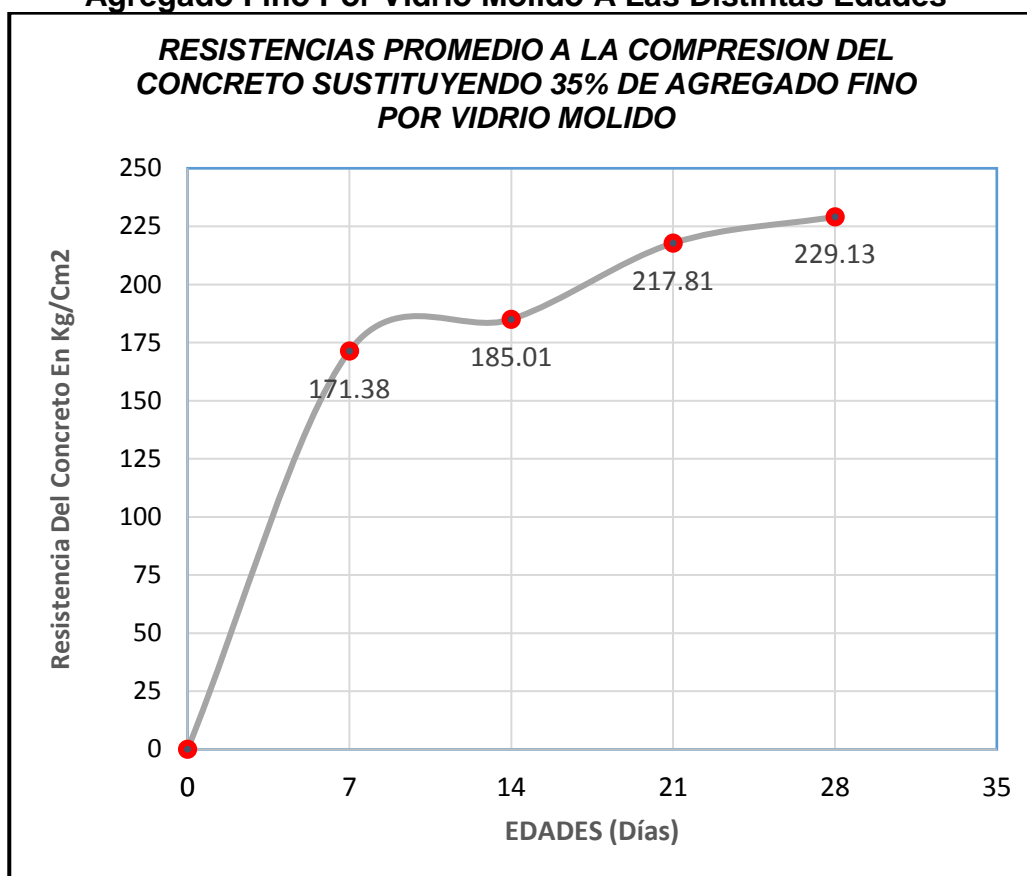
4.1.3. Resultados De La Resistencia A Compresión Del Concreto Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido

Tabla 51: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades

RESISTENCIAS PROMEDIO A LA COMPRESION DEL CONCRETO SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO					
	EDAD	F'c PROMEDIO (Kg/cm ²)	Desviación estándar (kg/cm ²)	F'c PROMEDIO (%)	Desviación estándar (%)
CONCRETO SUSTITUYENDO 35% DE AGRGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO	7 DIAS	171.38	± 2.20	71.41%	± 0.92%
	14 DIAS	185.01	± 2.97	77.09%	± 1.24%
	21 DIAS	217.81	± 2.60	90.76%	± 1.08%
	28 DIAS	229.13	± 4.25	95.47%	± 1.77%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 07: Resistencias Promedio Del Concreto Sustituyendo 35% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACION: La resistencia promedio del concreto sustituyendo 35% de agregado fino por vidrio molido a las distintas edades presento su máxima resistencia llegando a los $f'c = 229.13 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, sin embargo esta resistencia es muy baja en comparación al concreto patrón que llego a los $f'c = 265.64 \text{ kg/cm}^2$ por lo tanto se determina que este porcentaje de vidrio molido no es adecuado para mejorar la calidad del concreto.

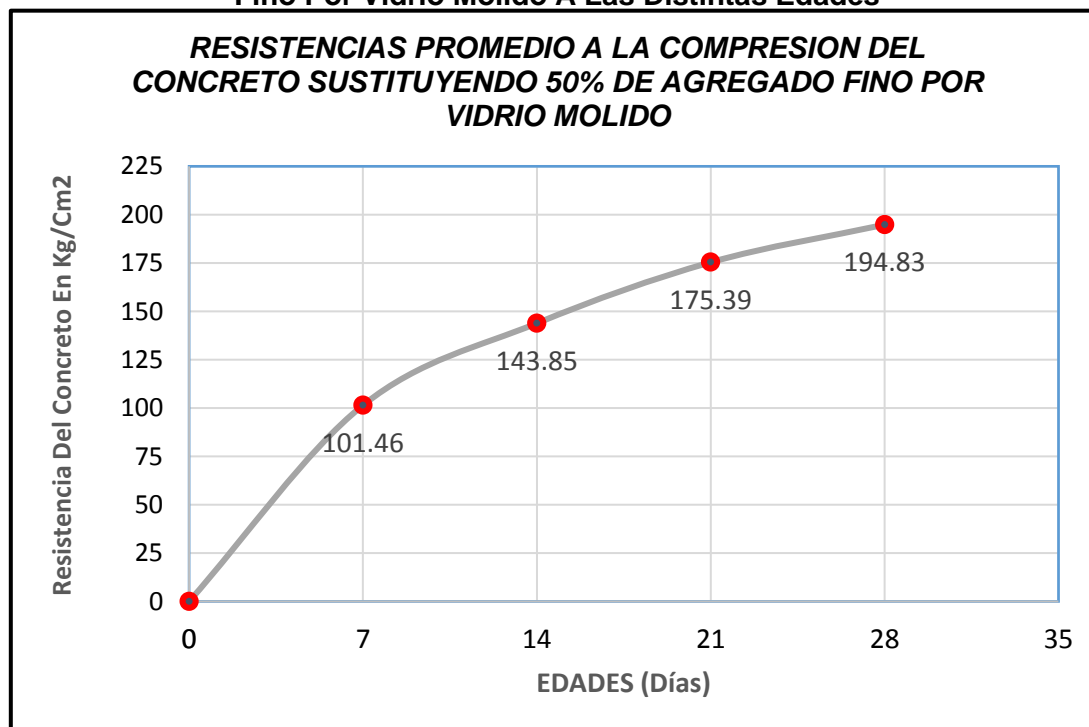
4.1.4. Resultados De La Resistencia A Compresión Del Concreto Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido

Tabla 52: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades

RESISTENCIAS PROMEDIO A LA COMPRESION DEL CONCRETO SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO					
CONCRETO SUSTITUYENDO 50% DE AGRGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO	EDAD	F'c PROMEDIO (Kg/cm2)	Desviación estándar (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (%)	Desviación estándar (%)
	7 DIAS	101.46	± 2.11	42.28%	± 0.88%
	14 DIAS	143.85	± 2.52	59.94%	± 1.05%
	21 DIAS	175.39	± 2.82	73.08%	± 1.17%
	28 DIAS	194.83	± 4.53	81.18%	± 1.89%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 08: Resistencias Promedio Del Concreto Sustituyendo 50% De Agregado Fino Por Vidrio Molido A Las Distintas Edades



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACION: La resistencia promedio del concreto sustituyendo 50% de agregado fino por vidrio molido a las distintas edades presento su máxima resistencia llegando a los $f'c = 194.83 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, cabe señalar que este porcentaje no es adecuado para el concreto ya que la resistencia que presenta está muy por debajo del resto de los ensayos en comparación al concreto patrón que llego a los $f'c = 265.64 \text{ kg/cm}^2$ por lo tanto este porcentaje de vidrio se debe evitar.

4.2. RESULTADOS COMPARATIVOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

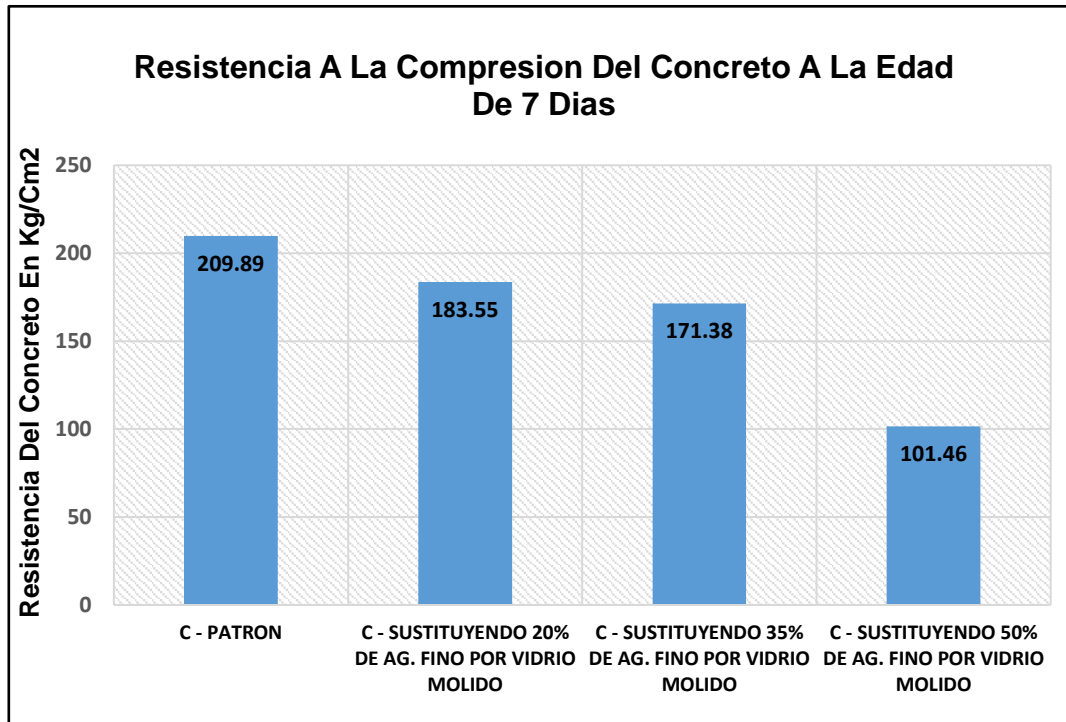
4.2.1. Resultados Comparativos De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 7 Días

Tabla 53: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 7 Días

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A LA EDAD DE 7 DIAS				
CONCRETO	F'c PROMEDIO (Kg/cm²)	Desviación estándar (kg/cm²)	F'c PROMEDIO (%)	Desviación estándar (%)
CONCRETO PATRON	209.89	± 2.06	87.46 %	± 0.86%
CONCRETO SUSTITUYENDO 20% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	183.55	± 1.97	76.48 %	± 0.82%
CONCRETO SUSTITUYENDO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	171.38	± 2.20	71.41 %	± 0.92%
CONCRETO SUSTITUYENDO 50% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	101.46	± 2.11	42.28 %	± 0.88

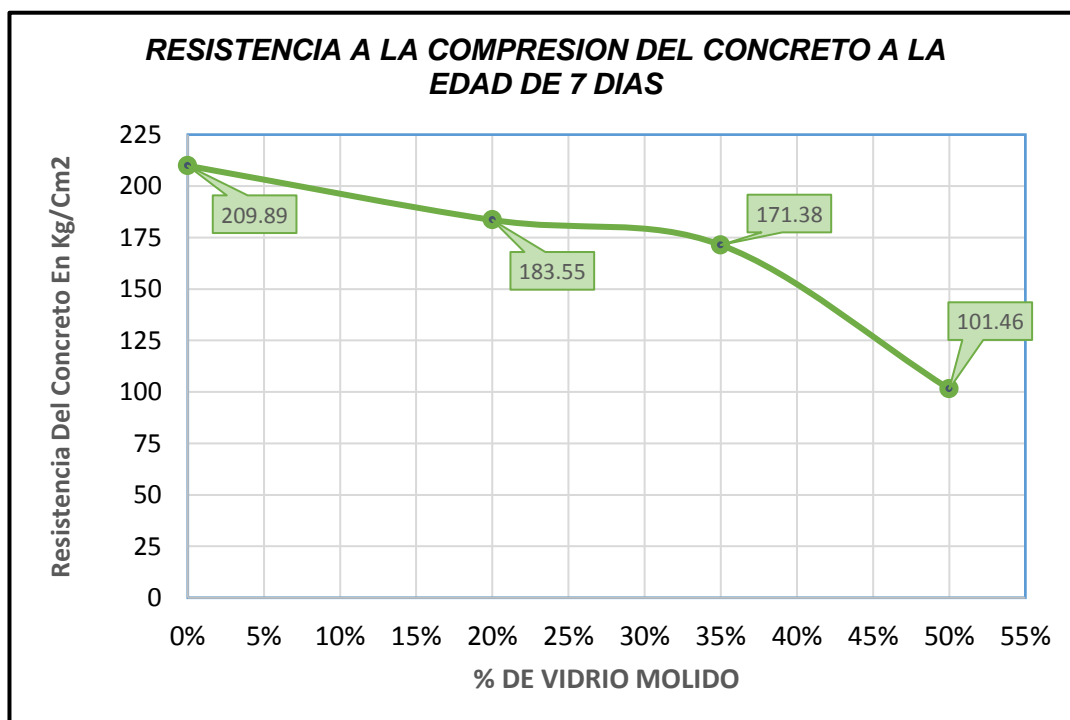
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 09: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 7 Días



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 10: Variación De La Resistencia Del Concreto A La Edad De 7 Días Vs La Cantidad De Vidrio Sustituido



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACION: La resistencia del concreto a los 7 días, presenta mejores resultados con 0% de sustitución del agregado fino por vidrio llegando a los $f'c = 209.89 \text{ kg/cm}^2$, seguido por el concreto que presente un 20% de sustitución del agregado fino por vidrio llegando a los $f'c = 183.45 \text{ kg/cm}^2$, sin embargo el concreto que fue sustituido por el 50% de agregado fino por vidrio molido alcanzo la resistencia más baja que es la de $f'c = 101.46 \text{ kg/cm}^2$

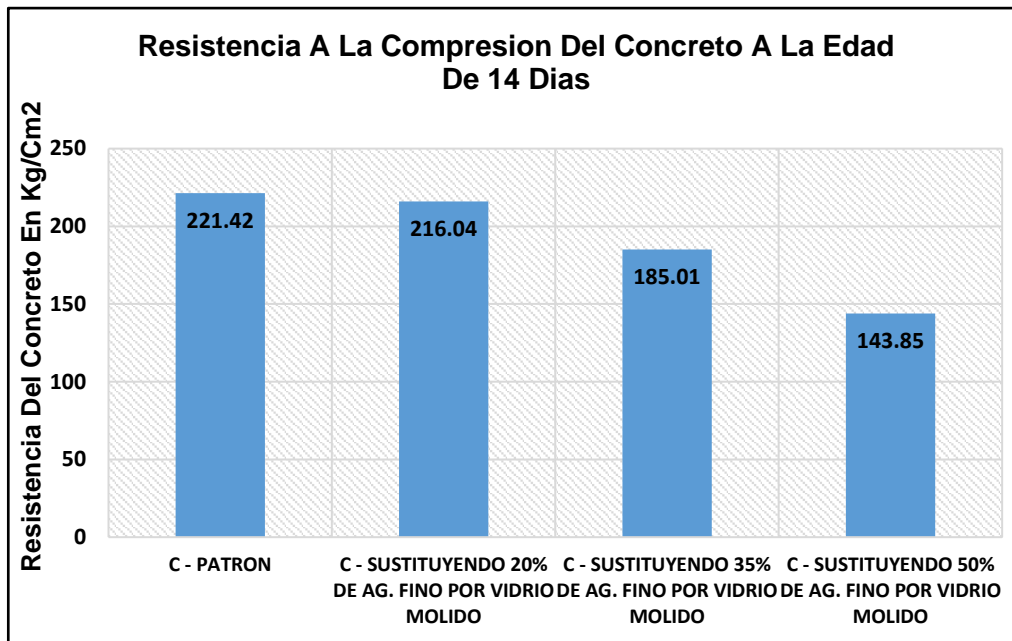
4.2.2. Resultados De La Resistencias A La Compresión Del Concreto A La Edad De 14 Días

Tabla 54: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 14 Días

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A LA EDAD DE 14 DIAS				
CONCRETO	F'c PROIMEDIO (Kg/cm ²)	Desviación estándar (kg/cm ²)	F'c PROMEDIO (%)	Desviación estándar (%)
CONCRETO PATRON	221.42	± 4.15	92.26%	± 1.73%
CONCRETO SUSTITUYENDO 20% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	216.04	± 3.77	90.02%	± 1.57
CONCRETO SUSTITUYENDO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	185.01	± 2.97	77.09%	± 1.24
CONCRETO SUSTITUYENDO 50% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	143.85	± 2.52	59.94%	± 1.05

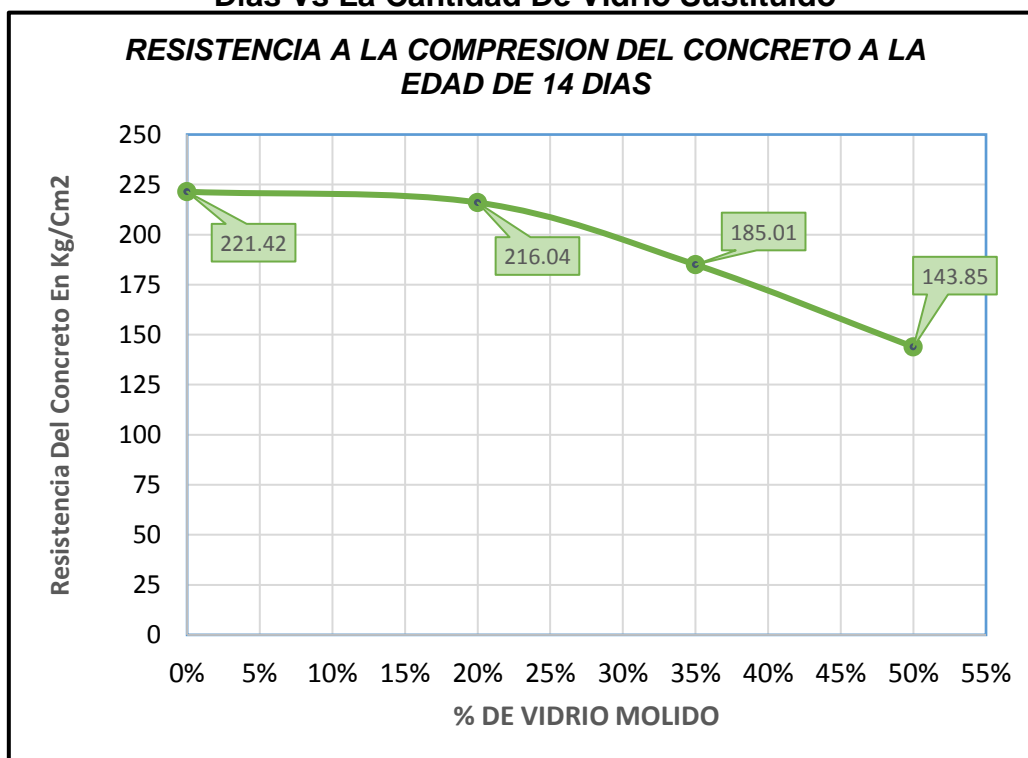
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 11: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 14 Días



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 12: Variación De La Resistencia Del Concreto A La Edad De 14 Días Vs La Cantidad De Vidrio Sustituido



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACION: La resistencia del concreto a los 14 días, presenta resultados similares que a los 07 días donde los mejores resultados con cero % de sustitución del agregado fino por vidrio llegando a los $f'c = 221.42 \text{ kg/cm}^2$, seguido por el concreto que presente un 20% de sustitución del agregado fino por vidrio llegando a los $f'c = 216.04 \text{ kg/cm}^2$, sin embargo el concreto que fue sustituido por el 50% de agregado fino por vidrio molido alcanzo la resistencia más baja que es la de $f'c = 143.85 \text{ kg/cm}^2$

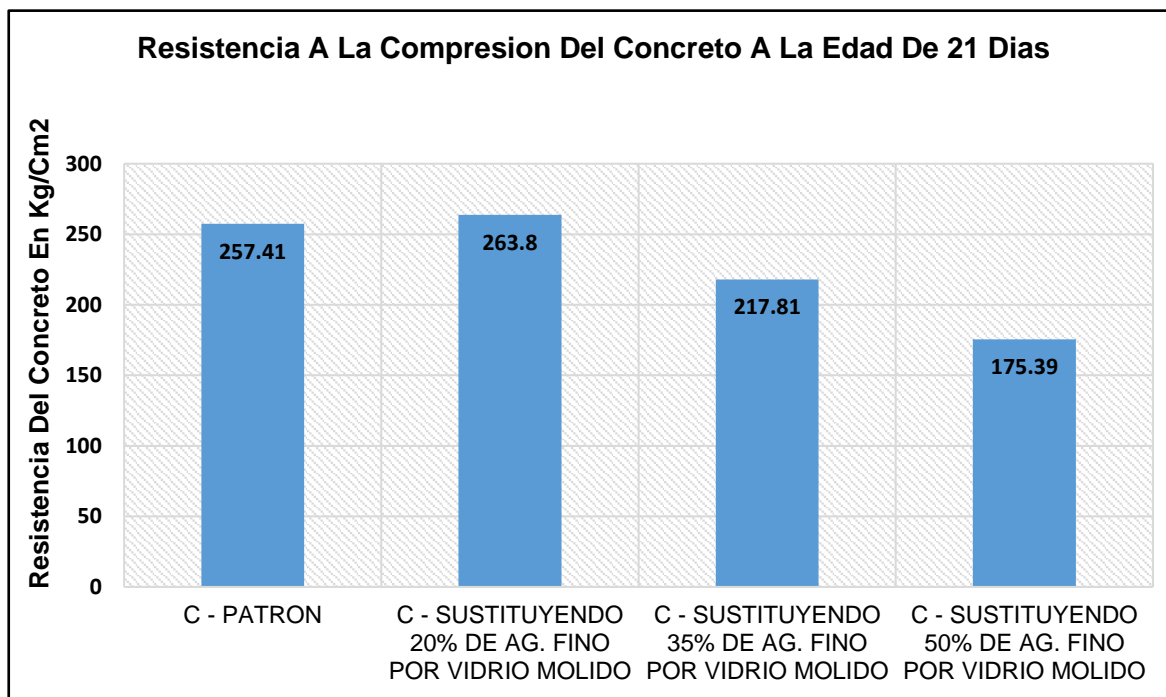
4.2.3. Resultados De La Resistencias A La Compresión Del Concreto A La Edad De 21 Días

Tabla 55: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A La Edad De 21 Días

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A LA EDAD DE 21 DIAS				
CONCRETO	F'c PROIMEDIO (Kg/cm ²)	Desviación estándar (kg/cm ²)	F'c PROMEDI O (%)	Desviación estándar (%)
CONCRETO PATRON	257.41	± 2.65	107.25%	± 1.10%
CONCRETO SUSTITUYENDO 20% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	263.80	± 2.87	109.92%	± 1.20%
CONCRETO SUSTITUYENDO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	217.81	± 2.60	90.76%	± 1.08%
CONCRETO SUSTITUYENDO 50% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	175.39	± 2.82	73.08%	± 1.17%

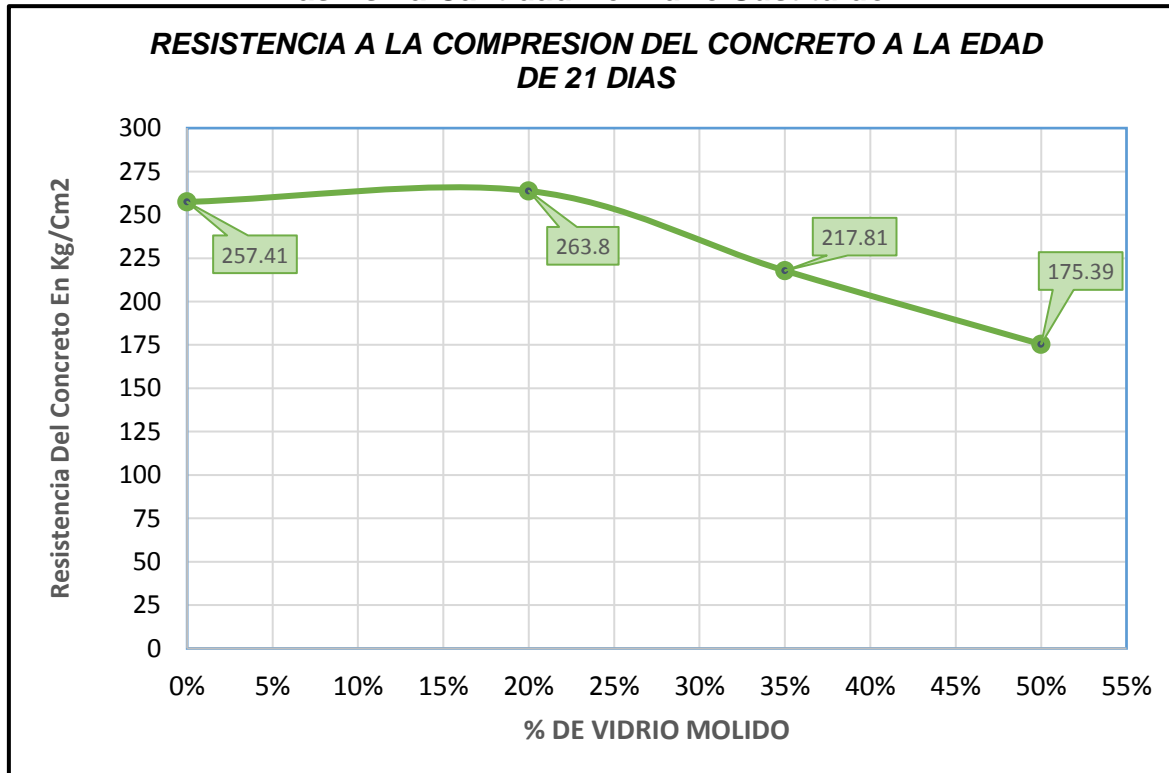
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 13: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 21 Días



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 14: Variación De La Resistencia Del Concreto A La Edad De 21 Días Vs La Cantidad De Vidrio Sustituido



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACION: La resistencia del concreto a los 21 días, presenta una variación muy clara en la resistencia del concreto con 20% de agregado fino sustituido por vidrio ya que llega a los $f'c = 263.8 \text{ kg/cm}^2$, superando incluso al concreto patrón que llega a los $f'c = 257.41 \text{ kg/cm}^2$, sin embargo el concreto que fue sustituido por el 50% de agregado fino por vidrio molido alcanzo la resistencia más baja que es la de $f'c = 175.39 \text{ kg/cm}^2$

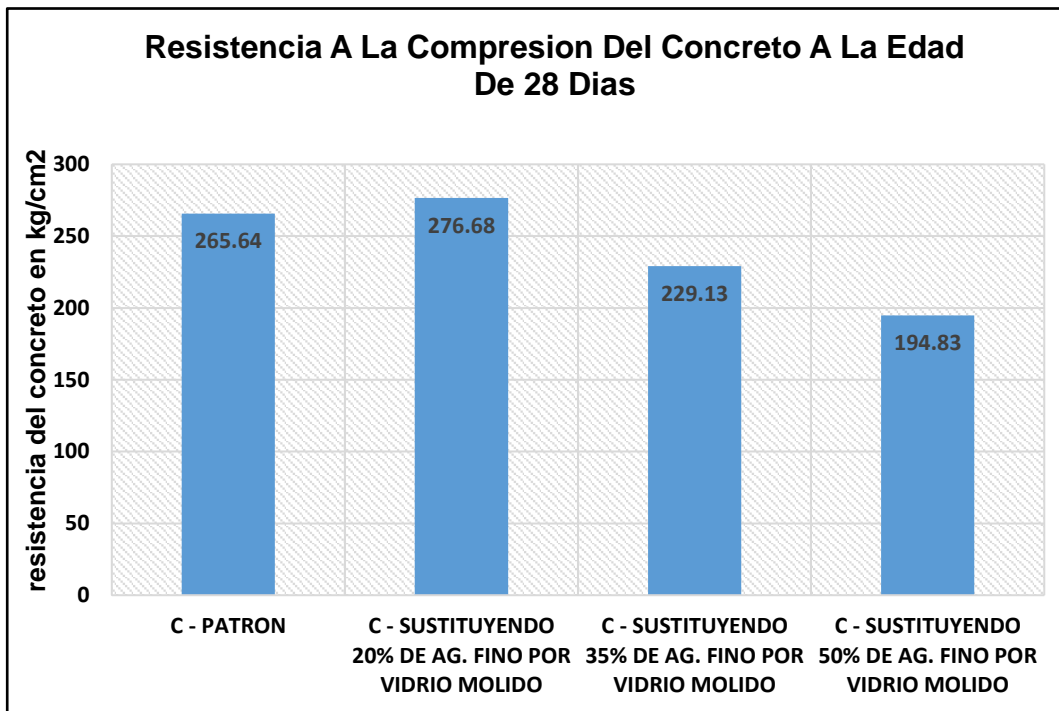
4.2.4. Resultados De La Resistencias A La Compresión Del Concreto A La Edad De 28 Días

Tabla 56: Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A La Edad De 28 Días

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS				
CONCRETO	F'c PROMEDIO (Kg/cm2)	Desviación estándar (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (%)	Desviación estándar (%)
CONCRETO PATRON	265.64	± 3.52	110.68%	± 1.47%
CONCRETO SUSTITUYENDO 20% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	276.68	± 2.45	115.29%	± 1.02%
CONCRETO SUSTITUYENDO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	229.13	± 4.25	95.47%	± 1.17%
CONCRETO SUSTITUYENDO 50% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	194.83	± 4.53	81.18%	± 1.89%

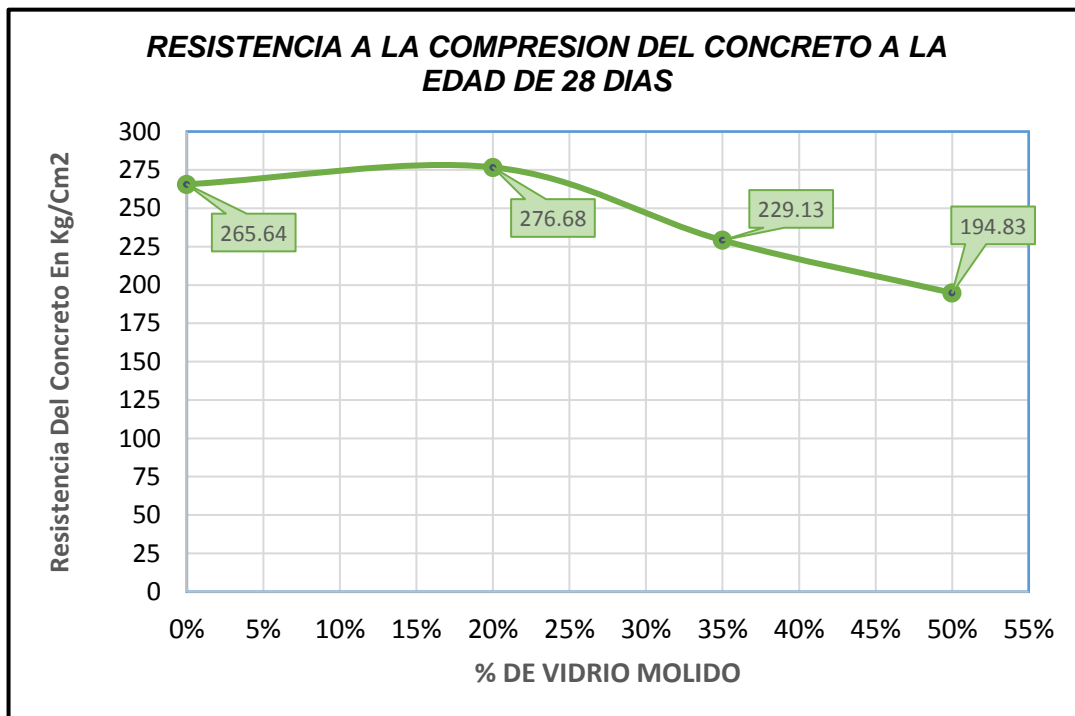
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 15: Variación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto A La Edad De 28 Días



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 16: Variación De La Resistencia Del Concreto A La Edad De 28 Días Vs La Cantidad De Vidrio Sustituído



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACION: La resistencia del concreto a los 28 días, presenta resultados similares al de los 21 días ya que se evidencia de mejor manera que la resistencia del concreto con 20% de agregado fino sustituido por vidrio ya que llega a los $f'c = 276.68 \text{ kg/cm}^2$, superando de igual forma al concreto patrón que llega a los $f'c = 265.4 \text{ kg/cm}^2$, evidenciando que la sustitución del 20% de agregado fino por vidrio mejora la calidad del concreto, sin embargo, el concreto que fue sustituido por el 50% de agregado fino por vidrio molido alcanzo la resistencia más baja que es la de $f'c = 194.83 \text{ kg/cm}^2$

DISCUSIÓN

Se puede observar que a los 7 y 14 días el concreto patrón alcanzo la máxima resistencia frente a los demás tipos de concreto llegando a $f'c = 209.89$ y $f'c = 221.42$ kg/cm² respectivamente, sin embargo, a los 21 y finalmente a los 28 días resultado que es similar al de Rojas Luján José Frank (2015) donde alcanza su máxima resistencia también a los 28 días.

La mejor resistencia fue lograda por el concreto que presenta un 20% de agregado fino sustituido por vidrio molido llegando a $f'c = 263.80 \pm 2.87$ kg/cm² y $f'c = 276.68 \pm 2.45$ kg/cm² a los 21 y 28 días de edad respectivamente, superando claramente al concreto patrón y al resto de los concretos con cierto porcentaje de vidrio molido resultados similares a los de Luz Katherine Cabrera Barboza (2014).

En general, la resistencia del concreto aumenta con la sustitución de cierto porcentaje de agregado fino con vidrio molido, además la resistencia del concreto disminuye a medida que se aumenta la cantidad de vidrio, similares a los resultados obtenidos por Carmen Milagros Ssota Corimanya (2016). Esto indica que el 20% de vidrio molido sustituido por del concreto patrón es el que alcanza los mejores resultados y es capaz de mejorar la calidad del concreto en nuestro proyecto de investigación.

El resto de los concretos con 35% y 50% de agregado fino sustituido por vidrio molido presentan resultados por debajo del concreto patrón lo que significa que no son adecuados para mejorar la resistencia a la compresión del concreto.

El concreto con la resistencia más baja a las diferentes edades fue el concreto con 50% de sustitución de agregado fino por vidrio molido llegando a los 28 días con $f'c = 184.93$ kg/cm²

Tabla 57: Resumen De Las Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Las Distintas Edades

RESUMEN DE LAS RESISTENCIAS PROMEDIO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO A LAS DISTINTAS EDADES				
CONCRETO $F'c = 240$ KG/CM2	RESISTENCIA DEL CONCRETO A LAS DISTINTAS EDADES			
	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)
	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO PATRON	209.89 ± 2.06	221.42 ± 4.15	257.41 ± 2.65	265.64 ± 3.52
CONCRETO SUSTITYENDO 20% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	183.55 ± 1.97	216.04 ± 3.77	263.80 ± 2.87	276.68 ± 2.45
CONCRETO SUSTITYENDO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	171.38 ± 2.20	185.01 ± 2.97	217.81 ± 2.60	229.13 ± 4.25
CONCRETO SUSTITYENDO 50% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	101.46 ± 2.11	143.85 ± 2.52	175.39 ± 2.82	194.83 ± 4.53

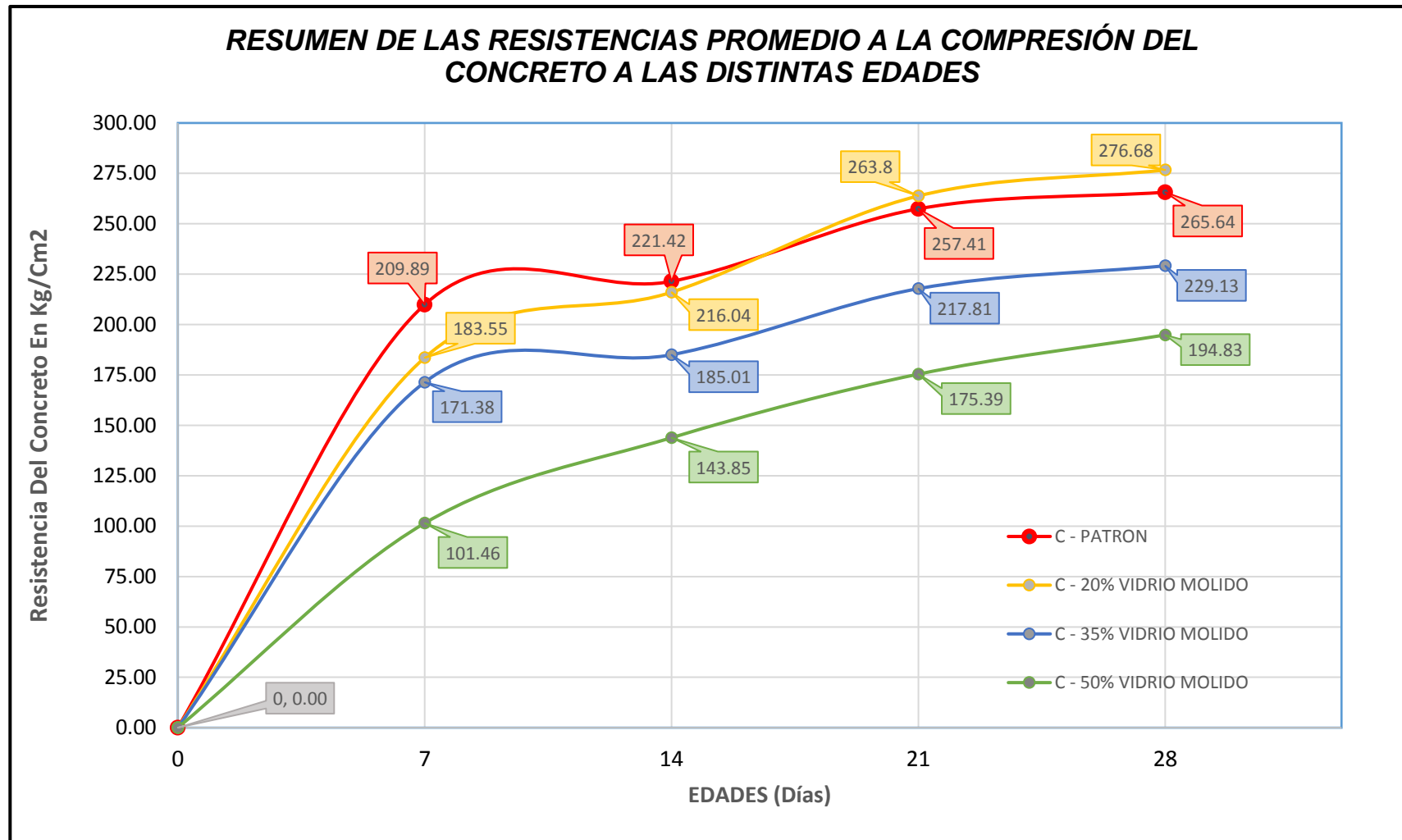
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58: Resumen De Los Porcentajes De Las Resistencias Promedio A La Compresión Del Concreto A Las Distintas Edades

RESUMEN DE LOS PORCENTAJES DE LAS RESISTENCIAS PROMEDIO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO A LAS DISTINTAS EDADES				
PORCENTAJES DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'c = 240$ KG/CM2	PORCENTAJES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LAS DISTINTAS EDADES			
	% DE RESISTENCIA	% DE RESISTENCIA	% DE RESISTENCIA	% DE RESISTENCIA
	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONCRETO PATRON	87.46% ± 0.86%	92.26% ± 1.73%	107.25% ± 1.10%	110.68% ± ±1.47%
CONCRETO SUSTITYENDO 20% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	76.48% ± ±0.82%	90.02% ± 1.57%	109.92% ± 1.20%	115.29% ± 1.02%
CONCRETO SUSTITYENDO 35% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	71.41% ± 0.92%	77.09% ± 1.24%	90.76% ± 1.08%	95.47% ± 1.77%
CONCRETO SUSTITYENDO 50% DE AG. FINO POR VIDRIO MOLIDO	42.28% ± 0.88%	59.94% ± 1.05%	73.08% ± 1.17%	81.18% ± 1.89%

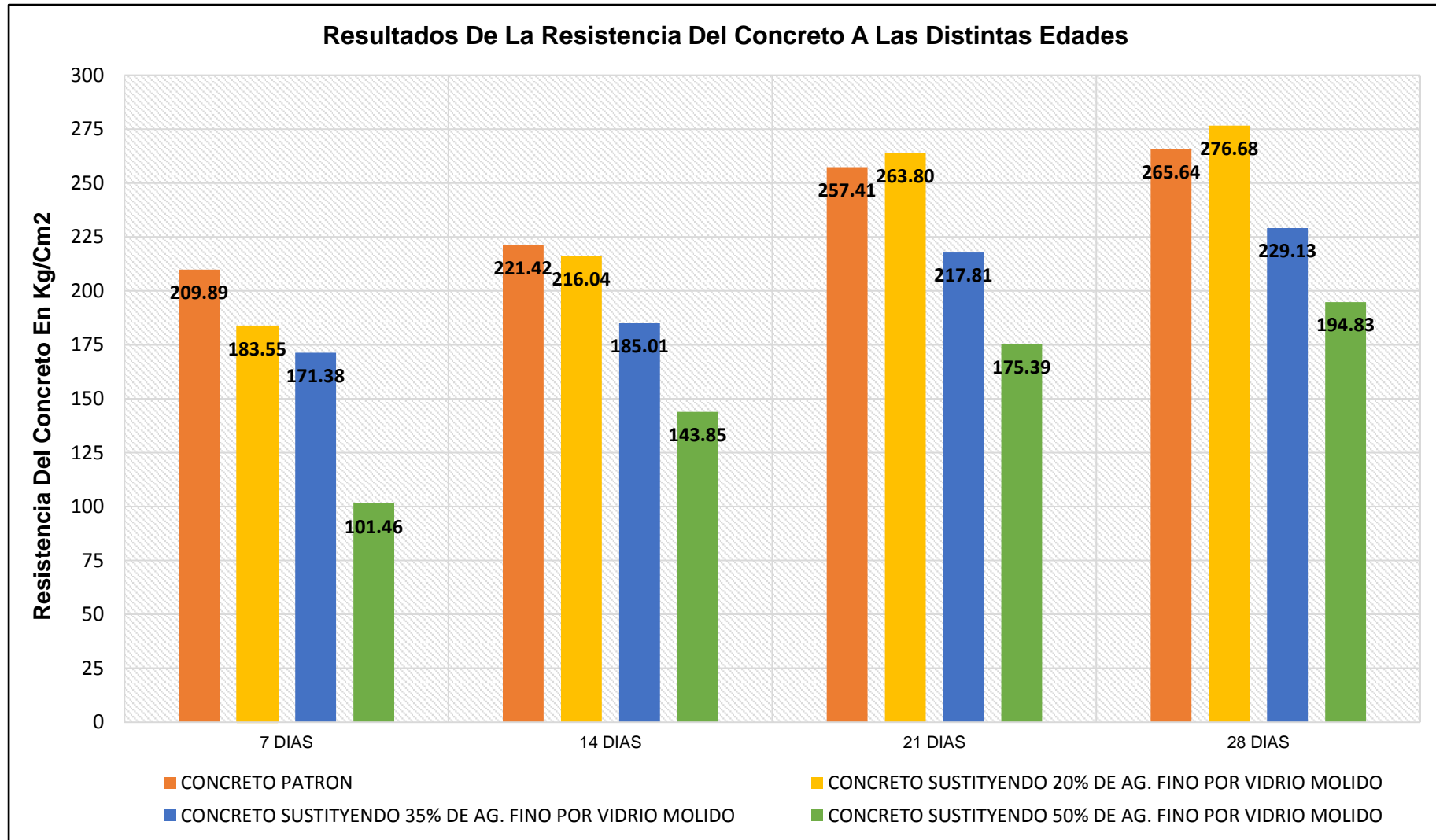
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 17: Evolucion De La Resistencia Del Concreto Con Las Diferentes Dosificaciones Vs La Edad



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 18: Resumen De Las Resistencias De Concreto A La Distintas Edades



CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. Tras realizar el proyecto de investigación, vemos que la resistencia a la compresión del concreto se incrementa tras sustituir cierto porcentaje del agregado fino con vidrio molido. La resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días fue de 265.64 ± 3.52 kg/m² lo que representa un $110.68\% \pm 1.47\%$, la resistencia a la compresión del concreto con 20% de sustitución de agregado fino por vidrio molido a los 28 días fue de 276.68 ± 2.45 kg/m² lo que representa un $115.28\% \pm 1.02\%$. El incremento de la resistencia a compresión del concreto es del $15.28\% \pm 1.02\%$ respecto al 100% ($f'c = 240$ kg/cm²). El incremento de la resistencia a compresión del concreto es del 4.06% respecto a la resistencia máxima alcanzada por el concreto patrón ($f'c = 265.64 \pm 3.52$ kg/m²).
2. En el presente proyecto de investigación, la sustitución del agregado fino con vidrio molido se dio en tres porcentajes, los cuales eran 20%, 35% y 50%, posteriormente se realizó 12 briquetas con cada porcentaje de sustitución, es decir, 12 briquetas patrón (con 0% de vidrio molido), 12 briquetas con el 20% de sustitución del agregado fino con vidrio molido, 12 briquetas con el 35% de sustitución del agregado fino con vidrio molido y 12 briquetas con el 50% de sustitución del agregado fino con vidrio molido, haciendo un total de 48

briquetas. El porcentaje de sustitución más adecuado es el 20%, es decir, las briquetas con el 20% de sustitución del agregado fino con vidrio molido sometidas a compresión axial a los 28 días arrojaron los resultados con magnitudes que se encontraban por encima de los resultados a compresión del concreto de las briquetas patrón, briquetas con el 35% de sustitución y 50% de sustitución.

3. La resistencia a compresión del concreto a las distintas edades y con las distintas dosificaciones alcanzadas fueron:

A los 7 días:

- ✓ Con las dosificaciones del concreto patrón (0% de sustitución de vidrio molido) fue de 209.89 ± 2.06 kg/cm² lo que representa un $87.46\% \pm 0.86\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 20% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 183.55 ± 1.97 kg/cm² lo que representa un $76.48\% \pm 0.82\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 35% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 171.38 ± 2.20 kg/cm² lo que representa un $71.41\% \pm 0.92\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 50% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 101.46 ± 2.11 kg/cm² lo que representa un $42.28\% \pm 0.88\%$.

A los 14 días:

- ✓ Con las dosificaciones del concreto patrón (0% de sustitución de vidrio molido) fue de 221.42 ± 4.15 kg/cm² lo que representa un $92.26\% \pm 1.73\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 20% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 216.04 ± 3.77 kg/cm² lo que representa un $90.02\% \pm 1.57\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 35% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 185.01 ± 2.97 kg/cm² lo que representa un $77.09\% \pm 1.24\%$.

- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 50% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 143.85 ± 2.52 kg/cm² lo que representa un $59.94\% \pm 1.05\%$.

A los 21 días:

- ✓ Con las dosificaciones del concreto patrón (0% de sustitución de vidrio molido) fue de 257.41 ± 2.65 kg/cm² lo que representa un $107.25\% \pm 1.10\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 20% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 263.80 ± 2.87 kg/cm² lo que representa un $109.92\% \pm 1.20\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 35% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 217.81 ± 2.60 kg/cm² lo que representa un $90.76\% \pm 1.08\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 50% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 175.39 ± 2.82 kg/cm² lo que representa un $73.08\% \pm 1.17\%$.

A los 28 días:

- ✓ Con las dosificaciones del concreto patrón (0% de sustitución de vidrio molido) fue de 265.64 ± 3.52 kg/cm² lo que representa un $110.68\% \pm 1.47\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 20% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 276.68 ± 2.45 kg/cm² lo que representa un $115.29\% \pm 1.02\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 35% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 229.13 ± 4.25 kg/cm² lo que representa un $95.47\% \pm 1.17\%$.
- ✓ Con las dosificaciones del concreto con el 50% de sustitución del agregado fino con vidrio molido fue de 194.83 ± 4.53 kg/cm² lo que representa un $81.18\% \pm 1.89\%$.

RECOMENDACIONES

ASPECTOS PERSONALES

1. Se recomienda realizar un adecuado manejo de los equipos de protección personal para la manipulación del vidrio molido, ya que este material tras ser llevado a la forma de agregado fino es nocivo para la salud.

ASPECTOS TECNICOS

1. Para el presente proyecto se usaron los agregados finos y gruesos provenientes de la cantera Córdova (Huambutio), dichos agregados no son de muy buena calidad, ya que contienen exceso de elementos finos e impurezas, por ende, estos mismos agregados se sometieron a los diferentes ensayos, se tomaron los resultados obtenidos reales, sin realizar mejora alguna a los agregados. Cabe resaltar que en la ciudad del Cusco se vienen realizando construcciones con la utilización de estos agregados. Se recomienda el uso de otra cantera de mejor calidad, caso contrario mejorar la calidad de los agregados lavándolos o utilizando otras técnicas.
2. Se recomienda realizar pruebas utilizando un porcentaje de sustitución del agregado fino con vidrio molido de entre el 15% y 25%, para determinar los porcentajes más adecuados de sustitución.
3. Se recomienda reconsiderar la cantidad de agua a usar en la fabricación del concreto con porcentajes de sustitución del 20%, 35% y 50%, ya que el vidrio molido tiene mucho menos absorción y contenido de humedad que el agregado fino, lo cual hará que la resistencia del concreto disminuya.
4. Se recomienda el estudio del concreto con cierto porcentaje de sustitución a una edad mayor de 28 días, para observar cuál es su comportamiento y determinar así los tipos de construcciones en los que se puede usar.
5. Se recomienda el uso del vidrio de color verde (color original), ya que disminuye la reacción álcali – sílice
6. Se recomienda realizar un ensayo de investigación usando elementos de vidrio que tengas las mismas características, propiedades, tipo y aplicación.

ASPECTOS AMBIENTALES

7. Se recomienda el proyecto de investigación como una fuente de ayuda para la disminución de la contaminación ambiental y uso alternativo del vidrio reciclado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ambiente, M. d. (2017). Inclusion de una Cadena Cerrada de Reciclaje del Vidrio. Paracas - Ecuador: La Luz.
- Avila, C. (2015). Analisis del Vidrio Molido en Adoquinos. Quito - Ecuador: Revista Politecnica.
- Gomez, J. (2016). Tecnologia del Concreto en la Modernidad. Lima - Peru: Mundo.
- Instituto Costa Ricense del Concreto. (2016). Manual Practico de Concreto. San Jose - Costa Rica: Grafos S. A.
- PIGARS Gobierno Regional. (2015). Pigars. Cusco - Peru: Gobierno Regional.
- Rivera, G. (2016). Resistencia del Concreto y otros Agregados. Bogota - Colombia: Pacifico.
- Valencia, M. A. (2014). Manual de Guias de Laboratorio . San Salvador: UniCiudad.
- Vivas, R. T. (2017). Principios de la Construccion. Quito - Ecuador: Unce.
- Castillo Pazmiño, M. (2010). Investigación De La Utilización Del Vidrio Olido Como Material De Construcción Y Técnicas Constructivas. Izla Santa Cruz - Ecuador: Wwf - (World Wildlife Fund).
- Catalan Arteaga, C. J. (2013). Estudio De La Influncia Del Vidrio Molido En Hormigones H15, H20 Y H30. (Tesis). Valdivia - Chile: Uach - (Universidad Austral De Chile).
- Csic - Kelsen. (2011). El Vidrio. Madrid - España: Instituto De Cerámica Y Vidrio.
- Diario: "El Correo". (Agosto De 2010). Nuevos Sectores Abastecidos De Agua Potable Por Sedacusco. El Correo.
- E. Bowles, J. (1980). Manual De Laboratorios De Suelos En Ingeneiría Civil. Bogotá - Colombia: McGraw-Hill Latinonoamericacana S.A..
- E.060 Rne. (2009). Norma Técnica De Edificación E.060 - Concreto Armado. Lima - Perú: Icg - (Instituto De La Construccion Y Gerencia).
- Ele International. (2012). Accu-Tek Touch Tm. Series Of Compression Machines, 1-4
- Fernandez, J. M. (1985). El Vidrio. Madrid - España.: C.S.I.C. Kelsen - Instituto.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"Análisis de la Resistencia a Compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, sustituyendo parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido para Obras Civiles en la ciudad del Cusco"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p align="center">PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, sustituyendo parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido para obras civiles en la Ciudad del Cusco?</p>	<p align="center">OBJETIVO GENERAL</p> <p>Analizar la resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$, sustituyendo parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido para obras civiles en la Ciudad del Cusco.</p>	<p align="center">HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ mejora al sustituir parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido para obras civiles en la Ciudad del Cusco.</p>	<p align="center">VARIABLES</p> <p align="center">Resistencia a la compresión</p>
<p align="center">PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el porcentaje óptimo de sustitución del agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido al 20%, 35% y 50%? • ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7,14,21, y 28 días de acuerdo con el diseño de mezclas sustituyendo parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido? 	<p align="center">OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer el porcentaje óptimo de sustitución del agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido al 20%, 35% y 50%. • Determinar la resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7,14,21, y 28 días de acuerdo con el diseño de mezclas sustituyendo parcialmente el agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido. 	<p align="center">HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El porcentaje óptimo adecuado de sustitución del agregado fino de la Cantera Córdova (Huambutio) por vidrio molido varía entre el 15% - 20%. • La resistencia a compresión del concreto $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7,14,21, y 28 días de acuerdo con el diseño de mezclas presenta un incremento entre el 4% - 5%. 	<p align="center">Vidrio</p>

ANEXO 02: PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE DATOS


PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE DATOS

Para el procedimiento de obtención de datos se realizaron los diferentes ensayos al agregado fino, grueso y vidrio molido.

Los agregados son provenientes de la cantera Córdova (Huambuttio), son de baja calidad, ya que tiene excesivo contenido de material fino e impurezas. Los resultados de los ensayos practicados a los agregados fueron procesados, muchos de estos no cumplieron con lo indicado en la norma, para fines del proyecto de investigación se tomaron dichos resultados, es decir, los agregados se usaron tal cual llegaron de cantera.

1. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP)

El proyecto de investigación implica el uso del vidrio, el cual al ser manipulado de la forma incorrecta puede tener efectos negativos y en algunos casos mortales, por ende, es de gran importancia el uso de los equipos de protección personal (EPP), los cuales se detallan continuación.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)	
01 casco	
01 Par de guantes de cuero	
01 mascarilla	
01 Par de zapatos punta de acero	
01 chaleco y/o Guardapolvo	
01 par de lentes transparentes	

2. OBTENCION DE VIDRIO

Según PIGARS, a nivel provincial, se tiene que el 2.60 % de desecho es de vidrio común, sabiendo esto, la obtención de vidrio se realizó mediante visitas a establecimientos cuyos productos estén fuertemente ligadas al uso del vidrio (botellas) y centros de expendio de vidrios (vidrierías).

3. MOLIENDA DE VIDRIO

Una vez obtenido el vidrio en su estado comercial, se tuvo que pasar a la siguiente fase, la que consistía en la molienda, dicha molienda de vidrio se realizó en 2 fases.

3.1 FASE 1 DE LA MOLIENDA DE VIDRIO.

El vidrio acumulado deberá estar libre de cualquier elemento que pueda intervenir en la determinación de sus propiedades, tales como papeles, plásticos o impurezas de otro tipo, posteriormente se realizará el proceso de la fase 1 de la molienda de vidrio.

Materiales / aparatos utilizados

- Elementos de vidrio (para ser triturada).
- 01 combo de 50 libras
- 01 plástico de 1.50m x 1.50m.
- 01 envase metálico para triturar el material.
- 01 recipiente metálico para traslado del material triturado.
- 7 baldes para el almacenamiento del material triturado.
- Balanza
- EPP

Ejecución del ensayo

Se inicia con el uso de los EPP

Una vez obtenido el material (vidrios) apto para la fase 1 de la molienda, se procede a insertar dicho material al envase metálico, en proporciones de 3 kg aproximadamente.

Se cubre con el plástico el envase metálico, cabe resaltar que el plástico tendrá un hoyo en medio para poder maniobrar el combo de 50 libras.

Se procede al triturado del vidrio hasta tamaños máximos aproximados de 1 a 1 ½ pulgadas.

Se traslada el material con el envase metálico hacia los baldes para su almacenamiento.

Se almacena el vidrio triturado en una zona adecuada donde no pueda ser contaminada.



FASE 1 DE LA MOLIENDA DE VIDRIO

Recolección de datos

Los datos obtenidos en este proceso vendrían a ser los diámetros máximos de vidrio triturado, las cuales oscilan entre 1" y 1 ½".

3.2 FASE 2 DE LA MOLIENDA DE VIDRIO

Una vez el vidrio triturado en la fase 1 dentro de las especificaciones ya mencionadas, esta será convertida en agregado fino, ya que posteriormente será sustituyente parcial del agregado fino, el producto de esta molienda tiene que pasar el tamiz 3/8", ya que desde este punto son considerados como agregado fino (NTP 4000.037), además tendrá que cumplir con todas las especificaciones según la norma NTP 400.037.

Materiales / aparatos utilizado

- Vidrio obtenido de la fase 1 de la molienda de vidrio.
- Máquina de abrasión debidamente equipada.
- 01 bandeja.
- 01 brocha y/o badilejo.
- 01 balanza.
- 01 tamiz de 3/8".
- 01 cucharon de metal.
- Baldes para guardar material triturado.
- EPP.

Ejecución del ensayo

Se inicia con el uso de EPP.

El producto de la fase 1 de la molienda de vidrio es tamizado en la malla 3/8", para separar los vidrios finos (agregados finos) ya obtenidos de los que serán sometidos a la molienda en la máquina de abrasión.

Los vidrios que sean retenidos en el tamiz 3/8" son introducidos cada 3 kg con un cucharón metálico a la máquina de abrasión, la que será calibrada con 150 revoluciones y 12 esferas metálicas.

Una vez sometida a la máquina de abrasión, esperamos unos minutos hasta que las partículas finas que queden suspendidas se asienten.

El producto (vidrio ya molido en la fase 2) se coloca en la bandeja y posteriormente es tamizada para estar seguros de que estas pasan el tamiz 3/8", los retenidos en dicho tamiz, son colocados almacenados para posteriormente someterlos nuevamente a la máquina de abrasión.

Nos aseguramos de no tener grandes pérdidas de material triturado y finalmente se guarda el material en los baldes de almacenamiento.

Recolección de datos

Como producto de la fase 2 de la molienda, se obtuvo vidrio molido, el que posteriormente sustituirá de forma parcial al agregado fino, para esto, dicho material molido tendrá que pasar el tamiz 3/8".



TAMIZADO EN LA MALLA 3/8", ANTES DE INGRESARLO A LA MÁQUINA DE ABRASIÓN



EXTRACCIÓN DE MATERIAL YA TRITURADO EN LA MÁQUINA DE ABRASIÓN



INTRODUCCIÓN DE VIDRIO MOLIDO EN FASE 1 Y TAMIZADO EN LA MALLA 3/8 "A MÁQUINA DE ABRASIÓN

4. TOMA DE MUESTRAS DE LOS AGREGADOS

El muestreo de los agregados se realizó para para la ejecución de los ensayos de laboratorio, este es un procedimiento de gran importancia para la determinación inicial de la calidad de los agregados, se realizó de acuerdo con los parámetros de la NTP.

Materiales / aparatos utilizados

- Agregado fino de la cantera Córdoba (Huambuttio)
- Agregado grueso de la cantera Córdoba (Huambuttio).
- Vidrio molido.
- Regla metálica.
- 01 cucharon de metal
- 01 balanza.
- EPP.

Ejecución del ensayo

Se inicia con el uso del EPP.

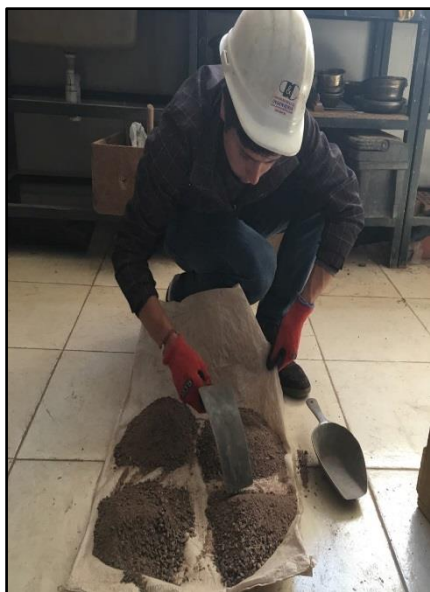
Se toma muestras del vidrio molido y agregados según lo indicado en la NTP.

Se procede a juntar el material (vidrio molido, agregado grueso o agregado fino) formando una especie de cono, se revuelve como indica en la norma.

Una vez revuelto se separa en 4 partes y se toman 2 partes opuestas, y las restantes se desechan.

Las partes elegidas pasaran por este mismo proceso 4 veces, para obtener un material totalmente heterogéneo.

Este proceso se hace por separado para el vidrio, agregado grueso y agregado fino.



*MUESTREO DE AGREGADO FINO PROVENIENTE DE LA
CANTERA CÓRDOVA (HUAMBUITIO)*



*MUESTREO DE AGREGADO GRUESO PROVENIENTE DE LA
CANTERA CÓRDOVA (HUAMBUITIO)*



5. ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Los ensayos de granulometría se realizarán para saber la distribución por tamaños de las partículas de los agregados y vidrio para la posterior preparación del concreto $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, estos ensayos estarán determinados por la NTP 400.037.

Para el proyecto de investigación, los agregados no cumplieron con dichos parámetros establecidos en la NTP 400.037, ya que se usaron agregados que no son de muy buena calidad (contenía exceso de finos e impurezas), además que estos no se sometieron a mejora alguna como lavado u otros.

5.1. ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

Este ensayo se realizará con el fin de tener los agregados gruesos dentro de los límites de las dimensiones especificadas en la NTP 400.037.

El agregado grueso tomado no era de muy buena calidad (contenía exceso de finos e impurezas), por ende, no cumplieron con todos los parámetros establecidos en la NTP 400.037.

Se considera agregado grueso al material que sea retenido en el tamiz normalizado de 9.525 mm (3/8 pulg) según la norma técnica peruana (400.037).

Materiales / aparatos utilizados

- Agregado grueso de la cantera Córdova (Huambutio).
- 01 horno.
- Juego de tamices (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°50 y cazuela).
- 01 balanza con aproximación de 0,5 g.
- 01 brocha pequeña.
- Recipientes.
- 01 bandeja.
- EPP.

Ejecución del ensayo

Se inicia con el uso del EPP.

Se tomo una muestra seca de 2kg, posteriormente se coloca en un horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante las próximas 24 horas.

Se tomo una porción de 1775.86 gramos y se tamizan mediante mallas estandarizadas en la norma. (tamices de 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°50 y cazuela).

Una vez tamizado correctamente se procedió a recolectar los pesos retenidos en cada tamiz, y expresarlos en el formato de recolección de datos granulométricos para agregado grueso.

Recolección de datos

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO		
PESO DE MUESTRA SECA, ANTES DE LAVADO:	1786.13	Gramos
PESO DE MUESTRA SECA, DESPUES DE LAVADO:	1775.86	Gramos
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (Gramos)	
1"	304.94	Gramos
3/4"	924.08	Gramos
1/2"	532.52	Gramos
3/8"	7.66	Gramos
N°4	1.26	Gramos
N°8	0.67	Gramos
N°16	0.29	Gramos
N°50	0.40	Gramos
Cazuela	1.34	Gramos
TOTAL	1773.16	Gramos



5.2. ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

Este ensayo se realizará con el fin de tener los agregados finos dentro de los límites de las dimensiones especificadas, se considera agregado fino al material que pase el tamiz normalizado de 9.525 mm (3/8 pulg) y sea retenido en el tamiz N°200 (74 μ m) según la norma técnica peruana (400.037).

En el estudio de este proyecto no se cumplieron algunos parámetros establecidos en la NTP 400.037, ya que el agregado fino no era de muy buena calidad (contenía exceso de finos e impurezas), se utilizó el material tal cual se obtuvo en cantera.

Materiales / aparatos utilizados

- Agregado fino de la cantera Córdova (Huambutio).
- 01 horno.
- 01 brocha pequeña.
- 01 juego de tamices (3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y cazuela).
- 01 balanza con aproximación de 0,1 g.
- Recipientes.
- 01 bandeja.
- EPP.

Ejecución del ensayo

Se tomo una muestra seca de 2kg, posteriormente se coloca en un horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante las próximas 24 horas.

Se tomo una porción de 1560.41 gramos y se tamizan mediante mallas estandarizadas en la norma. (tamices de 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y cazuela).

Una vez tamizado correctamente se procedió a recolectar los pesos retenidos en cada tamiz, y expresarlos en el formato de recolección de datos granulométricos para agregado fino.

Recolección de datos

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO		
PESO DE MUESTRA SECA, ANTES DE LAVADO:	1812.75	Gramos
PESO DE MUESTRA SECA, DESPUES DE LAVADO:	1560.41	Gramos
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (Gramos)	
3/8"	0.00	Gramos
N°4	244.03	Gramos
N°8	405.82	Gramos
N°16	303.09	Gramos
N°30	211.48	Gramos
N°50	156.70	Gramos
N°100	136.33	Gramos
N°200	100.78	Gramos
Cazuela	2.26	Gramos
TOTAL	1560.49	Gramos



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO
PROVENIENTE DE LA CANTERA CÓRDOVA
(HUAMBUITIO)



RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO PROVENIENTE DE LA CANTERA CÓRDOVA (HUAMBUITIO)

5.3. ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL VIDRIO MOLIDO

Este ensayo se realizará con el fin de tener el vidrio molido dentro de los estándares de la norma, ya que posteriormente esta será un sustituyente parcial del agregado fino, por ende, debería cumplir los estándares que la NTP 400.037 indica para el agregado fino.

En el presente proyecto de investigación, el vidrio no cumplirá con todos los estándares de la NTP 400.037, dicho ensayo se realizó para llevar al vidrio molido a un estado que sea lo más semejante desde el punto de vista granulométrico.

Se considera agregado fino al material que pase el tamiz normalizado de 9.525 mm (3/8 pulg) y sea retenido en el tamiz N°200 (74 µm) según la norma técnica peruana (400.037).

Materiales / aparatos utilizados

- Vidrio molido
- 01 horno.
- 01 juego de tamices (3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y cazuela).
- 01 balanza con aproximación de 0,1 g.
- 01 brocha pequeña.
- Recipientes.
- 01 bandeja.
- EPP.

Ejecución del ensayo

Se inicia con el uso del EPP.

Se tomo una muestra seca de 2kg, posteriormente se coloca en un horno en un recipiente cerrado para evitar efectos negativos del vidrio, se coloca a una temperatura de 110°C ± 5°C durante las próximas 24 horas.

Se tomo una porción de 1560.41 gramos y se tamizan mediante mallas N°100, N°200 y cazuela).

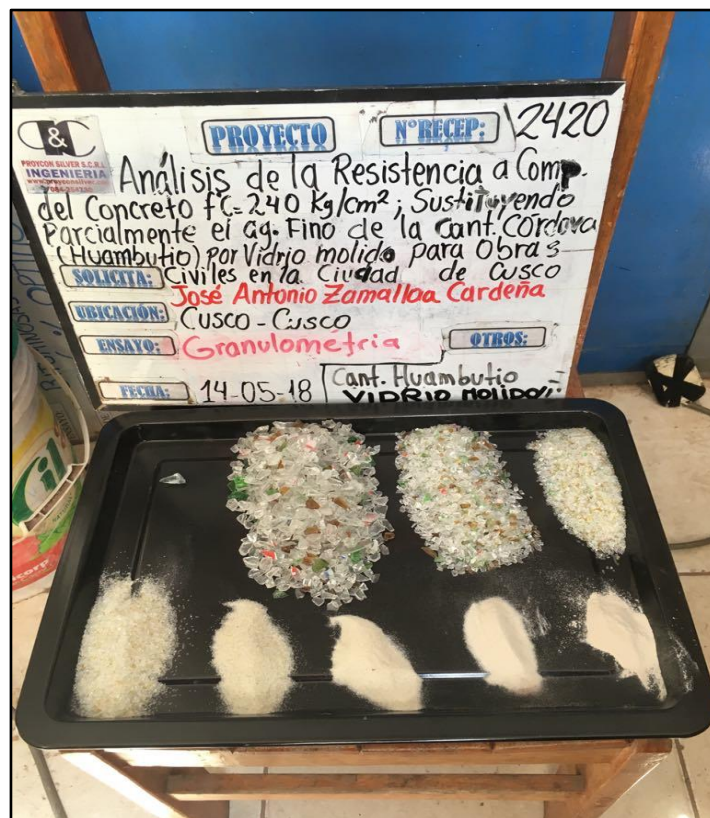
Una vez tamizado correctamente se procedió a recolectar los pesos retenidos en cada tamiz, y expresarlos en el formato de recolección de datos granulométricos para agregado fino.

Recolección de datos

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL VIDRIO MOLIDO		
PESO DE MUESTRA SECA, ANTES DE LAVADO:	633.50	Gramos
PESO DE MUESTRA SECA, DESPUES DE LAVADO:	633.00	Gramos
TAMIZ N°	PESO RETENIDO (Gramos)	
3/8"	0.62	Gramos
N°4	120.56	Gramos
N°8	88.58	Gramos
N°16	69.87	Gramos
N°30	105.47	Gramos
N°50	99.84	Gramos
N°100	99.87	Gramos
N°200	41.58	Gramos
Cazuela	6.21	Gramos
TOTAL	632.60	Gramos



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL VIDRIO MOLIDO



RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

6. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Este ensayo sirvió para la determinación el total del porcentaje de humedad evaporable que podemos encontrar en nuestros agregados, este ensayo se aplicó al agregado grueso, agregado fino y vidrio molido, según los estándares que indica la NTP 339.185.

Materiales / aparatos utilizados

- Agregado grueso proveniente de la cantera de Huambutio.
- Agregado fino.
- Vidrio molido.
- Balanza.
- Horno.
- Recipientes metálicos.
- Cuchara metálica.
- EPP.

Ejecución del ensayo

Se inicia con el uso del EPP.

Se realizo el muestreo de acuerdo con la NTP 400.010.

Se toma una parte de la muestra sin alterar, se pesa y tomamos los respectivos datos.

Se toma la muestra pesada, posteriormente es colocada al horno durante 24 horas, a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Pasado este tiempo y secada la muestra, esta es pesada nuevamente, tomamos los datos y los procesamos en gabinete.

Recolección de datos

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL VIDRIO MOLIDO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
PESO DE CAPSULA	19.16	Gramos	20.51	Gramos	20.38	Gramos
CAPSULA + MUESTRA HUMEDA	92.95	Gramos	73.51	Gramos	66.80	Gramos
CAPSULA + MUESTRA SECA	92.70	Gramos	73.31	Gramos	66.65	Gramos

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AG. FINO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
PESO DE CAPSULA	84.75	Gramos	30.75	Gramos	39.82	Gramos
CAPSULA + MUESTRA HUMEDA	286.85	Gramos	254.55	Gramos	234.10	Gramos
CAPSULA + MUESTRA SECA	282.33	Gramos	249.46	Gramos	229.82	Gramos

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AG. GRUESO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
PESO DE CAPSULA	54.18	Gramos	31.37	Gramos	31.58	Gramos
CAPSULA + MUESTRA HUMEDA	416.26	Gramos	427.55	Gramos	483.52	Gramos
CAPSULA + MUESTRA SECA	415.07	Gramos	426.16	Gramos	482.10	Gramos



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

7. ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

7.1. ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

Este ensayo se realizó según la NTP 400.021, nos ayuda a determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca después haber sometido la muestra al remojo en agua durante 24 horas y la absorción después haber sometido la muestra al remojo en agua durante 24 horas.

Materiales / aparatos utilizados

- Agregado grueso proveniente de la cantera Córdova (Huambuttio).
- Horno.
- Balanza.
- Tanque de agua.
- Canastilla de suspensión.
- Franela o un paño absorbente.
- Tamiz N°4.
- Recipientes.
- EPP.

Ejecución del ensayo

Se comienza con el uso de EPP.

Se toma una muestra como indica en la NTP 400.010.

La muestra tomada, se tamiza en la malla N°4 y se descarta todo el material pasante por esta malla, seguidamente se lavó el material para terminar de eliminar las impurezas que puedan existir.

Esta se sumerge al agua durante 24 horas \pm 4 horas.

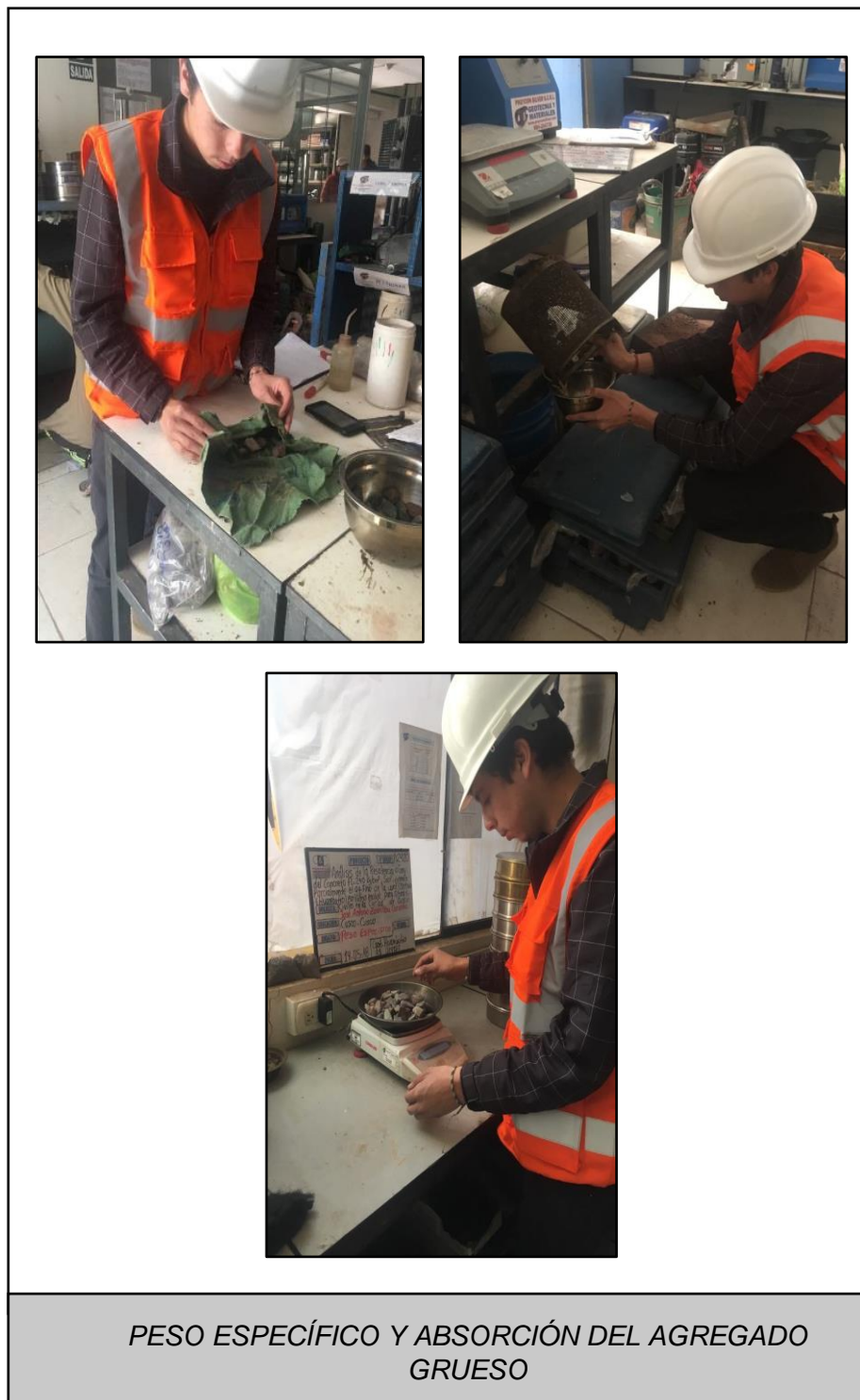
Pasado este tiempo se toma la muestra sumergida y se procede a secarlo superficialmente con la franela o paño absorbente, eliminando así toda el agua visible, seguido a esto se pesa la muestra saturada con superficie seca.

El material saturado con superficie seca se pone inmediatamente a la canastilla y se toma el peso de esta en el agua.

El material restante se lleva al horno durante 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, pasado este tiempo se toma el peso del material.

Recolección de datos

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AG. GRUESO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
PESO DE MUESTRA SECA	846.67	Gramos	1520.9	Gramos
PESO DE MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	853.50	Gramos	1533.1	Gramos
PESO EN EL AGUA DE MUESTRA SATURADA	530.50	Gramos	951.49	Gramos



7.2. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

El ensayo para la determinación de peso específico y absorción del agregado fino se determinó siguiendo los parámetros establecidos en la NTP 400.022.

El objetivo de este ensayo es hallar la densidad promedio de las partículas de agregado fino y la absorción de este.

Materiales / aparatos utilizados

- Vidrio y Agregado fino proveniente de la cantera de Huambuttio.
- Horno.
- Balanza calibrada.
- 01 molde o cono de absorción.
- 01 apisonador de metal o barra compactadora.
- 01 fiola.
- 01 probeta graduada.
- 01 equipo de bomba de vacíos.
- 01 brocha.
- Recipientes metálicos.
- Bandeja.
- EPP.

Ejecución del ensayo

Se comienza con el uso de EPP.

Se toma la muestra y se deja reposar en agua (sumergida) durante 24 horas \pm 4 horas, una vez concluido este tiempo se extrae la muestra en una bandeja y se colocada de tal forma que pueda realizarse un secado homogéneo, tratando de removerlo constantemente y ayudando a dicho secado.

Para observar si la muestra alcanzo la condición de superficie seca se realizó un ensayo de prueba de humedad superficial, para ello se colocó el molde o cono de absorción y se llenó con la muestra de agregado fino.

El agregado fue colocado cada 3 capas hasta llegar a la parte superior del cono, al término del colocado de cada capa se procedió a realizar

un ligero compactado con el apisonador de metal o barra compactadora, este ensayo se realizó hasta tener prueba que el material fino ya había alcanzado la condición de superficie seca.

Alcanzada esta condición se tomó la fiola y se llenó con agua como indica la norma, se toman 500 gramos de agregado fino saturado seco superficialmente y se introdujo en ella, se usó la bomba de vacíos para la extracción de los vacíos que se tenía.

Posteriormente se retira el agregado de la fiola y se llevó a un horno a temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, una vez secado se determina su peso.

Recolección de datos

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AG. FINO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
TEMPERATURA DEL AGUA	20	°C	20	°C
PICNOMETRO N°	1	-	1	-
PESO DE MUESTRA SECA	294.99	Gramos	140.21	Gramos
PESO DE PICNOMETRO + AGUA	668.85	Gramos	668.85	Gramos
PESO DE PICNOMETRO + AGUA + MUESTRA	855.52	Gramos	757.58	Gramos
PESO DE MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	300.01	Gramos	142.60	Gramos

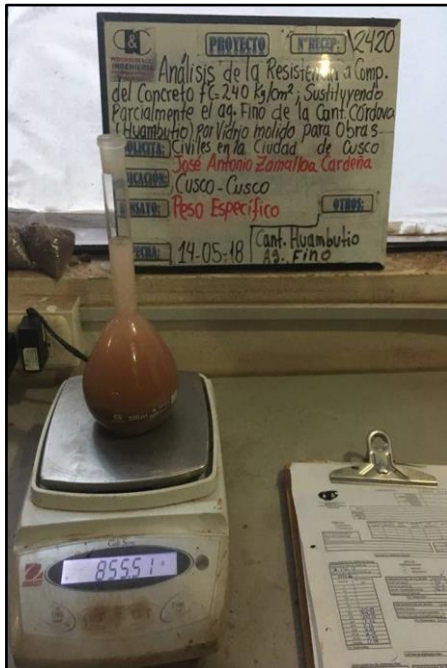
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL VIDRIO MOLIDO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
TEMPERATURA DEL AGUA	20	°C	20	°C
PICNOMETRO N°	1	-	1	-
PESO DE MUESTRA SECA	296.36	Gramos	145.30	Gramos
PESO DE PICNOMETRO + AGUA	668.85	Gramos	668.85	Gramos
PESO DE PICNOMETRO + AGUA + MUESTRA	847.33	Gramos	756.36	Gramos
PESO DE MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	300.44	Gramos	147.30	Gramos



*ENSAYO DEL CONO DE ABSORCIÓN CON EL AGREGADO FINO
PROVENIENTE DE LA CANTERA CÓRDOVA (HUAMBUTTIO)*



ENSAYO DEL CONO DE ABSORCIÓN CON EL VIDRIO MOLIDO



ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO Y VIDRIO MOLIDO CON LA BOMBA DE VACÍOS Y LA FIOLA

8. ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

Ensayo cuyo objetivo es la determinación de los pesos unitarios sueltos y pesos unitarios compactos de los agregados, los parámetros de este ensayo están limitados por la NTP 400.017

Materiales / aparatos utilizados

- Balanza calibrada.
- Barra de acero de 0.60m (5/8" de diámetro).
- 01 cuchara metálica.
- Molde cilindro de Proctor.
- Horno.
- Brocha.
- Regla metálica.
- Recipientes metálicos.
- EPP.

8.1. ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO DE LOS AGREGADOS

Ejecución del ensayo

Se inicia con el uso de los EPP.

Se extrae una muestra de los agregados según la NTP 400.010 y es llevada al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 horas.

Se lleno el molde con el material, el molde debe estar totalmente lleno hasta que el material rebalse, al rellenar el molde debe tenerse en cuenta que no puede vaciarse de una altura mayor a la de 2 pulgadas.

El material que rebasó se elimina con ayuda de una regla metálica.

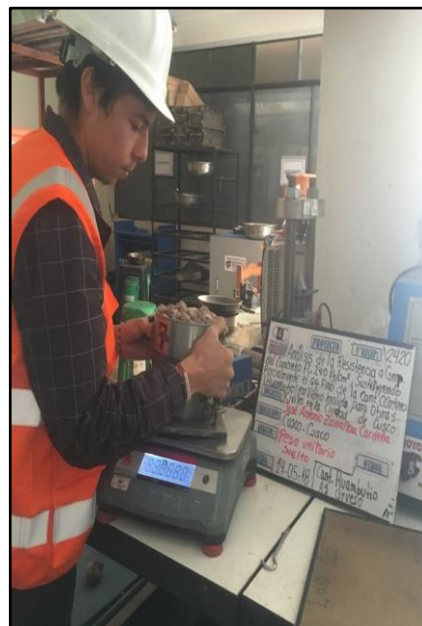
Se determina el peso del molde, seguidamente se determina el peso del molde más el material.

Recolección de datos

PESO UNITARIO SUELTO DEL AG. GRUESO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11937.50	Gramos	11909.50	Gramos

PESO UNITARIO SUELTO DEL AG. FINO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12228.50	Gramos	12207.50	Gramos

PESO UNITARIO SUELTO DEL VIDRIO MOLIDO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11308.00	Gramos	11287.00	Gramos



ENSAYO DEL PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO



ENSAYO DEL PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO Y VIDRIO MOLIDO

8.2. ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO DE LOS AGREGADOS

Ejecución del ensayo

Se inicia con el uso de los EPP.

Se extrae una muestra de los agregados según la NTP 400.010 y es llevada al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 horas.

Se vierte una primera capa de material en la tercera parte del molde, seguida de un compactado mediante 25 golpes distribuidos sobre la superficie del material (los golpes deben darse con el propio peso de la varilla), se realizó este paso 3 veces hasta llenar por completo el molde, finalmente se nivela con la regla metálica, y desecha el material excedente.

Se determino con anticipación el peso del molde, seguidamente se determina el peso del molde más el material.

Recolección de datos

PESO UNITARIO VARILLADO DEL AG. GRUESO				
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos
PESO DEL MOLDE + MUESTRA VARILLADA	12281.5	Gramos	12309.50	Gramos



9. ENSAYO DE ABRASION

Este ensayo se hizo según los estándares dadas por la NTP 400.019, sirve para la determinación de la resistencia al desgaste del agregado grueso, para ello se usa la máquina de los ángeles e implementos necesarios.

Materiales / aparatos utilizados

- Agregado grueso proveniente de la cantera de Huambutio.
- Máquina de los ángeles.
- Juego de tamices (N°12, 3/4", 1/2", 3/8" y cazuela)
- Balanza.
- 12 esferas de acero estandarizadas.
- Recipientes.

- Brocha.
- EPP.

Ejecución del ensayo

Se comienza con el uso de EPP.

Se realiza el muestreo de acuerdo con la NTP 400.010, posteriormente se seca la muestra en un horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 horas.

Después del muestreo tomamos 5000 gramos , de estos tomamos 1250 gramos que pasen el tamiz 1 1/2" y queden retenidos en el tamiz de 1" , se toman otros 1250 gramos que pasen el tamiz 1" y queden retenidos en el tamiz de 3/4" , también tomamos otros 1250 gramos que pasen el tamiz 3/4" y queden retenidos en el tamiz de 1/2", finalmente tomamos otros 1250 gramos que pasen el tamiz 1/2" y queden retenidos en el tamiz de 3/8" , se usó una gradación A.

Una vez realizado el proceso de tamizado, llevamos los 5 kg de material a la máquina de los ángeles, en ella introducimos las 12 esferas de acero estandarizadas y programamos 500 revoluciones, este proceso durara un aproximado de 20 min, ya que la máquina de los ángeles trabaja a un aproximado de 30 RPM.

Pasado este proceso de abrasión, se junta todo el material que fue sometido a la máquina de los ángeles, y se tamiza en el tamiz N°12, se halla en gabinete los respectivos porcentajes de desgaste que sufrió el material.

Recolección de datos

DESGASTE POR ABRASION EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES		
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	5001	Gramos
PESO DE LA MUESTRA RETENIDA EN TAMIZ N°12 DESPUES DEL ENSAYO	3855	Gramos
DIFERENCIA DE PESOS	1146	Gramos



**EXTRACCIÓN MATERIAL TRAS SER SOMETIDA A LA PRUEBA DE
DESGASTE POR ABRASIÓN EN LA MAQUINA DE LOS ÁNGELES**

10. FABRICACION DE BRIQUETAS DE CONCRETO F´C = 240 KG/CM2

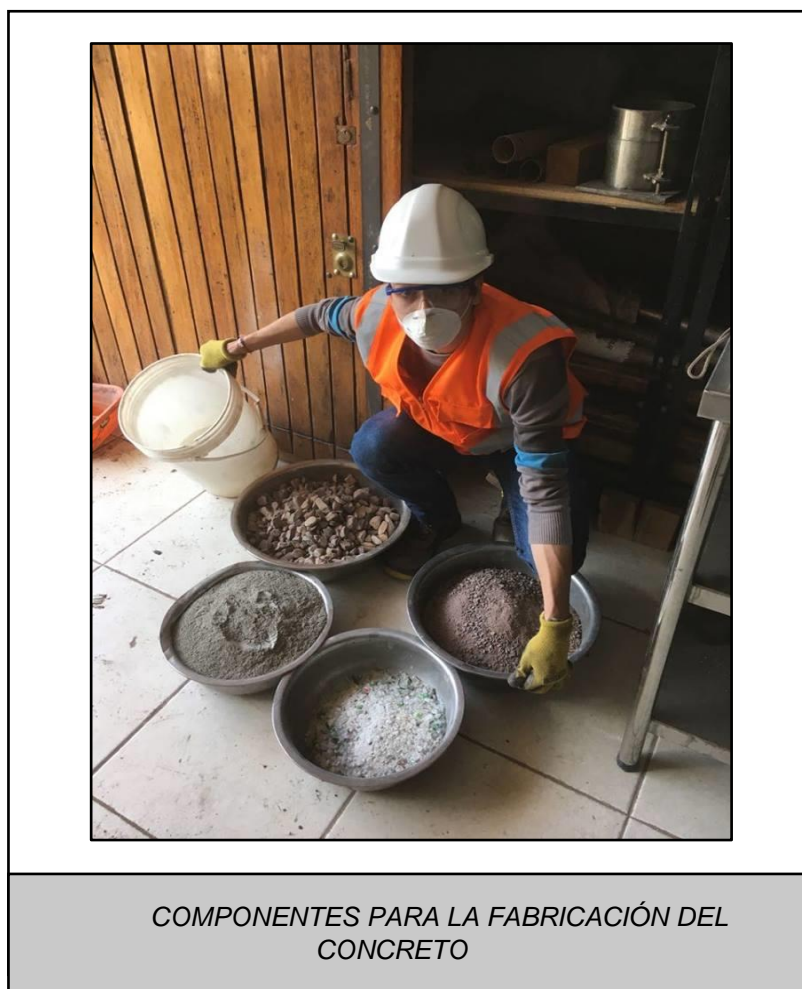
Esta etapa corresponde a la fabricación de especímenes cilíndricos (briquetas) con concreto $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, este proceso se realizó con los estándares que indica la NTP 339.033.

Se realizaron 48 especímenes cilíndricos, donde se hizo la sustitución de agregado fino proveniente de la cantera córdoba (Huambutio) por vidrio molido, para ello se usó 4 dosificaciones diferentes, los primeros 12 especímenes con agregado fino proveniente de la cantera córdoba (Huambutio) al 100% (no se realizó la sustitución), las siguientes 12 con la sustitución de agregado fino por vidrio molido en un 20%, otras 12 con la sustitución de agregado fino por vidrio molido en un 35% y finalmente los especímenes con sustitución de agregado fino por vidrio molido en un 50%.

Materiales / aparatos utilizados

- Cemento portland puzolánico tipo IP
- Agregado fino proveniente de la cantera Córdova (Huambutio)
- Agregado grueso proveniente de la cantera Córdova (Huambutio).
- Vidrio molido.
- Agua.
- 01 mezcladora de concreto.
- Bandejas metálicas.
- Balanza
- Cucharas metálicas.
- Envases de almacenamiento.
- 48 moldes cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura (NTP 339.209).
- 01 varilla compactadora de 5/8" (16mm) de diámetro y 50 cm de longitud.
- Martillo de goma.
- Espátula.

- Badilejo.
- Cinta métrica.
- Cono de Abrams (determinación de Slump) equipado.
- Petróleo.
- EPP.



10.1. MEZCLADO DE COMPONENTES PARA CONCRETO $f'c = 240 \text{ KG/CM}^2$

Se comenzó con el uso de los EPP.

Se determina las cantidades de los materiales a mezclar (Agregado fino, agregado grueso, vidrio molido, agua, cemento) con los pesos determinados por el diseño de mezclas, esta acción se realiza antes del mezclado de cada tanda.

Paralelo a la determinación de las cantidades de material se realiza una previa limpieza (con agua) de la mezcladora, para evitar incidentes con posibles impurezas y con la absorción excesiva del agua durante el proceso de mezclado.

Culminado los pasos anteriores se procede a introducir los materiales (agregados, agua, cemento) a la mezcladora.

Este proceso deberá durar lo suficiente hasta que el concreto este apto para la determinación de su Slump.



10.2. DETERMINACION DEL ACENTAMIENTO DE CONCRETO

Es la etapa siguiente al proceso de mezclado de materiales, este proceso sirve para determinar cuál es el asentamiento de la mezcla, dicho proceso se realizó bajo resguardo de la NTP 339.035.

Se procede a la extracción del concreto, girando la mezcladora de tal forma que el concreto caiga por gravedad hacia las bandejas, las que estarán debidamente colocadas para recibir el material mezclado.

Paralelo al proceso de extracción de material de la mezcladora, el molde o cono de Abrams y la varilla compactadora deberán estar sumergidos en agua.

Se coloca debidamente el cono de Abrams y se procede a llenar con la mezcla de concreto, este llenado se dará en 3 capas.

La primera capa de concreto deberá llenar $\frac{1}{3}$ del volumen del molde, seguida de 25 golpes distribuidos con la varilla compactadora.

La segunda capa de concreto deberá llenar la otra tercera parte del volumen del molde, seguida de 25 golpes distribuidos con la varilla compactadora.

La tercera y última capa de concreto deberá llenar el último tercio del volumen del molde, esta deberá estar rebosado de concreto, se realiza 25 golpes distribuidos con la varilla compactadora, finalmente eliminamos el material que rebosaba y la enrazamos.

Se quita el cono de Abrams o molde de forma ascendente vertical.

Seguidamente se procede a la medición del asentamiento o Slump y se realiza la recolección de datos.

Recolección de datos

DETERMINACION DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP EN PULG)						
PRIMERA ETAPA						
DESCRIPCION	TANDA 1			TANDA 2		
	SLUMP BRIQUETA	SLUMP BRIQUETA	SLUMP BRIQUETA	SLUMP BRIQUETA	SLUMP BRIQUETA	SLUMP BRIQUETA
	1	2	3	1	2	3
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 0% DE VIDRIO MOLIDO	2"	2"	2"	3"	3"	3"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 20% DE VIDRIO MOLIDO	2.5"	2.5"	2.5"	3"	3"	3"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 35% DE VIDRIO MOLIDO	1.5"	1.5"	1.5"	3"	3"	3"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 50% DE VIDRIO MOLIDO	3"	3"	3"	2.5"	2.5"	2.5"

DETERMINACION DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP EN PULG)						
SEGUNDA ETAPA						
DESCRIPCION	TANDA 1			TANDA 2		
	SLUMP BRIQUETA 1	SLUMP BRIQUETA 2	SLUMP BRIQUETA 3	SLUMP BRIQUETA 1	SLUMP BRIQUETA 2	SLUMP BRIQUETA 3
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 0% DE VIDRIO MOLIDO	2.5"	2.5"	2.5"	2.5"	2.5"	2.5"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 20% DE VIDRIO MOLIDO	3"	3"	3"	2"	2"	2"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 35% DE VIDRIO MOLIDO	3"	3"	3"	2.5"	2.5"	2.5"
CONCRETO F´C = 240 KG/CM2 CON 50% DE VIDRIO MOLIDO	3"	3"	3"	3"	3"	3"



10.3. LLENADO DE BRIQUETAS

Este procedimiento se ejecutó bajo resguardo de la NTP 339.033.

Ajustar y calibrar debidamente cada molde cilíndrico, para evitar problemas durante el proceso de vaciado de los cilindros, además cada uno de los moldes cilíndricos deben tener la cara interna untada con petróleo, para evitar la total adhesión entre el cilindro de concreto y el molde cilíndrico.

El molde cilíndrico usado tiene 150mm de diámetro y 300mm de altura, el vaciado de los moldes se dio en 3 etapas o capas.

La primera capa se llena con concreto hasta $\frac{1}{3}$ del volumen del molde, luego es apisonada con la varilla compactadora, dándole 25 golpes de forma

distribuida, seguida de 15 golpes aproximadamente con el martillo de goma para eliminar vacíos.

La segunda capa se llena con concreto hasta el siguiente tercio del volumen del molde, luego es apisonada con la varilla compactadora, dándole 25 golpes de forma distribuida, seguida de 15 golpes aproximadamente con el martillo de goma para eliminar vacíos.

Finalmente se llena con concreto hasta el último tercio y un poco más del volumen del molde, luego es apisonada con la varilla compactadora, dándole 25 golpes de forma distribuida, seguida de 15 golpes aproximadamente con el martillo de goma para eliminar vacíos, continuamos eliminando el material excedente y enrazamos con ayuda del badilejo.

Resguardamos cada briqueta en un lugar seguro, esperamos el tiempo necesario para que el concreto fragüe y pueda ser desmoldado.



10.4. CURADO DE BRIQUETAS

El proceso de curado de las briquetas se realizó bajo los estándares de la NTP 339.033.

Materiales / aparatos utilizados

- Marcador indeleble.
- Pozo de almacenamiento (llena de agua).
- Briquetas.

Ejecución del ensayo

Después de que el concreto en los moldes haya alcanzado un estado sólido, es decir fraguado, procedemos a marcarlos debidamente, para evitar confusiones.

Trasladamos las briquetas al pozo de almacenamiento y verificamos cada cierto tiempo.



11. ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS

Este ensayo determina la resistencia a la compresión del concreto, consiste en la aplicación de una carga axial en una determinada área, dicho ensayo se realizó bajo los estándares de la NTP 339.034.

La resistencia a la compresión se aplicó a los 7, 14, 21 y 28 días.

Materiales / aparatos utilizados

- Briquetas de concreto.
- Máquina de compresión axial.
- EPP

Ejecución del ensayo

Se hacen uso de los EPP.

Se procede a retirar las briquetas de los pozos de almacenamiento y se llevan a la zona donde se realizará el ensayo de comparación axial.

Se configura el equipo de compresión axial, se determinan las características en las cuales se realizará el ensayo.

Se colocan las briquetas en la máquina de compresión axial.

Se somete la briqueta a compresión y se procede a la recolección de datos.

Recolección de datos

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'_c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ (PATRON) A LAS DISTINTAS EDADES

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'_c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ (PATRON) A LOS 7 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 1 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	20.40 Mpa
M 2 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	20.80 Mpa
M 3 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	20.55 Mpa
RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'_c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ (PATRON) A LOS 14 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 4 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	21.53 Mpa
M 5 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	21.43 Mpa
M 6 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	22.18 Mpa

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $F'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ (PATRON) A LOS 21 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 7 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	25.25 Mpa
M 8 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	25.50 Mpa
M 9 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	24.98 Mpa
RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $F'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ (PATRON) A LOS 28 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 10 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	26.04 Mpa
M 11 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	26.40 Mpa
M 12 - 100% AG. FINO	15.24 cm	30.48 cm	25.71 Mpa

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LAS DISTINTAS EDADES

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LOS 7 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 1 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	17.96 Mpa
M 2 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	18.21 Mpa
M 3 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	17.83 Mpa
RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LOS 14 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 4 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	21.61 Mpa
M 5 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	21.02 Mpa
M 6 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	20.93 Mpa

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LOS 21 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 7 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	25.80 Mpa
M 8 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	25.63 Mpa
M 9 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	26.18 Mpa
RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LOS 28 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 10 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	27.01 Mpa
M 11 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	26.98 Mpa
M 12 - 20% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	27.41 Mpa

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LAS DISTINTAS EDAD ES

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LOS 7 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 1 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	16.83 Mpa
M 2 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	17.01 Mpa
M 3 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	16.58 Mpa
RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LOS 14 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 4 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	17.97 Mpa
M 5 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	18.48 Mpa
M 6 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	17.98 Mpa

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $F'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LOS 21 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 7 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	21.26 Mpa
M 8 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	21.65 Mpa
M 9 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	21.17 Mpa
RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $F'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LOS 28 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 10 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	22.68 Mpa
M 11 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	21.99 Mpa
M 12 - 35% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	22.74 Mpa

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $F'_{C} = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LAS DISTINTAS EDADES

RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $F'_{C} = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LOS 7 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 1 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	10.14 Mpa
M 2 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	9.73 Mpa
M 3 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	9.98 Mpa
RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $F'_{C} = 240\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO A LOS 14 DIAS			
DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 4 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	13.88 Mpa
M 5 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	14.37 Mpa
M 6 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	14.07 Mpa

**RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$
SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO
A LOS 21 DIAS**

DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 7 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	17.49 Mpa
M 8 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	17.17 Mpa
M 9 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	16.94 Mpa

**RECOLECCION DE DATOS DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 240\text{KG}/\text{CM}^2$
SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO
A LOS 28 DIAS**

DESCRIPCION	DIMENCIONES DE BRIQUETA		ESFUERZO DE FALLA (Mpa)
	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	
M 10 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	18.94 Mpa
M 11 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	19.61 Mpa
M 12 - 50% VIDRIO	15.24 cm	30.48 cm	18.77 Mpa



ENSAYO DE COMPRESION – PROCESO DE ROTURA DE BRIQUETAS

ANEXO 03: PROCESAMIENTO DE DATOS

PROCESAMIENTO DE DATOS

El procesamiento de datos se dio sabiendo que los agregados finos y gruesos estarían fuera de los límites establecidos en la NTP, ya que dichos agregados son de muy baja calidad.

1. PROCESAMIENTO DE DATOS DE GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

1.1. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL AGREGADO GRUESO

1.1.1. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

El análisis de datos de este ensayo se dio bajo indicación de la NTP 400.037.

Formulas utilizadas

- **% Retenido**

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso de muestra seca antes de lavado}} * 100\%$$

- **% Retenido acumulado**

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido} + \% \text{ Retenido acumulado anterior}$$

- **% Pasante**

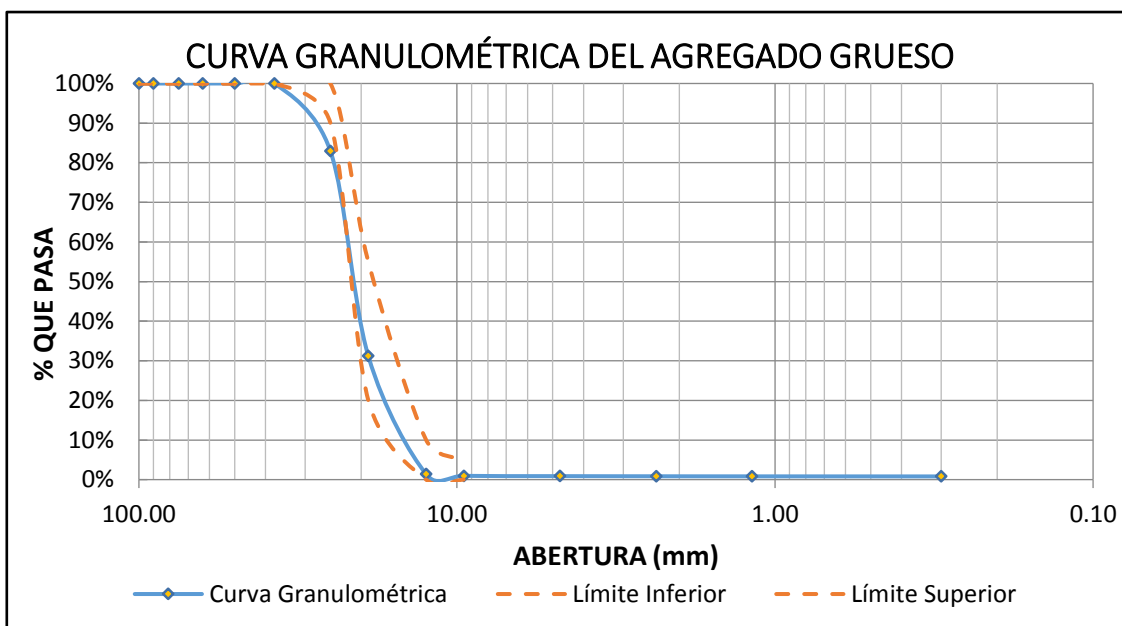
$$\% \text{ Pasante} = 100\% - \% \text{ Retenido acumulado}$$

- **Determinación de HUSO**

HUSO	TAMAÑO MAXIMO MONIMAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS									
		50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 ½ in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (¾ in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (¾ in. a N° 4)	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Calculo de datos

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO							
PESO DE MUESTRA SECA, ANTES DE LAVADO:		1786.13		% DE ERROR	0.152%		
PESO DE MUESTRA SECA, DESPUES DE LAVADO:		1775.86					
TAMIZ N°	DIAMETRO DE ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (Gramos)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE	HUSO: 5 LIMITES	
4"	100.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3 1/2 "	90.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3"	75.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
2 1/2"	63.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
2"	50.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1 1/2"	37.50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1"	25.00	304.94	17.07%	17.07%	82.93%	90%	100%
3/4"	19.00	924.08	51.74%	68.81%	31.19%	20%	55%
1/2"	12.50	532.52	29.81%	98.62%	1.38%	0%	10%
3/8"	9.50	7.66	0.43%	99.05%	0.95%	0%	5%
N°4	4.75	1.26	0.07%	99.12%	0.88%		
N°8	2.36	0.67	0.04%	99.16%	0.84%		
N°16	1.18	0.29	0.02%	99.18%	0.82%		
N°50	0.30	0.40	0.02%	99.20%	0.80%		
Cazuela		1.34	0.08%	99.27%			
TOTAL		1773.16	99.27%				



Comentarios de análisis

El análisis granulométrico se realizó bajo los parámetros de la NTP 400.037.

La curva granulométrica no se encontraba dentro de lo indicado en la norma, ya que el agregado grueso no era de muy buena calidad (contenía exceso de finos e impurezas), para fines del proyecto se tomó dicho agregado para la posterior fabricación de concreto, sin someterlo a mejora alguna.

En dicho análisis se obtuvo un tamaño máximo nominal de 1", además de tener un módulo de fineza de 7.63.

1.1.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO GRUESO

El análisis de datos de este ensayo se realizó bajo indicación de la NTP 400.012

Formulas utilizadas

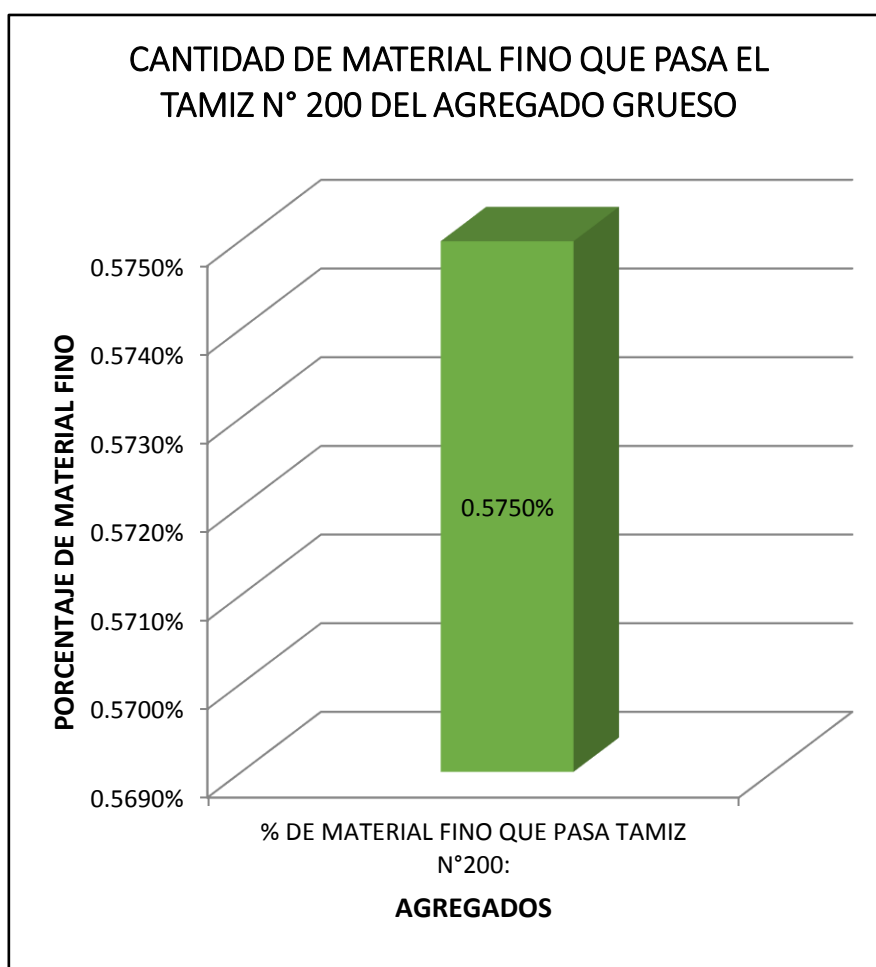
- **Peso del material que pasa el Tamiz N°200**

Material que pasa el tamiz N°200 = Peso antes del lavado – Peso despues del lavado

- **% De material fino que pasa por tamiz N° 200**

% De material que pasa por tamiz N°200 = $\frac{\text{Material que pasa tamiz N°200}}{\text{Peso de la muestra antes del lavado}} * 100$

Calculo de datos



Comentario del análisis

Este análisis del ensayo se practicó como indica en la NTP 400.012

El material fino que pasa por el tamiz N°200 es el 0.57%, el cual está dentro de los límites indicados en la norma.

1.2. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL AGREGADO FINO

1.2.1. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

El análisis de datos de este ensayo se dio bajo el resguardo de los parámetros de la NTP 400.037.

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

Formulas utilizadas

- **% Retenido**

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso de muestra seca antes de lavado}} * 100\%$$

- **% Retenido acumulado**

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido} + \% \text{ Retenido acumulado anterior}$$

- **% Pasante**

$$\% \text{ Pasante} = 100\% - \% \text{ Retenido acumulado}$$

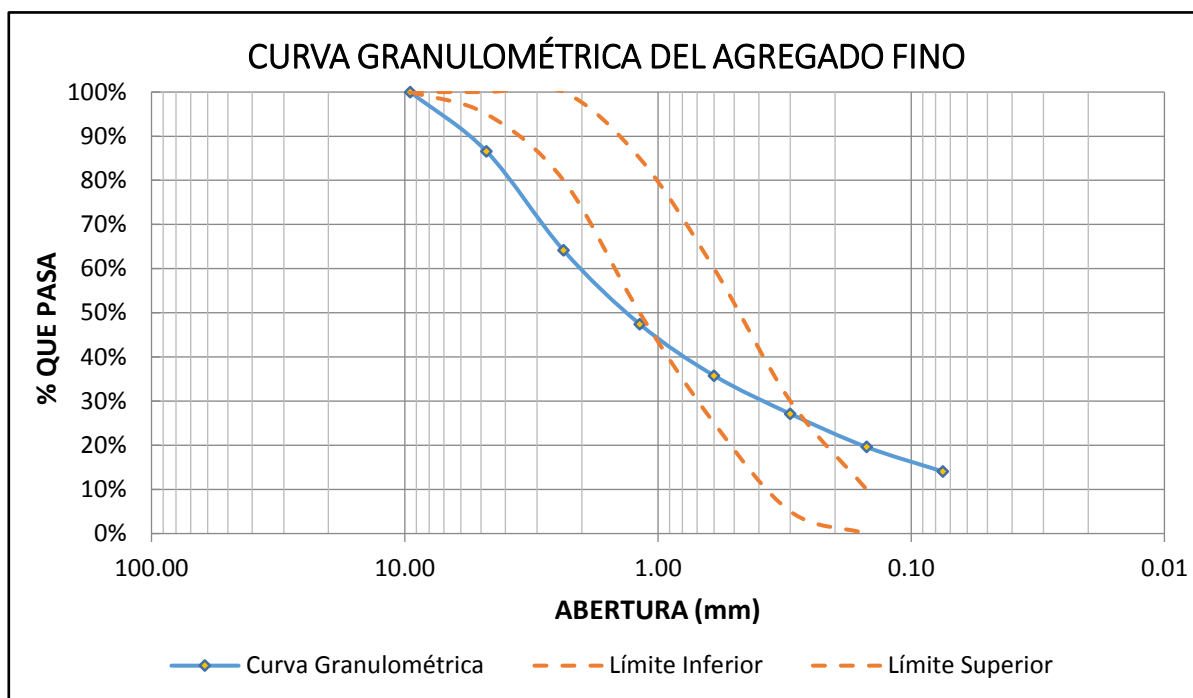
- **Módulo de fineza**

Modulo de fineza =

$$\sum \% \text{Ret. Acumulado Tamices (3/8" + N}^\circ 4 + \text{N}^\circ 8 + \text{N}^\circ 16 + \text{N}^\circ 30 + \text{N}^\circ 50 + \text{N}^\circ 100)$$

Calculo de datos

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO							
PESO DE MUESTRA SECA, ANTES DE LAVADO (Gramos):		1812.75		% DE ERROR	-0.005%		
PESO DE MUESTRA SECA, DESPUES DE LAVADO (Gramos):		1560.41					
TAMIZ N°	DIAMETRO DE ABERTURA	PESO RETENIDO (Gramos)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE	HUSO LIMITES	
3/8"	9.50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
N° 4	4.75	244.03	13.46%	13.46%	86.54%	95%	100%
N° 8	2.36	405.82	22.39%	35.85%	64.15%	80%	100%
N° 16	1.18	303.09	16.72%	52.57%	47.43%	50%	85%
N° 30	0.60	211.48	11.67%	64.24%	35.76%	25%	60%
N° 50	0.30	156.70	8.64%	72.88%	27.12%	5%	30%
N° 100	0.15	136.33	7.52%	80.40%	19.60%	0%	10%
N° 200	0.08	100.78	5.56%	85.96%	14.04%		
Cazuela		2.26	0.12%	86.08%			
TOTAL		1560.49	86.08%				



Comentarios de análisis

El análisis granulométrico se realizó bajo los parámetros indicados en la NTP 400.037.

La curva granulométrica que arrojo el agregado fino no está dentro de los límites indicados en la norma, ya que el agregado fino no es de muy buena calidad, para fines del proyecto se usó dicho material sin someterlo a mejora alguna.

En el análisis del ensayo de granulometría, se recomienda tener un módulo de fineza de entre 2.35 y 3.15, el módulo de fineza obtenido en este trabajo es de 3.19, el cual supera los límites permitidos, ya que es un agregado de baja calidad.

Para fines del proyecto, se usa el agregado fino que se tiene, sin alterar sus propiedades.

1.2.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO

El análisis de datos de este ensayo se dio bajo el resguardo de los parámetros de la NTP 400.012.

Formulas utilizadas

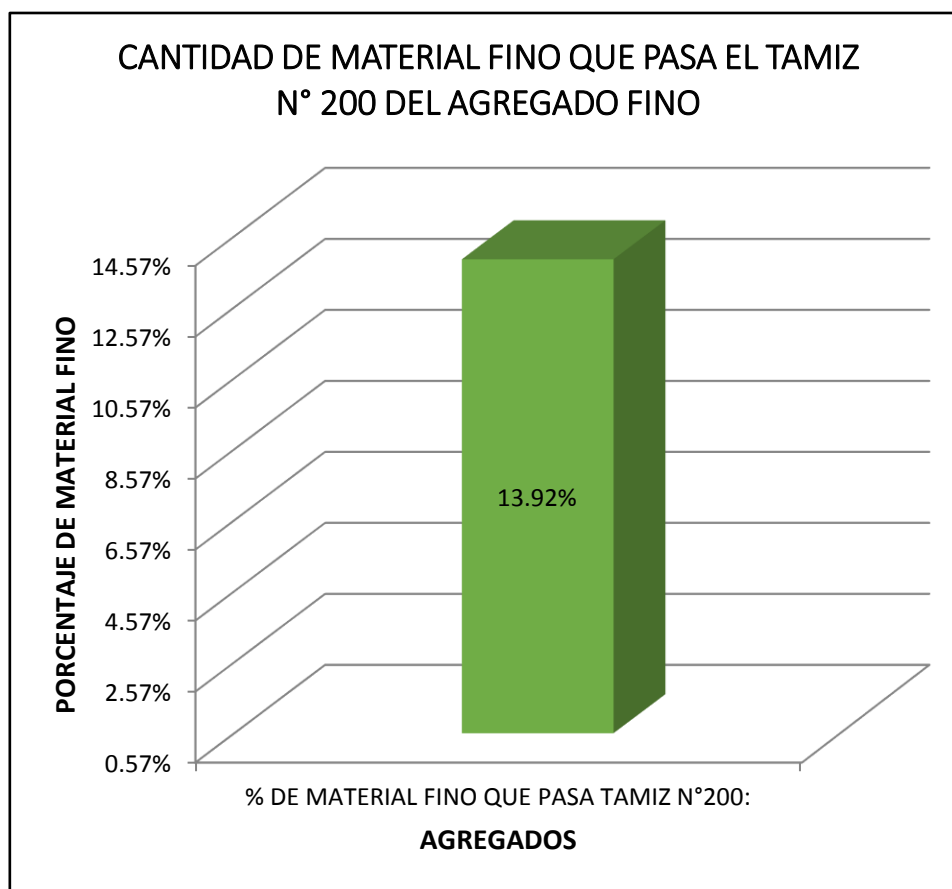
- **Peso del material que pasa el Tamiz N°200 (Gramos)**

$$\text{Material que pasa el tamiz N}^\circ 200 = \text{Peso antes del lavado} - \text{Peso despues del lavado}$$

- **% De material fino que pasa por tamiz N° 200**

$$\% \text{ De material que pasa por tamiz N}^\circ 200 = \frac{\text{Material que pasa tamiz N}^\circ 200}{\text{Peso de la muestra antes del lavado}} * 100$$

Calculo de datos



Comentario del análisis

El material fino que pasa por el tamiz N°200 es el 13.92%, el cual está muy lejos de lo permitido, las soluciones podrían ser lavar el agregado fino y/o cambiar de cantera, pero para fines del proyecto se usara el agregado fino con este porcentaje de material pasante por el tamiz N°200.

1.3. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL VIDRIO MOLIDO

1.3.1. GRANULOMETRIA DEL VIDRIO MOLIDO

El análisis de datos de este ensayo se dio bajo el resguardo de los parámetros de la NTP 400.037.

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

Formulas utilizadas

- **% Retenido**

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso de muestra seca antes de lavado}} * 100\%$$

- **% Retenido acumulado**

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido} + \% \text{ Retenido acumulado anterior}$$

- **% Pasante**

$$\% \text{ Pasante} = 100\% - \% \text{ Retenido acumulado}$$

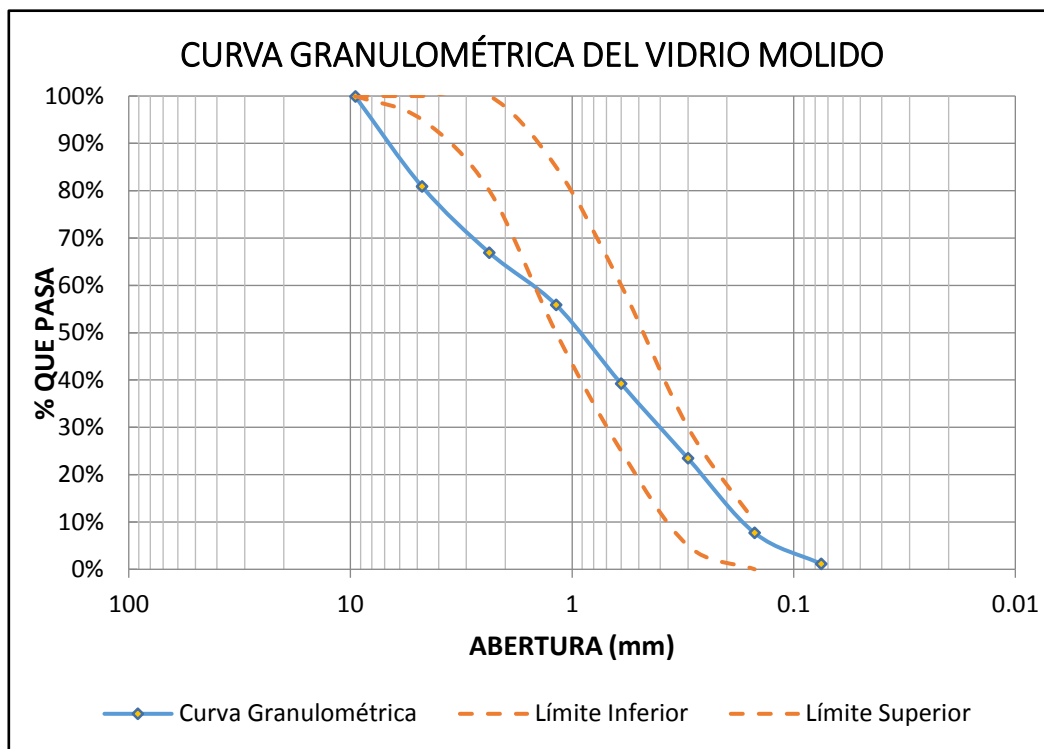
- **Módulo de fineza**

Modulo de fineza =

$$\sum \% \text{Ret. Acumulado Tamices (3/8" + N}^\circ 4 + \text{N}^\circ 8 + \text{N}^\circ 16 + \text{N}^\circ 30 + \text{N}^\circ 50 + \text{N}^\circ 100)$$

Calculo de datos

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL VIDRIO MOLIDO							
PESO DE MUESTRA SECA, ANTES DE LAVADO (Gramos):		633.50		% DE ERROR	0.06%		
PESO DE MUESTRA SECA, DESPUES DE LAVADO (Gramos):		633.00					
TAMIZ N°	DIAMETRO DE ABERTURA	PESO RETENIDO (Gramos)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE	HUSO	
						LIMITES	
3/8"	9.5	0.62	0.10%	0.10%	99.90%	100%	100%
N° 4	4.75	120.56	19.03%	19.13%	80.87%	95%	100%
N° 8	2.36	88.58	13.98%	33.11%	66.89%	80%	100%
N° 16	1.18	69.87	11.03%	44.14%	55.86%	50%	85%
N° 30	0.600	105.47	16.65%	60.79%	39.21%	25%	60%
N° 50	0.300	99.84	15.76%	76.55%	23.45%	5%	30%
N° 100	0.150	99.87	15.76%	92.31%	7.69%	0%	10%
N° 200	0.075	41.58	6.56%	98.88%	1.12%		
Cazuela		6.21	0.98%	99.86%			
TOTAL		632.60	99.86%				



Comentarios de análisis

El análisis granulométrico se realizó bajo los parámetros de la NTP 400.037.

En el análisis del ensayo de granulometría, se recomienda tener un módulo de fineza de entre 2.35 y 3.15, el módulo de fineza obtenido en este trabajo es de 3.26, es cual está fuera de los límites permitidos en la norma, pero aun así es la que más se asemeja al agregado fino utilizado.

1.3.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE LA CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 DEL VIDRIO MOLIDO

El análisis de datos de este ensayo se dio bajo el resguardo de los parámetros de la NTP 400.012.

Formulas utilizadas

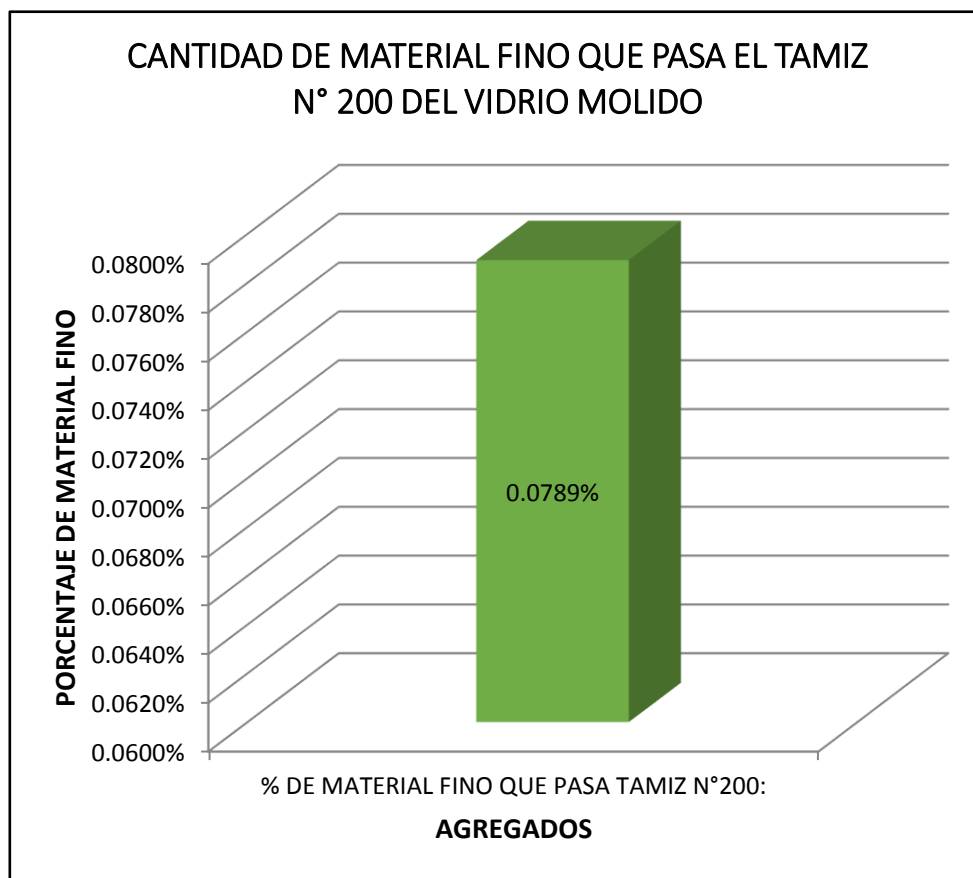
- **Peso del material que pasa el Tamiz N°200 (Gramos)**

$$\text{Material que pasa el tamiz N}^\circ 200 = \text{Peso antes del lavado} - \text{Peso despues del lavado}$$

- **% De material fino que pasa por tamiz N° 200**

$$\% \text{ De material que pasa por tamiz N}^\circ 200 = \frac{\text{Material que pasa tamiz N}^\circ 200}{\text{Peso de la muestra antes del lavado}} * 100$$

Calculo de datos



Comentario del análisis

El material fino que pasa por el tamiz N°200 es el 0.08%, el que por debajo de lo permitido.

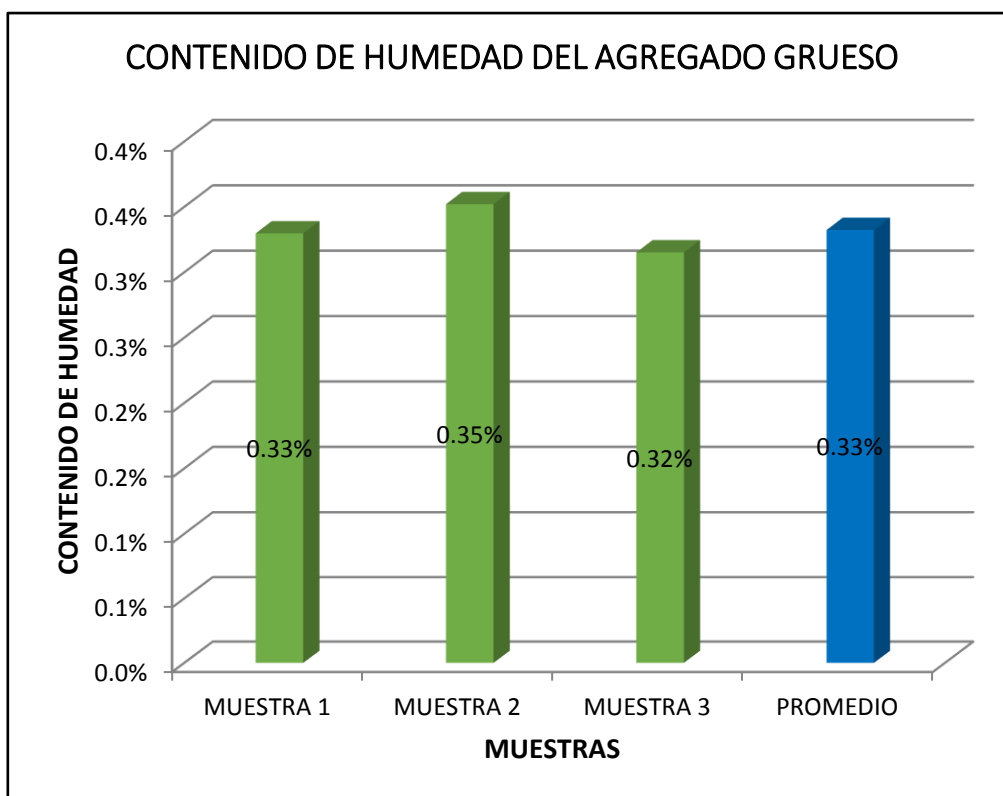
2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

El análisis de datos del contenido de humedad se dio según los estándares que indica la NTP 339.185.

2.1. PROCESAMIENTO DE DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

Calculo de datos

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AG. GRUESO								
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		PROMEDIO	
PESO DE CAPSULA	54.18	Gramos	31.37	Gramos	31.58	Gramos	39.04	Gramos
CAPSULA + MUESTRA HUMEDA	416.26	Gramos	427.55	Gramos	483.52	Gramos	442.44	Gramos
CAPSULA + MUESTRA SECA	415.07	Gramos	426.16	Gramos	482.10	Gramos	441.11	Gramos
PESO DEL AGUA	1.19	Gramos	1.39	Gramos	1.42	Gramos	1.33	Gramos
PESO DE LA MUESTRA SECA	360.89	Gramos	394.79	Gramos	450.52	Gramos	402.07	Gramos
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.33%		0.35%		0.32%		0.33%	



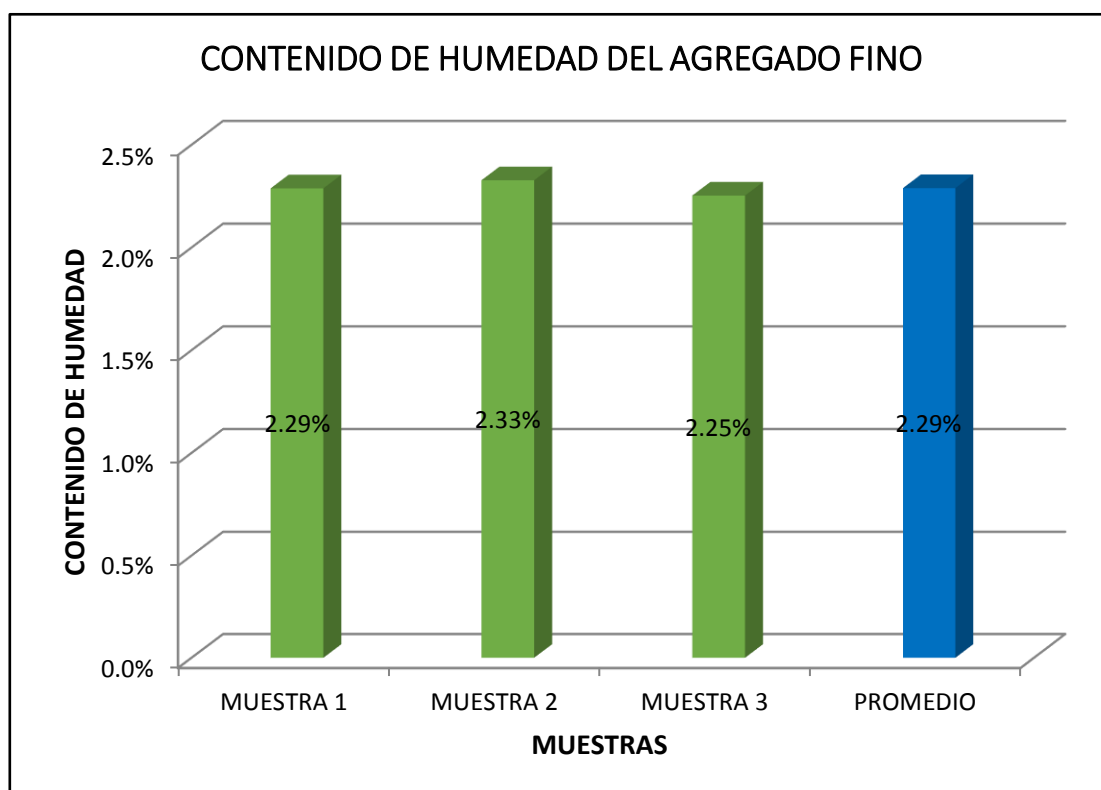
Comentario del análisis

El análisis del contenido de humedad del agregado grueso proveniente de la cantera Córdova (Huambutio) se llevó a cabo respetando los parámetros dictados en la NTP 339.185. El contenido de humedad promedio resultante de nuestro análisis fue de 0.33%. dicho resultado proviene de evaluar el agregado grueso en condiciones naturales de su almacenamiento.

2.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

Calculo de datos

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO								
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		PROMEDIO	
PESO DE CAPSULA	84.75	Gramos	30.75	Gramos	39.82	Gramos	51.77	Gramos
CAPSULA + MUESTRA HUMEDA	286.85	Gramos	254.55	Gramos	234.10	Gramos	258.50	Gramos
CAPSULA + MUESTRA SECA	282.33	Gramos	249.46	Gramos	229.82	Gramos	253.87	Gramos
PESO DEL AGUA	4.52	Gramos	5.09	Gramos	4.28	Gramos	4.63	Gramos
PESO DE LA MUESTRA SECA	197.58	Gramos	218.71	Gramos	190.00	Gramos	202.10	Gramos
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.29%		2.33%		2.25%		2.29%	



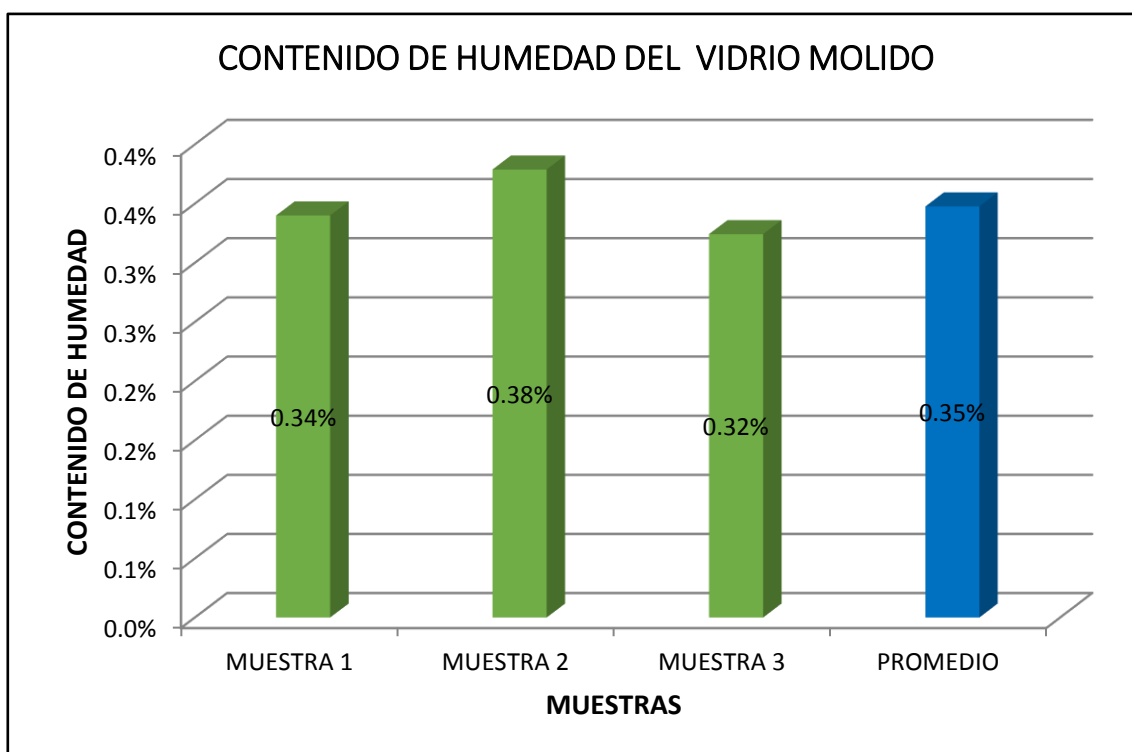
Comentario del análisis

El análisis del contenido de humedad del agregado fino proveniente de la cantera Córdova (Huambutio) se llevó a cabo respetando los parámetros dictados en la NTP 339.185. El contenido de humedad promedio resultante de nuestro análisis fue de 2.29%, lo que indica que el agregado estaba ligeramente húmedo. dicho resultado proviene de evaluar el agregado fino en condiciones naturales de su almacenamiento.

2.3. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL VIDRIO MOLIDO

Calculo de datos

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL VIDRIO MOLIDO								
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		PROMEDIO	
PESO DE CAPSULA	19.16	Gramos	20.51	Gramos	20.38	Gramos	20.02	Gramos
CAPSULA + MUESTRA HUMEDA	92.95	Gramos	73.51	Gramos	66.80	Gramos	77.75	Gramos
CAPSULA + MUESTRA SECA	92.70	Gramos	73.31	Gramos	66.65	Gramos	77.55	Gramos
PESO DEL AGUA	0.25	Gramos	0.20	Gramos	0.15	Gramos	0.20	Gramos
PESO DE LA MUESTRA SECA	73.54	Gramos	52.80	Gramos	46.27	Gramos	57.54	Gramos
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.34%		0.38%		0.32%		0.35%	



Comentario del análisis

El análisis del contenido de humedad del vidrio molido se llevó a cabo respetando los parámetros dictados en la NTP 339.185. El contenido de humedad promedio resultante de nuestro análisis fue de 0.35%, dicho resultado proviene de evaluar el vidrio en condiciones naturales de su almacenamiento.

3. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

3.1. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

El análisis de datos del contenido de humedad se dio según los estándares que indica la NTP 400.021

Formulas utilizadas

- ✓ P.E.M.: Peso específico de masa (Gr/Cm3)
- ✓ X: Peso de muestra seca
- ✓ Y: Peso de muestra saturada con superficie seca
- ✓ Z: Peso en el agua de muestra saturada

- **Peso específico de masa (Gr/Cm3)**

$$P. E. M. = \frac{X}{Y - Z}$$

- **Peso Específico de masa saturada con superficie seca (Gr/Cm3)**

$$P. E. M. = \frac{Y}{Y - Z}$$

- **Peso Específico Aparente (Gr/Cm3)**

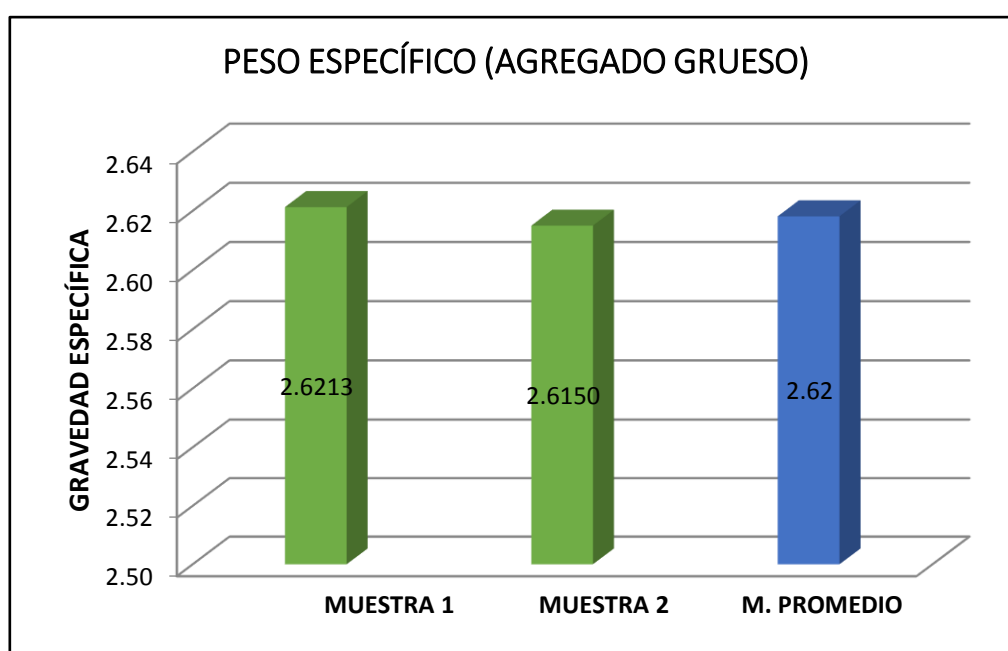
$$P. E. M. = \frac{X}{X - Z}$$

- **% De absorción (%)**

$$\% \text{ De absorcion.} = \frac{Y - X}{Y}$$

Calculo de datos

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AG. GRUESO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		M. PROMEDDIO	
PESO DE MUESTRA SECA	846.67	Gramos	1520.94	Gramos	1183.81	Gramos
PESO DE MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	853.50	Gramos	1533.11	Gramos	1193.31	Gramos
PESO EN EL AGUA DE MUESTRA SATURADA	530.50	Gramos	951.49	Gramos	741.00	Gramos
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.62	Gr/Cm3	2.62	Gr/Cm3	2.62	Gr/Cm3
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	2.64	Gr/Cm3	2.64	Gr/Cm3	2.64	Gr/Cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.68	Gr/Cm3	2.67	Gr/Cm3	2.67	Gr/Cm3
ABSORCION	0.80%	-	0.79%	-	0.80%	-
TEMPERATURA DEL AGUA	20.00	°C	20.00	°C	20.00	°C
FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA	1.00	-	1.00	-	1.00	-
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.6213	Gr/Cm3	2.6150	Gr/Cm3	2.62	Gr/Cm3



Comentario del análisis

Este análisis se realizó bajo los estándares de la NTP 400.021

Tras el análisis correspondiente del peso específico y absorción del agregado grueso proveniente de la cantera Córdova (Huambutio) se obtuvo un peso específico promedio de 2.62 Gr / Cm³, además de obtener un % de absorción promedio del 0.80%.

3.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

Formulas utilizadas

- ✓ P.M.S.: Peso de muestra sumergida
- ✓ P.A.D.: Peso de agua desplazada
- ✓ P.E.M.: Peso específico de muestra
- ✓ P.A.A: Peso de agua absorbida
- ✓ A: Peso de muestra seca
- ✓ B: Peso de picnómetro + agua + muestra
- ✓ C: Peso de muestra saturada con superficie seca
- ✓ D: Peso del picnómetro + agua

- **Peso de muestra sumergida**

$$P. M. S. = B - D$$

- **Peso del agua desplazada**

$$P. A. D. = A - P. M. S.$$

- **Peso Específico de muestra**

$$P. E. M. = \frac{A}{P. A. D.}$$

- **Peso de agua absorbida**

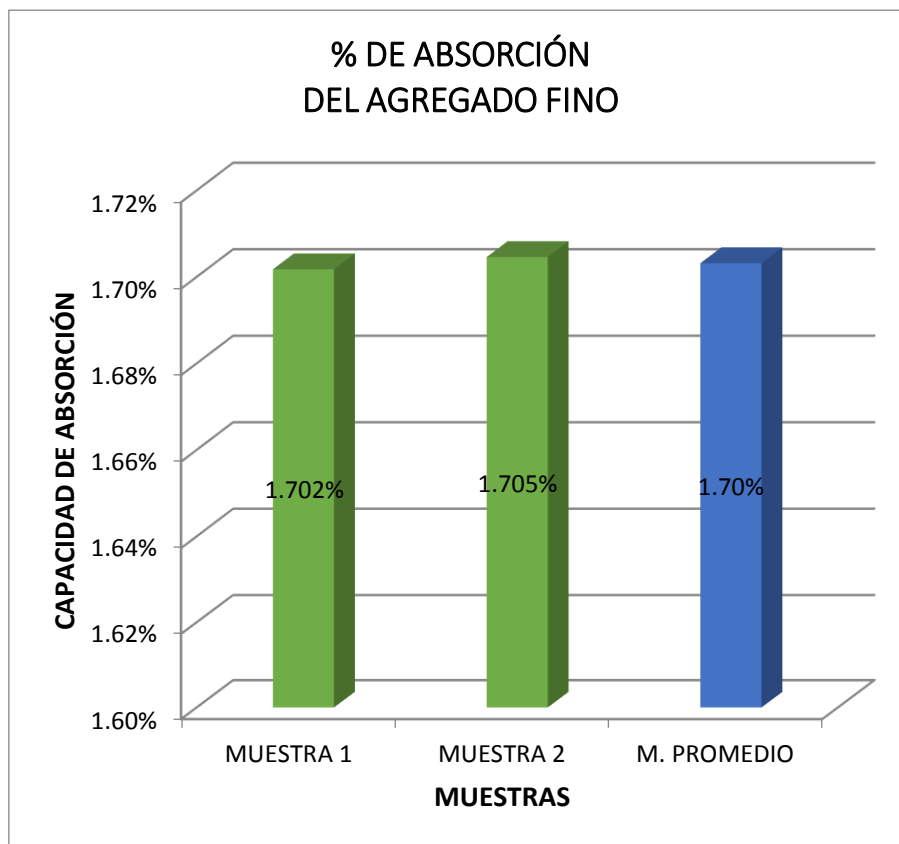
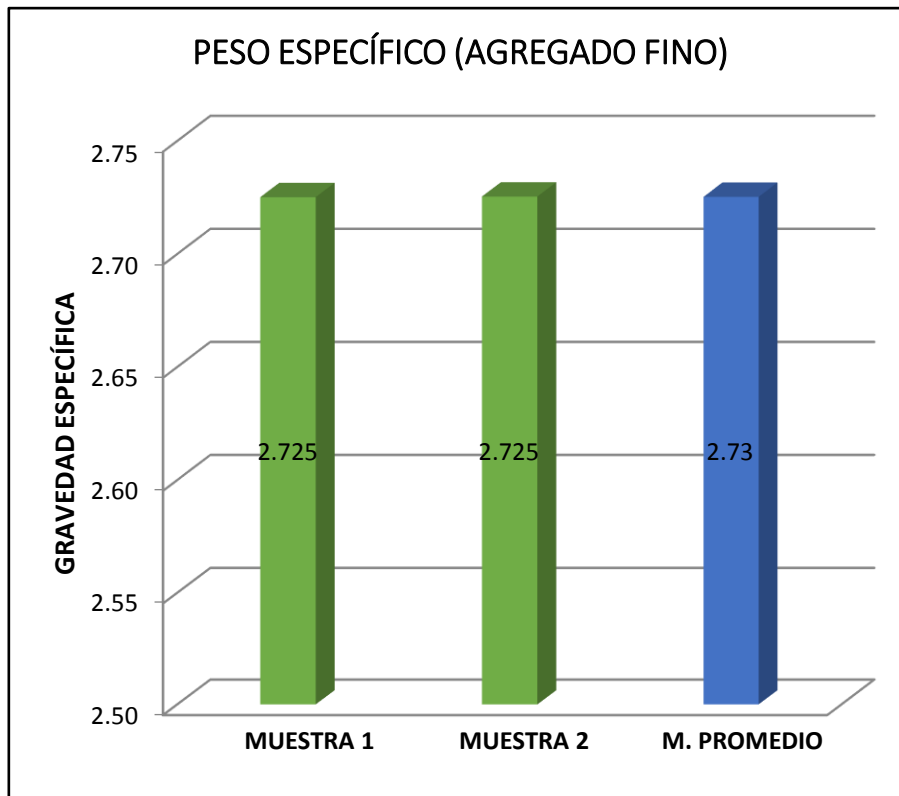
$$P. A. A. = C - A$$

- **% De absorción (%)**

$$\% \text{ De absorcion.} = \frac{P. A. A.}{A}$$

Calculo de datos

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		M. PROMEDIO	
TEMPERATURA DEL AGUA	20	°C	20	°C		
PICNOMETRO N°	1	-	1	-		
PESO DE MUESTRA SECA	294.99	Gramos	140.21	Gramos		
PESO DE PICNOMETRO + AGUA	668.85	Gramos	668.85	Gramos		
PESO DE PICNOMETRO + AGUA + MUESTRA	855.52	Gramos	757.58	Gramos		
PESO DE MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	300.01	Gramos	142.60	Gramos		
VOLUMEN DEL PICNOMETRO	500	ml	500	ml		
PESO DEL PICNOMETRO	454.87	Gramos	454.87	Gramos		
PESO DE MUESTRA SUMERGIDA	186.67	Gramos	88.73	Gramos		
PESO DEL AGUA DEZPLAZADA	108.32	Gramos	51.48	Gramos		
PESO ESPECIFICO A TEMPERATURA DEL ENSAYO	2.723	Gr/Cm3	2.724	Gr/Cm3		
FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA A 23°C	1.00	-	1.00	-		
PESO DE AGUA ABSORBIDA	5.02	Gramos	2.39	Gramos		
PESO ESPECIFICO	2.725	Gr/Cm3	2.725	Gr/Cm3	2.73	Gr/Cm3
ABSORCION	1.702%	-	1.705%	-	1.70%	-



Comentario del análisis

Este análisis se realizó bajo las indicaciones dictadas en la NTP 400.022

Tras el análisis correspondiente del peso específico y absorción del agregado fino proveniente de la cantera Córdova (Huambutio) se obtuvo un peso específico promedio de 2.73 Gr / Cm³, además de obtener un porcentaje de absorción promedio del 1.70%.

3.3. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL VIDRIO MOLIDO

El análisis de datos del contenido de humedad se dio según lo indicado en la NTP 400.022

Formulas utilizadas

- ✓ P.M.S.: Peso de muestra sumergida
- ✓ P.A.D.: Peso de agua desplazada
- ✓ P.E.M.: Peso específico de muestra
- ✓ P.A.A: Peso de agua absorbida
- ✓ A: Peso de muestra seca
- ✓ B: Peso de picnómetro + agua + muestra
- ✓ C: Peso de muestra saturada con superficie seca
- ✓ D: Peso del picnómetro + agua

- **Peso de muestra sumergida**

$$P. M. S. = B - D$$

- **Peso del agua desplazada**

$$P. A. D. = A - P. M. S.$$

- **Peso Específico de muestra**

$$P. E. M. = \frac{A}{P. A. D.}$$

- **Peso de agua absorbida**

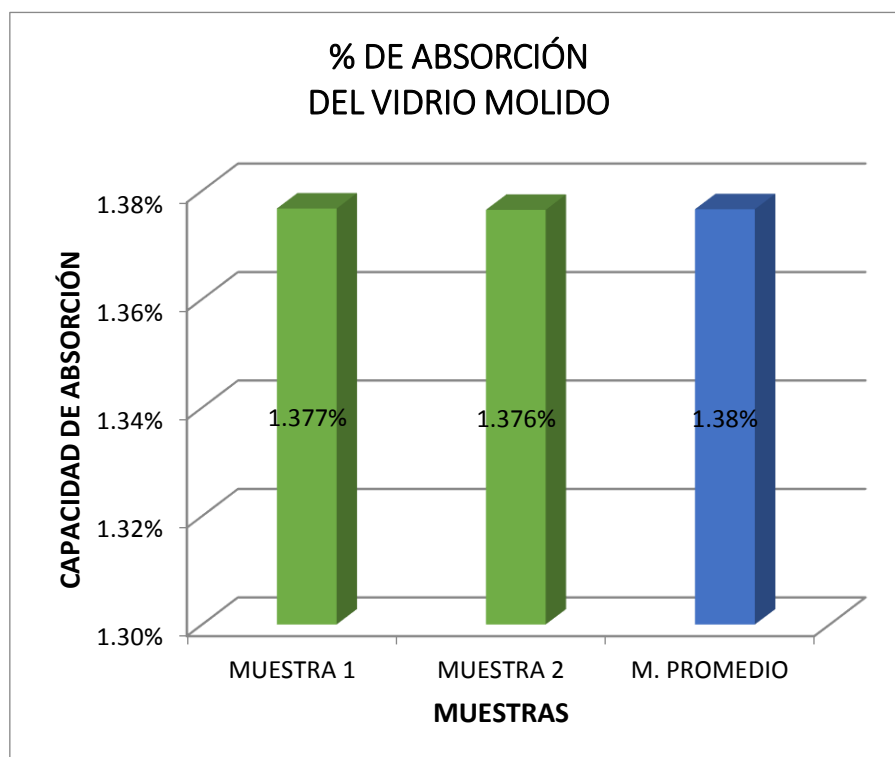
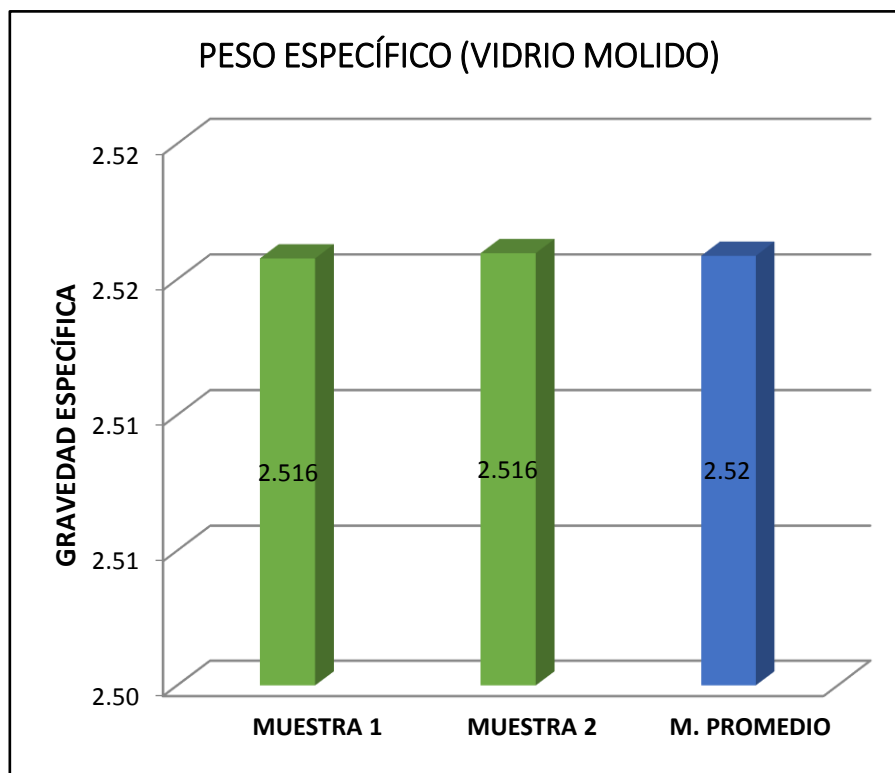
$$P. A. A. = C - A$$

- **% De absorción (%)**

$$\% \text{ De absorcion.} = \frac{P. A. A.}{A}$$

Calculo de datos

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL VIDRIO MOLIDO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		M. PROMEDIO	
TEMPERATURA DEL AGUA	20	°C	20	°C		
PICNOMETRO N°	1	-	1	-		
PESO DE MUESTRA SECA	296.36	Gramos	145.30	Gramos		
PESO DE PICNOMETRO + AGUA	668.85	Gramos	668.85	Gramos		
PESO DE PICNOMETRO + AGUA + MUESTRA	847.33	Gramos	756.36	Gramos		
PESO DE MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	300.44	Gramos	147.30	Gramos		
VOLUMEN DEL PICNOMETRO	500	ml	500	ml		
PESO DEL PICNOMETRO	454.87	Gramos	454.87	Gramos		
PESO DE MUESTRA SUMERGIDA	178.48	Gramos	87.51	Gramos		
PESO DEL AGUA DEZPLAZADA	117.88	Gramos	57.79	Gramos		
PESO ESPECIFICO A TEMPERATURA DEL ENSAYO	2.514	Gr/Cm3	2.514	Gr/Cm3		
FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA A 23°C	1.00	-	1.00	-		
PESO DE AGUA ABSORBIDA	4.08	Gramos	2	Gramos		
PESO ESPECIFICO	2.516	Gr/Cm3	2.516	Gr/Cm3	2.52	Gr/Cm3
ABSORCION	1.377%	-	1.376%	-	1.38%	-



Comentario del análisis

Este análisis se realizó bajo los estándares de la NTP 400.022

Tras el análisis correspondiente del peso específico y absorción del agregado fino proveniente de la cantera Córdova (Huambuttio) se obtuvo un peso específico promedio de 2.52 Gr / Cm³, además de obtener un % de absorción promedio del 1.38%.

4. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO DE LOS AGREGADOS

El análisis de este ensayo se realizó bajo el resguardo de los parámetros de la NTP 400.017, para el caso del agregado grueso, agregado fino y vidrio molido.

4.1.1. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

Formulas utilizadas

- ✓ P.M.: Peso del molde
- ✓ P.M.M.S.: Peso del molde + muestra seca
- ✓ P.S.M.: Peso de muestra suelta
- ✓ V.M.: Volumen del molde
- ✓ P.A.A: Peso de agua absorbida
- ✓ P.U.S.: Peso unitario suelto
- ✓ P.E.M.: Peso específico de muestra

- **Peso de muestra suelta**

$$P. S. M = P. M. M. S. - P. M.$$

- **Peso unitario suelto**

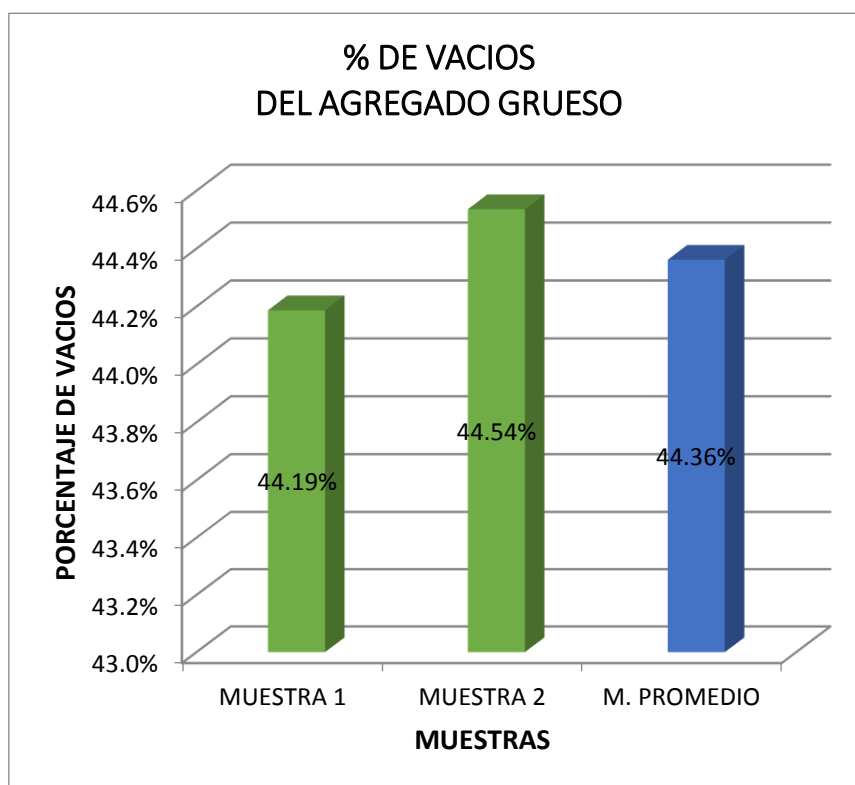
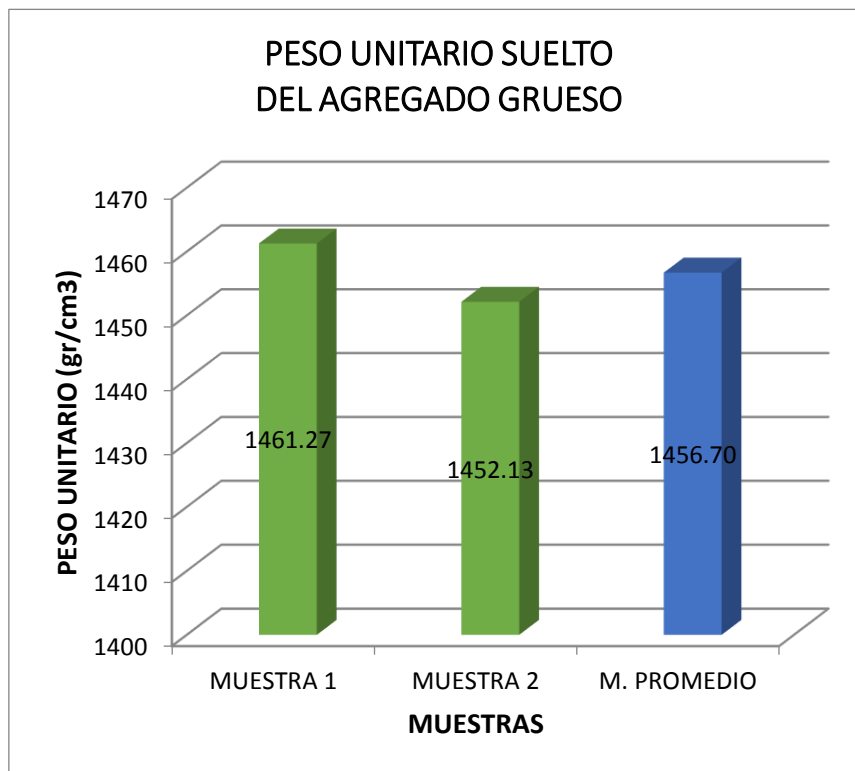
$$P. U. S. = \frac{P. S. M}{V. M.}$$

- **% De vacíos**

$$\% \text{ De vacios} = \frac{P. E. M. - P. U. S.}{P. E. M.}$$

Calculo de datos

PESO UNITARIO SUELTO DEL AG. GRUESO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		M. PROMEDIO	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos		
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11937.50	Gramos	11909.50	Gramos		
PESO DE MUESTRA SUELTA	4475.50	Gramos	4447.50	Gramos		
ALTURA DEL MOLDE	16.79	Cm	16.79	Cm		
DIAMETRO DEL MOLDE	15.24	Cm	15.24	Cm		
VOLUMEN DEL MOLDE	3062.74	Cm ³	3062.74	Cm ³		
PESO UNITARIO SUELTO	1.46	Gr/Cm ³	1.45	Gr/Cm ³		
PESO UNITARIO SUELTO	1461.27	Kg/m³	1452.13	Kg/m³	1456.70	Kg/m³
PESO ESPECIFICO	2618.14	Kg/m ³	2618.14	Kg/m ³		
% DE VACIOS	44.19%	-	44.54%	-	44.36%	-



Comentario del análisis

El peso unitario suelto y porcentaje de vacíos del agregado grueso proveniente de la cantera Córdova (Huambuttio) se realizó bajo los límites de la NTP 400.017.

El peso unitario suelto promedio obtenido es 1456.70 Kg/m³, además de un porcentaje de vacíos de 44.36%

4.1.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

Formulas utilizadas

- ✓ P.M.: Peso del molde
- ✓ P.M.M.S.: Peso del molde + muestra seca
- ✓ P.S.M.: Peso de muestra suelta
- ✓ V.M.: Volumen del molde
- ✓ P.A.A: Peso de agua absorbida
- ✓ P.U.S.: Peso unitario suelto
- ✓ P.E.M.: Peso específico de muestra

- **Peso de muestra suelta**

$$P. S. M = P. M. M. S. - P. M.$$

- **Peso unitario suelto**

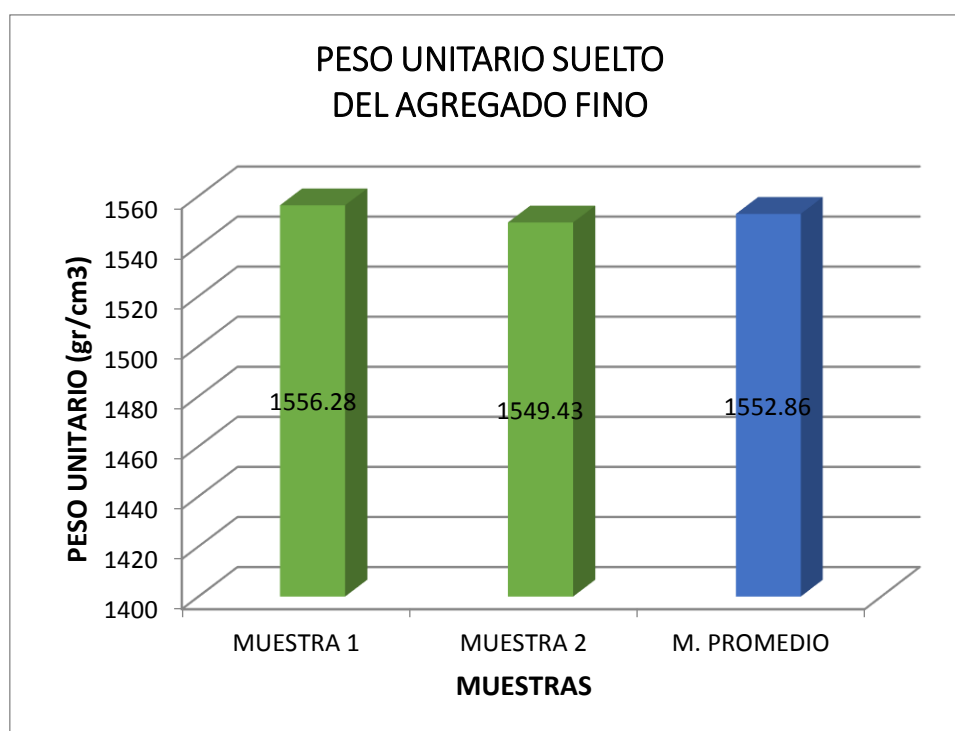
$$P. U. S. = \frac{P. S. M}{V. M.}$$

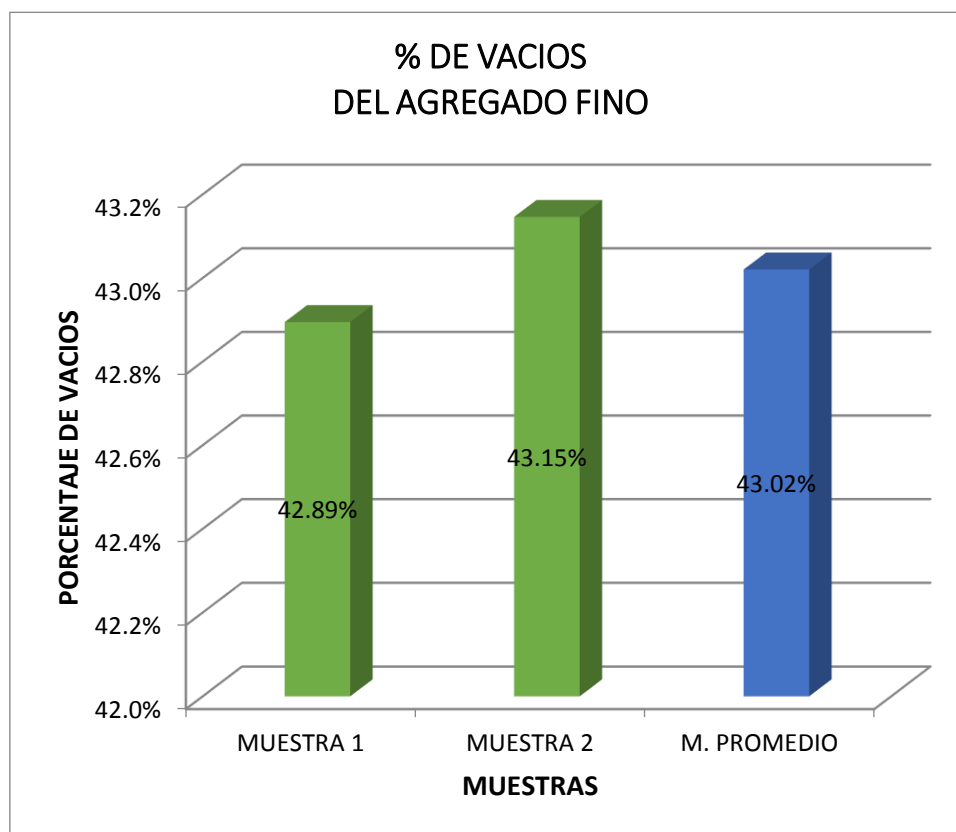
- **% De vacíos**

$$\% \text{ De vacios} = \frac{P. E. M. - P. U. S.}{P. E. M.}$$

Calculo de datos

PESO UNITARIO SUELTO DEL AG. FINO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		M. PROMEDIO	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos		
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12228.50	Gramos	12207.50	Gramos		
PESO DE MUESTRA SUELTA	4766.50	Gramos	4745.50	Gramos		
ALTURA DEL MOLDE	16.79	Cm	16.79	Cm		
DIAMETRO DEL MOLDE	15.24	Cm	15.24	Cm		
VOLUMEN DEL MOLDE	3062.74	Cm ³	3062.74	Cm ³		
PESO UNITARIO SUELTO	1.56	Gr/Cm ³	1.55	Gr/Cm ³		
PESO UNITARIO SUELTO	1556.28	Kg/m³	1549.43	Kg/m³	1552.86	Kg/m³
PESO ESPECIFICO	2725.28	Kg/m ³	2725.28	Kg/m ³		
% DE VACIOS	42.89%	-	43.15%	-	43.02%	-





Comentario del análisis

El peso unitario suelto y porcentaje de vacíos del agregado fino proveniente de la cantera Córdova (Huambutio) se realizó bajo los límites de la NTP 400.017.

El peso unitario suelto promedio obtenido es 1552.86 Kg/m³, además de un porcentaje de vacíos de 43.02%

4.1.3. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO DEL VIDRIO MOLIDO

a. Formulas utilizadas

- ✓ P.M.: Peso del molde
- ✓ P.M.M.S.: Peso del molde + muestra seca
- ✓ P.S.M.: Peso de muestra suelta
- ✓ V.M.: Volumen del molde
- ✓ P.A.A: Peso de agua absorbida
- ✓ P.U.S.: Peso unitario suelto
- ✓ P.E.M.: Peso específico de muestra

- **Peso de muestra suelta**

$$P. S. M = P. M. M. S. - P. M.$$

- **Peso unitario suelto**

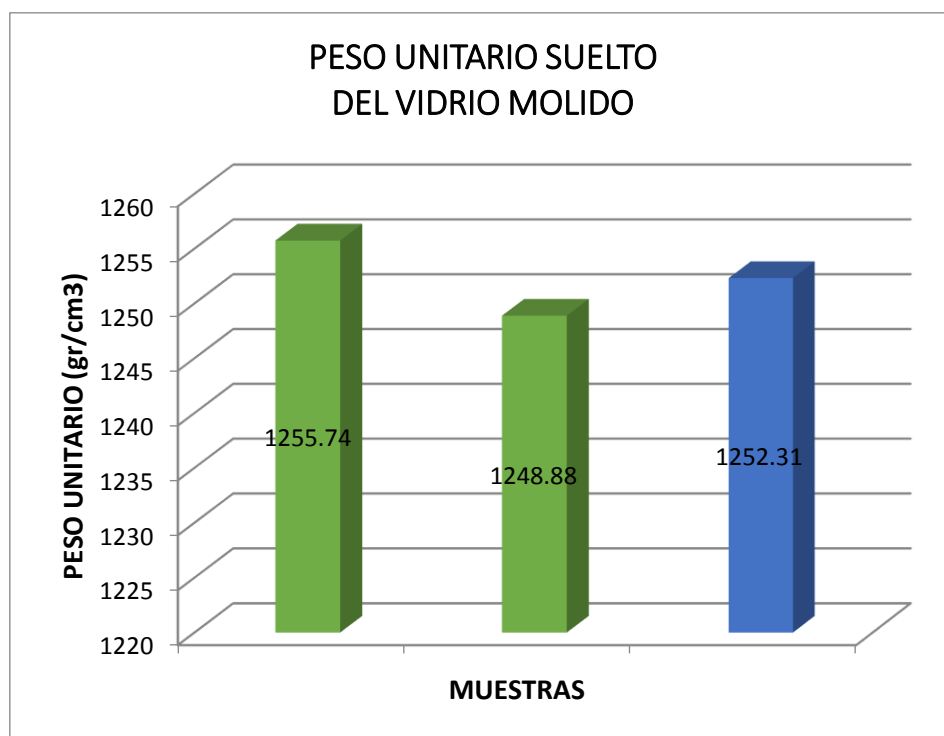
$$P. U. S. = \frac{P. S. M}{V. M.}$$

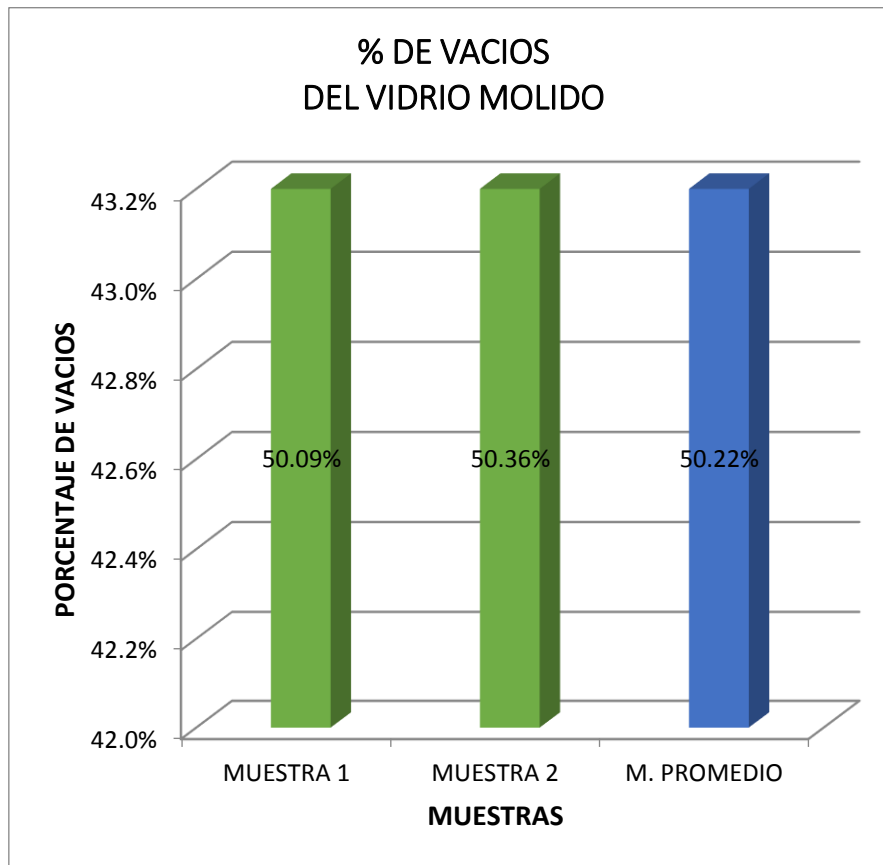
- **% De vacíos**

$$\% \text{ De vacios} = \frac{P. E. M. - P. U. S.}{P. E. M.}$$

Calculo de datos

PESO UNITARIO SUELTO DEL VIDRIO MOLIDO						
	MUESTRA 1		MUESTRA 2		M. PROMEDIO	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos		
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11308.00	Gramos	11287.00	Gramos		
PESO DE MUESTRA SUELTA	3846.00	Gramos	3825.00	Gramos		
ALTURA DEL MOLDE	16.79	Cm	16.79	Cm		
DIAMETRO DEL MOLDE	15.24	Cm	15.24	Cm		
VOLUMEN DEL MOLDE	3062.74	Cm ³	3062.74	Cm ³		
PESO UNITARIO SUELTO	1.26	Gr/Cm ³	1.25	Gr/Cm ³		
PESO UNITARIO SUELTO	1255.74	Kg/m³	1248.88	Kg/m³	1252.31	Kg/m³
PESO ESPECIFICO	2515.87	Kg/m ³	2515.87	Kg/m ³		
% DE VACIOS	50.09%	-	50.36%	-	50.22%	-





Comentario del análisis

El peso unitario suelto y porcentaje de vacíos del vidrio molido se realizó bajo los límites de la NTP 400.017.

El peso unitario suelto promedio obtenido es 1252.31 Kg/m³, además de un porcentaje de vacíos de 50.22%.

4.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO DE LOS AGREGADOS

4.2.1. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

El análisis de este ensayo se realizó bajo el resguardo de los parámetros de la NTP 400.017.

Formulas utilizadas

- ✓ P.M.: Peso del molde
- ✓ P.M.M.V.: Peso del molde + muestra varillada
- ✓ P.M.V.: Peso de muestra varillada
- ✓ V.M.: Volumen del molde
- ✓ P.U.V.: Peso unitario varillado
- ✓ P.E.M.: Peso específico de muestra

- **Peso de muestra varillada**

$$P. M. V = P. M. M. V. - P. M.$$

- **Peso unitario varillado**

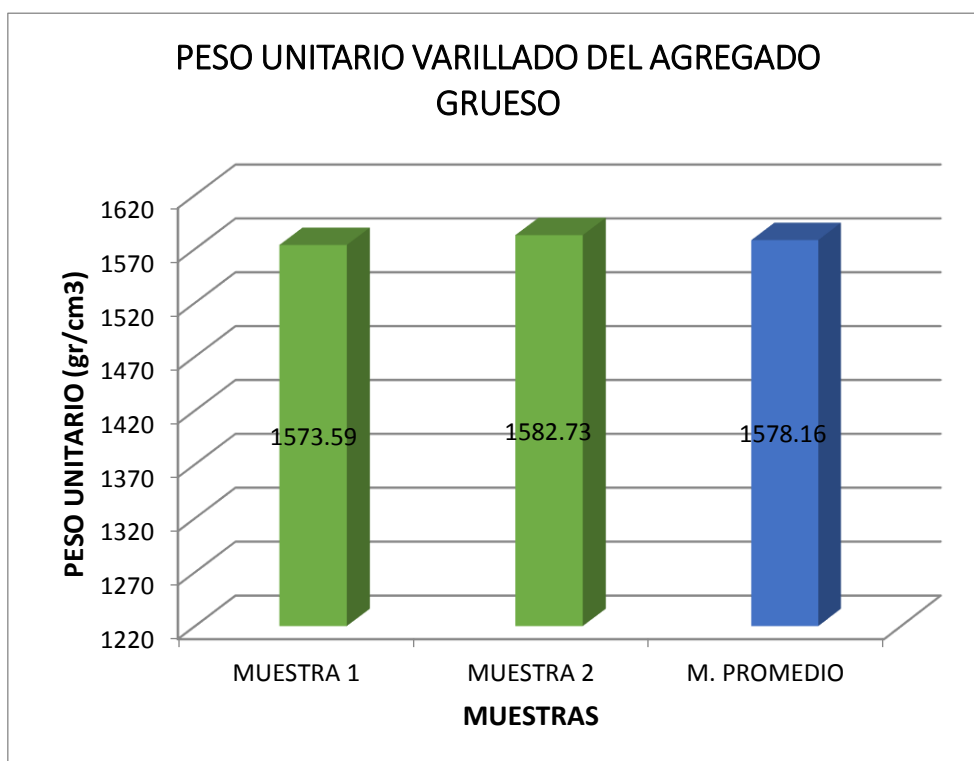
$$P. U. S. . = \frac{P. M. V.}{V. M.}$$

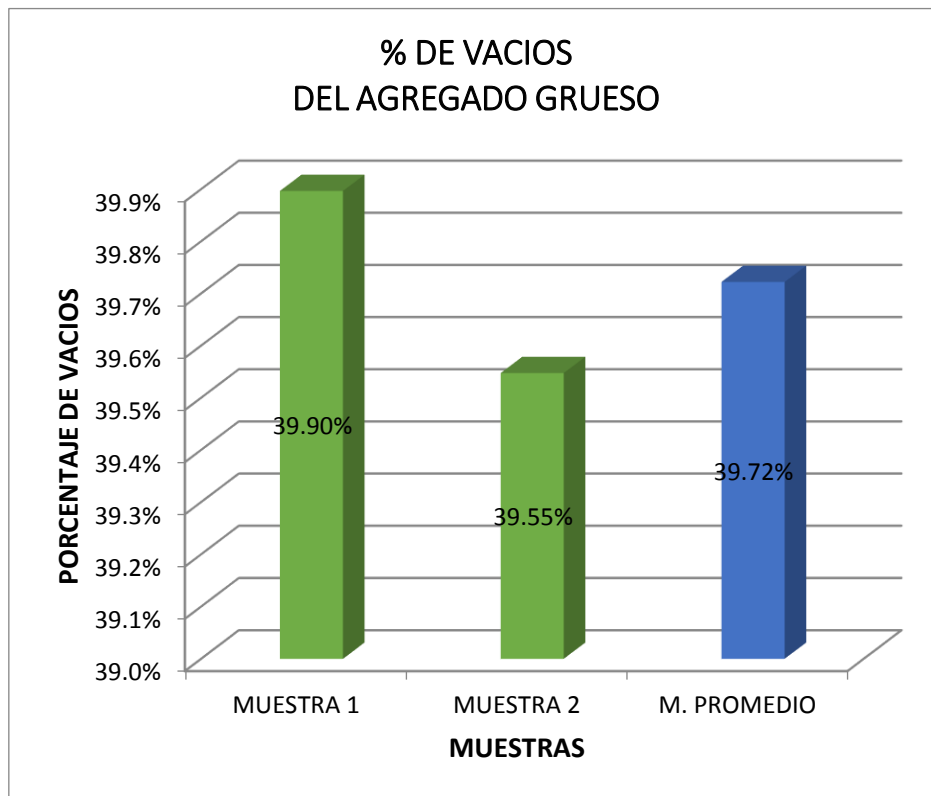
- **% De vacíos**

$$\% \text{ De vacios} = \frac{P. E. M. - P. U. V.}{P. E. M.}$$

Calculo de datos

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AG. GRUESO						
DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		M. PROMEDIO	
PESO DEL MOLDE	7462.00	Gramos	7462.00	Gramos		
PESO DEL MOLDE + MUESTRA VARILLADA	12281.5	Gramos	12309.50	Gramos		
CANTIDAD DE CAPAS	3	-	3	-		
CANTIDAD DE GOLPES	25	-	25	-		
PESO DE MUESTRA VARILLADA	4819.50	Gramos	4847.50	Gramos		
ALTURA DEL MOLDE	16.79	Cm	16.79	Cm		
DIAMETRO DEL MOLDE	15.24	Cm	15.24	Cm		
VOLUMEN DEL MOLDE	3062.74	Cm ³	3062.74	Cm ³		
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.574	Gr/Cm ³	1.583	Gr/Cm ³		
PESO ESPECIFICO	2618.14	Kg/m ³	2618.14	Kg/m ³		
PESO UNITARIO COMPACTADO	1573.59	Kg/m³	1582.73	Kg/m³	1578.16	Kg/m³
% DE VACIOS	39.90%	-	39.55%	-	39.72%	





Comentario del análisis

El peso unitario compactado y porcentaje de vacíos del agregado grueso proveniente de la cantera Córdova (Huambuttio) se realizó bajo los límites de la NTP 400.017.

El peso unitario suelto promedio obtenido es 1578.16 Kg/m³, además de un porcentaje de vacíos de 39.72%.

5. PROCESAMIENTO DE DATOS DE DATOS DEL ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASION EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES DEL AGREGADO GRUESO

El análisis de este ensayo se practicó según los estándares dados por la NTP 400.019, sirvió para la determinación de la resistencia al desgaste por abrasión en la máquina de los ángeles del agregado grueso.

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	250 ± 25	.....	.....	.....
25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	250 ± 25	.....	.....	.....
19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (¾ pulg)	250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
9,5 mm (¾ pulg)	6,3 mm (¼ pulg)	.....	.....	2500 ± 10	.....
6,3 mm (¼ pulg)	4,75 mm (Nº4)	.....	.....	2500 ± 10	.....
4,75 mm (Nº4)	2,36 mm (Nº8)	.....	.....	.....	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Datos de la máquina de los ángeles

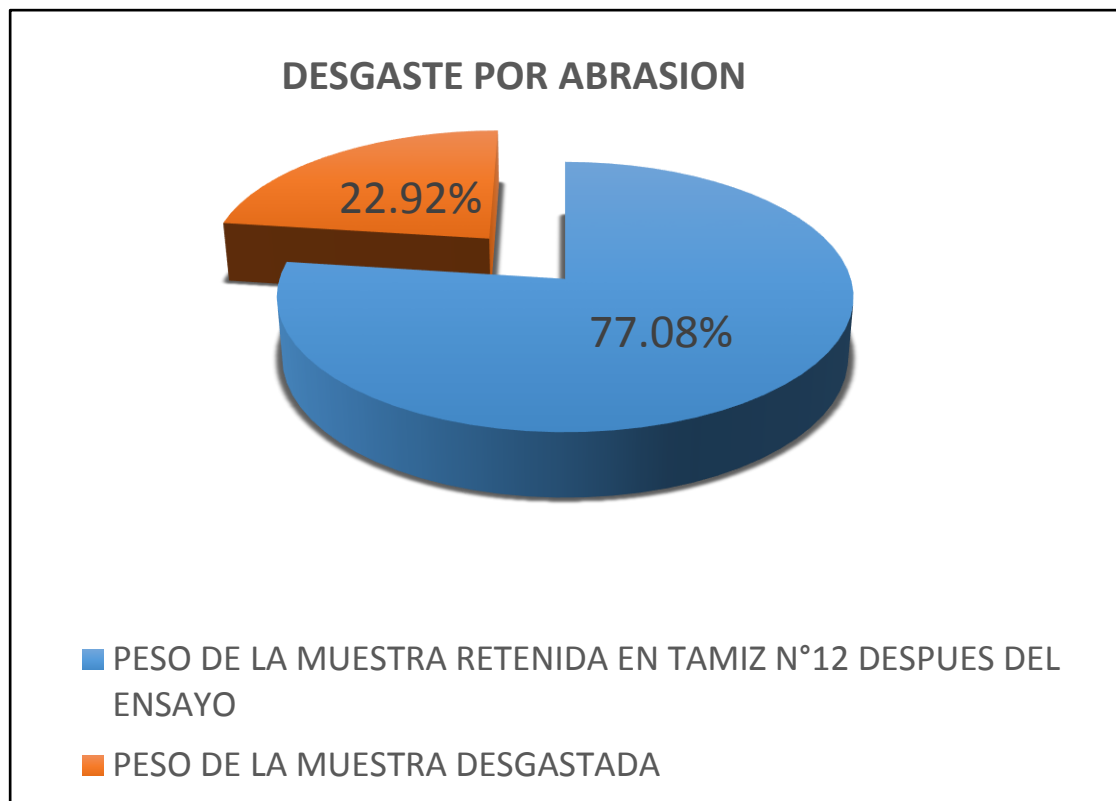
- ✓ Longitud interior (Cm) = 50.80 Cm
- ✓ Diámetro interior (Cm) = 71.10 Cm
- ✓ Velocidad de giro del cilindro (Rpm) = 30 Rpm
- ✓ Numero de vueltas = 500 Vueltas
- ✓ Diámetro promedio de la esfera (mm) = 46.65 mm
- ✓ Peso promedio de las esferas (Gramos) = 416.06 Gramos
- ✓ Numero de esferas = 12

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

Calculo de datos

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO PARA EL ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASION		
TAMIZ N°	DIAMETRO DE ABERTURA	PESO RETENIDO ANTES DEL ENSAYO (Gramos)
4"	100 mm	
3 1/2 "	90 mm	
3"	75 mm	
2 1/2"	63 mm	
2"	50 mm	
1 1/2"	37.5 mm	1251.00
1"	25 mm	1249.00
3/4"	19 mm	1251.00
1/2"	12.5 mm	1250.00
3/8"	9.5 mm	
N°4	4.75 mm	
N°8	2.36 mm	
N°16	1.18 mm	
N°50	0.30 mm	
Cazuela		
TOTAL		5001.00

DESGASTE POR ABRASION EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES			
DATOS	PESO		%
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	5001.00	Gramos	100.00%
PESO DE LA MUESTRA RETENIDA EN TAMIZ N°12 DESPUES DEL ENSAYO	3855	Gramos	77.08%
PESO DE LA MUESTRA DESGASTADA	1146.00	Gramos	22.92%



Comentario del análisis

El análisis del desgaste por abrasión en la máquina de los ángeles del agregado grueso se realizó bajo el resguardo de la NTP 400.019.

Este análisis arrojó un % de abrasión del 22.92%, este resultado indica que el agregado está dentro de los parámetros ideales para el agregado grueso, ya que lo máximo permitido es el 40%.

ANEXO 04: DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f'c = 240 \text{ Kg/Cm}^2$

El diseño de mezcla para concreto $f'c = 240 \text{ Kg/Cm}^2$ se llevó a cabo por el método ACI 211

Dicho diseño se realizó una vez obtenido los resultados de los ensayos previos realizados a los componentes de dicha mezcla, es decir el agregado grueso, agregado fino, vidrio molido, cemento y agua.

Para la obtención de las resistencias finales de nuestros testigos de concreto, se realizó un diseño patrón, seguidamente se realizó la debida sustitución parcial del agregado fino por vidrio molido.

1. CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES DEL COMCRETOP $f'c = 240 \text{ KG/CM}^2$

Cemento

CARACTERISTICAS DEL CEMENTO	
Marca	Yura
Tipo	Puzolánico IP
Peso específico	2.82 Gr/Cm ³
Peso volumétrico	1500 kg/m ³

Agua

CARACTERISTICAS DEL ÁGUA	
Agua	Agua de la red pública (SEDA CUSCO)

Agregado Grueso

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO	
Perfil	Agregado anguloso
% de contenido de humedad	0.33%
% de finos	0.57%
Tamaño Max. absoluto	1 1/2"
Tamaño Max. nominal	1"
Módulo de fineza	7.63
Peso específico	2.62 Gr/Cm ³
% de absorción	0.80%
Peso unitario compactado	1578.16 Kg/Cm ³
% de vacíos compactado	39.72%
Peso unitario suelto	1456.70 Kg/Cm ³
% de vacíos suelto	44.36 %

Agregado fino

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO	
Perfil	Agregado arena gruesa
% de contenido de humedad	2.29%
% de finos	13.92%
Módulo de fineza	3.19
Peso específico	2.73 Gr/Cm ³
% de absorción	1.70%
Peso unitario suelto	1552.86 Kg/Cm ³
% de vacíos suelto	43.02 %

Vidrio

CARACTERÍSTICAS DEL VIDRIO MOLIDO	
Perfil	Vidrio molido
% de contenido de humedad	0.35%
% de finos	0.08%
Módulo de fineza	5.08
Peso específico	2.52 Gr/Cm ³
% de absorción	1.38%
Peso unitario suelto	1252.31 Kg/Cm ³
% de vacíos suelto	50.22 %

2. DETERMINACION DEL ASENTAMIENTO (SLUMP) DEL CONCRETO F´C = 240 KG/CM² – ACI 211

La selección del revenimiento (Slump) se da en relación al tipo de construcción, en caso nuestro consideraremos concreto masivo.

Construcción de Concreto	Revenimiento mm (pulg.)	
	Máximo*	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

Slump - asentamiento	75mm	3"
---------------------------------	-------------	-----------

3. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO DEL CONCRETO $f'c = 240 \text{ KG/CM}^2$ – ACI 211

La selección de la resistencia promedio requerida del diseño o factor de seguridad se llevará a cabo según los parámetros de la norma E.060 – concreto armado.

$f'c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'cr = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'cr = f'c + 84 \text{ kg/cm}^2$
$350 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c$	$f'cr = f'c + 98 \text{ kg/cm}^2$

Tras el proceso de selección de la resistencia del diseño, concluimos que la resistencia promedio requerida debería ser $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$, es decir 324 kg/cm^2 .

4. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO POR M3 DEL CONCRETO $f'c = 240 \text{ KG/CM}^2$ – ACI 211

Tras determinar el tamaño máximo nominal procedemos a la selección del contenido de aire retenido por metro cubico de concreto.

Tamaño Máximo Nominal del agregado	1"
--	----

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		
Tamaño máximo nominal del agregado (pulg)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Aire atrapado
3/8"	9.5	3.00%
1/2"	12.5	2.50%
3/4"	19	2.00%
1"	25	1.50%
1 1/2"	37.5	1.00%
2"	50	0.50%
3"	75	0.30%
6"	150	0.20%

Contenido de aire retenido por m3 de concreto	1.50 %
---	--------

5. DETERMINACION DEL AGUA POR M3 CUBICO DE CONCRETO – ACI 211

Tras determinar el asentamiento (Slump), procedemos a la selección el volumen de agua por metro cubico de concreto (Lts/m3).

Agua en l/m3, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	----

Volumen de agua por m ³ de concreto	193 Lts/m ³
--	------------------------

El volumen de agua por metro cubico seleccionado según el asentamiento (Slump) y el tamaño máximo nominal es de 193 litros/m³.

6. DETERMINACION DE RELACION DE AGUA/CEMENTO PARA CONCRETO F'c = 240 KG/CM² – ACI 211

La relación agua/cemento se determina según la resistencia promedio requerida, siendo un concreto sin aire incorporado.

Resistencia promedio requerida del concreto según diseño	324 Kg/cm ²
--	------------------------

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f'cr) (kg/cm ²)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Teniendo una resistencia promedio requerida de 324 kg/cm², interpolamos para determinar la relación agua cemento.

300	-----	0.55
324	-----	Agua / Cemento
350	-----	0.48

0.5164	-----	Agua / Cemento
--------	-------	----------------

Agua / Cemento	0.52
----------------	------

7. DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE CEMENTO – ACI 211

La cantidad de cemento se determinó en base a las siguientes formulas.

$$\text{Cantidad de cemento} = \text{Agua} * (\text{Relacion agua /cemento})$$

$$\text{Factor cemento} = \frac{\text{Cantidad de cemento}}{\text{Peso de 1 bolsa de cemento}}$$

Cemento	Cantidad de cemento	373.74 Kg/m ³
	Factor cemento	8.79 Bol/m ³

8. DETERMINACION DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO – ACI 211

La determinación del peso del agregado grueso se dio en base al tamaño máximo nominal y módulo de fineza del agregado fino.

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150	0.87	0.85	0.83	0.81

Interpolación de datos para la determinación del factor

0.67	-----	2.80
0.64	-----	3.00
Factor A.G.	-----	3.19

Factor A.G.	0.61
Peso seco del agregado grueso (Kg/m3)	964.11

9. DETERMINACION DEL VOLUMEN ABSOLUTO DE LA MEZCLA POR METRO CUBICO – ACI 211

Componentes	Peso (Kg)	Peso específico (Kg/m3)	Volumen absoluto (m3)
Agua	193.00 Kg	1000 kg/m3	0.1930 m3
Cemento	373.74 Kg	2820 kg/m3	0.1325 m3
Aire	1.50 %	-	0.0150 m3
Volumen absoluto TOTAL DE LA MEZCLA (m3)			0.3405 m3

10. DETERMINACION DEL VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS POR METRO CUBICO – ACI 211

Tras obtener el volumen absoluto total de la mezcla, procedemos a sustraer dicho volumen de 1 metro cubico, el resultado será el volumen absoluto de los agregados finos y gruesos.

- ✓ **V.A.G.:** Volumen absoluto del agregado grueso.
- ✓ **V.A.M.:** Volumen absoluto de la mezcla (cemento + agua + aire).
- ✓ **V.A.F.:** Volumen absoluto del agregado fino.

$$\text{Volumen absoluto del agregado grueso} = \frac{\text{Peso seco del ag. grueso}}{\text{Peso específico del ag. grueso}}$$

Volumen absoluto de los agregados (m3)	0.6595 m3
--	-----------

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino} = 1 - (\text{V. A. G.} + \text{V. A. M.})$$

Volumen absoluto del agregado grueso	0.3682 m ³
Volumen absoluto del agregado fino	0.2912 m ³

11. DETERMINACION DEL PESO DEL AGREGADO FINO – ACI 211

- ✓ **P.E.F.:** Peso específico del agregado fino.
- ✓ **V.A.F.:** Volumen absoluto del agregado fino.

$$\text{Peso del agregado fino} = \text{V. A. F.} * \text{P. E. F.}$$

Peso del agregado fino	793.67 kg
------------------------	-----------

12. PRESENTACION DE PESOS DE MATERIALES EN ESTADO SECO – ACI 211

<u>MATERIALES</u>	<u>PESO SECO</u>
CEMENTO	373.74 kg
AGREGADO FINO	793.67 kg
AGREGADO GRUESO	964.11 kg
AGUA	193 kg

13. DETERMINACION DE LA CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS – ACI 211

$$\text{Correccion por humedad del agregado grueso} = \text{Peso seco} * \left(\frac{\% \text{ humedad}}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Correccion por humedad del agregado fino} = \text{Peso seco} * \left(\frac{\% \text{ humedad}}{100} + 1 \right)$$

<u>Agregados</u>	<u>Corrección por humedad</u>
Agregado grueso	967.32 kg
Agregado fino	811.83 kg

14. DETERMINACION DE LOS AJUSTES POR HUMEDAD Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS – ACI 211

$$\text{Ajuste de agua del agregado grueso} = \text{Peso seco A. G.} * (\% \text{Absorcion} - \% \text{Humedad})$$

$$\text{Ajuste de agua del agregado fino} = \text{Peso seco A. F.} * (\% \text{Absorcion} - \% \text{Humedad})$$

$$\text{Ajuste de total de agua} = \text{Ajuste de agua del ag. grueso} + \text{Ajuste de agua del ag. fino}$$

<u>Agregados</u>	<u>Ajuste por % de humedad y absorción</u>
Agregado grueso	+4.48 litros
Agregado fino	-4.65 litros
Ajuste total de agua	-0.17 litros

<u>AGUA</u>	<u>DATOS</u>
Agua de Diseño	193 litros
Agua Efectiva	192.83 litros

15. PESOS FINALES CORREGIDOS DE LOS MATERIALES

<u>MATERIALES</u>	<u>PESO CORREGIDO</u>
CEMENTO	392.43 kg
AGREGADO FINO	852.43 kg
AGREGADO GRUESO	1015.68 kg
AGUA	202.47 kg

16. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO

16.1. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO EN PESO

CEMENTO	AG. GRUESO	AG. FINO	AGUA
1 kg	2.59 kg	2.17 kg	0.516 litros
1 bolsa	110.00 kg	92.32 kg	21.93 litros

16.1.1. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m³ DE CONCRETO PATRON

CEMENTO (Bolsas)	AG. GRUESO (Kg)	AG. FINO (Kg)	VIDRIO MOLIDO (Kg)	AGUA (Litros)
9.23	1015.68	852.43	0.00	202.47

16.1.2. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m³ DE CONCRETO CON 20% DE SUSTITUCION

CEMENTO (Bolsas)	AG. GRUESO (Kg)	AG. FINO (Kg)	VIDRIO MOLIDO (Kg)	AGUA (Litros)
9.23	1015.68	681.94	170.49	202.47

16.1.3. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m3 DE CONCRETO CON 35% DE SUSTITUCION

CEMENTO (Bolsas)	AG. GRUESO (Kg)	AG. FINO (Kg)	VIDRIO MOLIDO (Kg)	AGUA (Litros)
9.23	1015.68	554.08	298.35	202.47

16.1.4. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m3 DE CONCRETO CON 50% DE SUSTITUCION

CEMENTO (Bolsas)	AG. GRUESO (Kg)	AG. FINO (Kg)	VIDRIO MOLIDO (Kg)	AGUA (Litros)
9.23	1015.68	426.21	426.21	202.47

16.2. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN

CEMENTO	AG. GRUESO	AG. FINO	AGUA
1 m3	2.67 m3	2.10 m3	773.91 litros
1 bolsa	0.0755 m3	0.0595 m3	21.93 litros

16.2.1. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m3 DE CONCRETO PATRON

CEMENTO (Bolsas)	AG. GRUESO (m3)	AG. FINO (m3)	VIDRIO MOLIDO (m3)	AGUA (Litros)
9.23	0.6972	0.5489	0.00	202.47

16.2.2. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m3 DE CONCRETO CON 20% DE SUSTITUCION

CEMENTO (Bolsas)	AG. GRUESO (m3)	AG. FINO (m3)	VIDRIO MOLIDO (m3)	AGUA (Litros)
9.23	0.6972	0.4392	0.1361	202.47

16.2.3. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m3 DE CONCRETO CON 35% DE SUSTITUCION

CEMENTO (Bolsas)	AG. GRUESO (m3)	AG. FINO (m3)	VIDRIO MOLIDO (m3)	AGUA (Litros)
9.23	0.6972	0.3568	0.2383	202.47

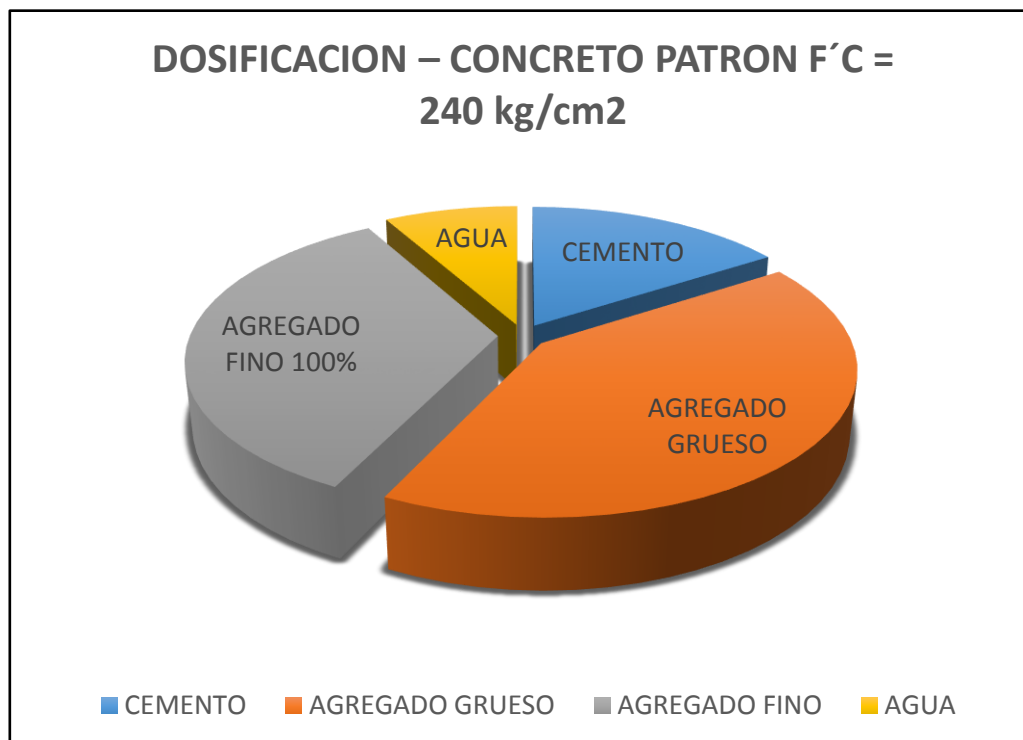
16.2.4. DETERMINACION DEL PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR m3 DE CONCRETO CON 50% DE SUSTITUCION

CEMENTO (Bolsas)	AG. GRUESO (m3)	AG. FINO (m3)	VIDRIO MOLIDO (m3)	AGUA (Litros)
9.23	0.6972	0.2745	0.3403	202.47

17. DETERMINACION DE LAS DOCIFICACION DEL CONCRETO

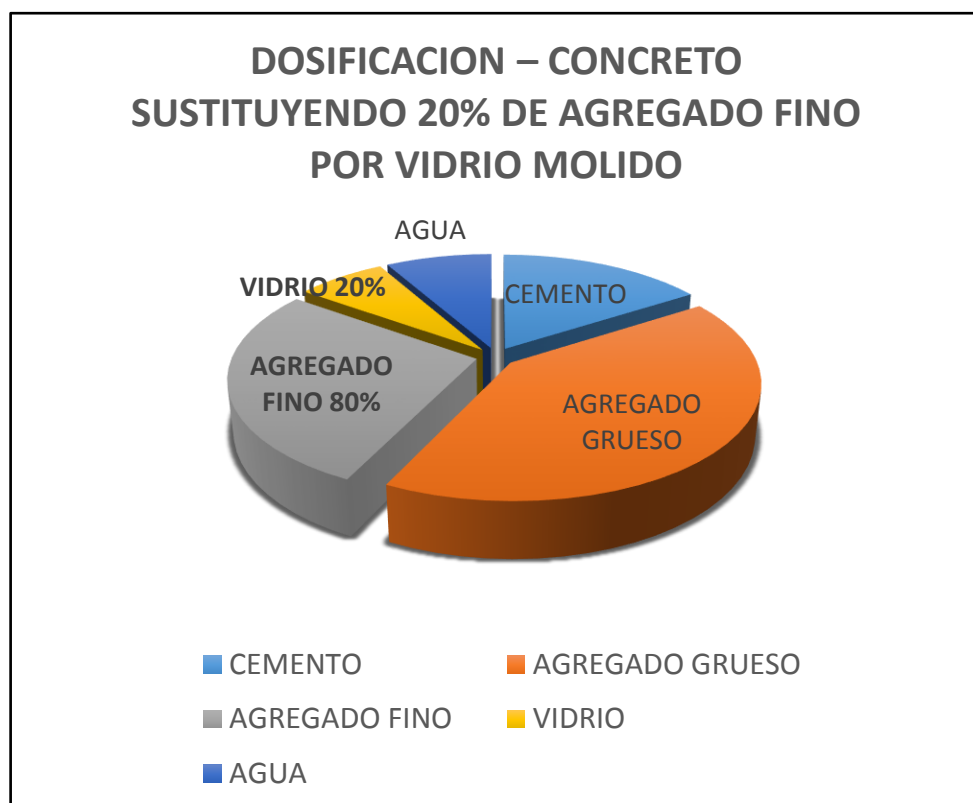
17.1. DETERMINACION DE LA DOCIFICACION DEL CONCRETO PATRON

DOSIFICACION – CONCRETO PATRON F´C = 240 kg/cm2		
NUMERO DE BRIQUETAS	3 unidades	100%
CEMENTO	6.873 kg	100%
AGREGADO GRUESO	17.789 kg	100%
AGREGADO FINO	14.929 kg	100%
AGUA	3.546 litros	100%



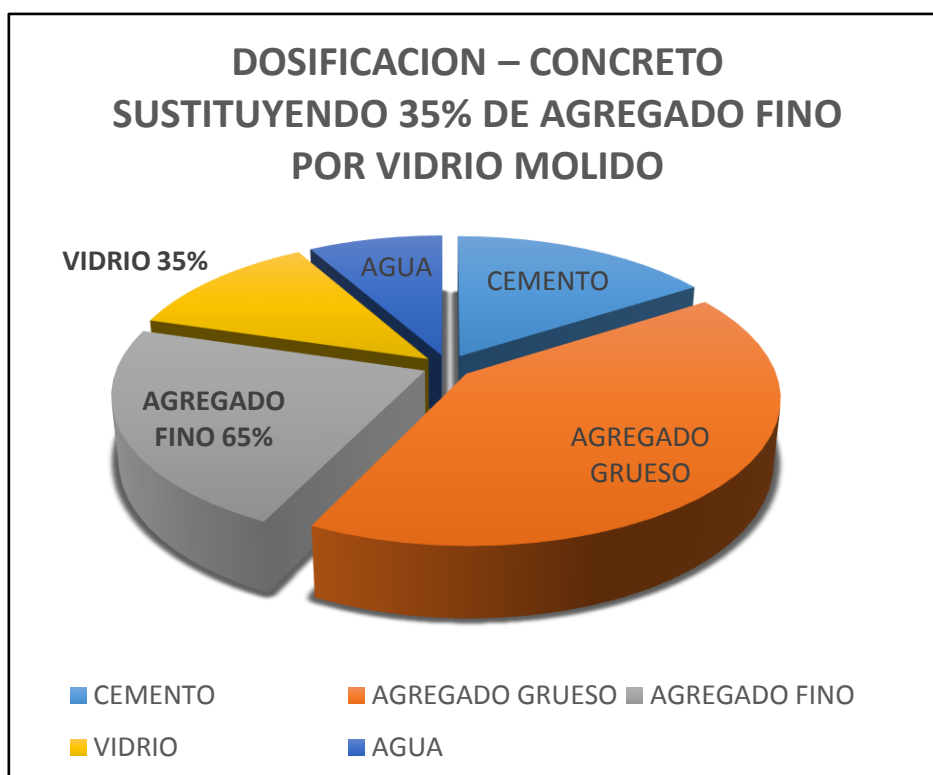
17.2. DETERMINACION DE LA DOSIFICACION DEL CONCRETO SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO

DOSIFICACION – CONCRETO SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO		
NUMERO DE BRIQUETAS	3 unidades	100%
CEMENTO	6.873 kg	100%
AGREGADO GRUESO	17.789 kg	100%
AGREGADO FINO	11.9432 kg	80%
VIDRIO	2.9858 kg	20%
AGUA	3.546 litros	100%



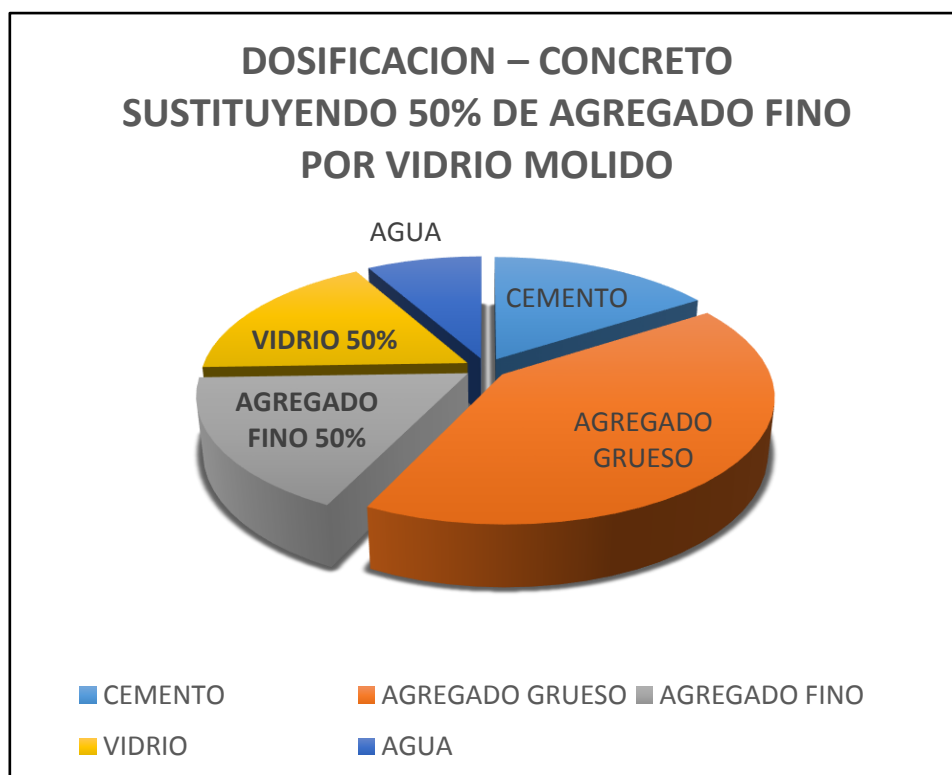
17.3. DETERMINACION DE LA DOSIFICACION DEL CONCRETO SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO

DOSIFICACION – CONCRETO SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO		
NUMERO DE BRIQUETAS	3 unidades	100%
CEMENTO	6.873 kg	100%
AGREGADO GRUESO	17.789 kg	100%
AGREGADO FINO	9.7039 kg	65%
VIDRIO	5.2252 kg	35%
AGUA	3.546 litros	100%



17.4. DETERMINACION DE LA DOSIFICACION DEL CONCRETO SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO

DOSIFICACION – CONCRETO SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO		
NUMERO DE BRIQUETAS	3 unidades	100%
CEMENTO	6.873 kg	100%
AGREGADO GRUESO	17.789 kg	100%
AGREGADO FINO	7.4645 kg	50%
VIDRIO	7.4645 kg	50%
AGUA	3.546 litros	100%



ANEXO 05: ANALISIS DE COSTOS

ANALISIS DE COSTOS

El análisis de costos realizado sirvió para determinar las posibles alzas o bajas en los costos referente al concreto $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, dicho análisis se realizó al concreto patrón, concreto sustituyendo el 20% de ag. Fino por vidrio molido, concreto sustituyendo el 35% de ag. Fino por vidrio molido y concreto sustituyendo el 50% de ag. Fino por vidrio molido.

Para ello se realizó un respectivo estudio de mercado, se determinó los costos de mano de obra y los costos de cada componente, el vidrio fue conseguida buscando en basureros y centros de expendio de vidrio, por lo cual no genero un costo de compra, la molienda genero un costo de 0.80 soles por kg.

DESCRIPCION	COSTO POR m3 (Soles)
Cemento	25.00
Agregado Grueso	70.00
Agregado Fino	75.00
Vidrio molido	1001.85
Agua	0.10

1. ANALISIS DE COSTOS DEL CONCRETO $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ PARA CONCRETO PATRON

Partida	CONCRETO $f'c=240\text{kg/cm}^2$					
m3/DIA	12	Rendimiento		Costo unitario directo por: m3	429.91	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	2.00	1.3333	11.00	14.67
OFICIAL		hh	2.00	1.3333	10.42	13.89
PEON		hh	10.00	6.6667	9.84	65.60
						94.16
Materiales						
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1" Cordova - Huambuttio)		m3		0.6972	70.00	48.80
AGREGADO FINO		m3		0.5489	75.00	41.17
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.2336	25.00	230.84
AGUA		m3		0.2025	0.10	0.02
						320.83
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3%	48.33	1.45
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES		hm	1.00	0.6667	10.00	6.67
VIBRADOR A GASOLINA		hm	0.10	0.0667	2.00	0.13
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1.00	0.6667	10.00	6.67
						14.92

Comentarios

El costo de la fabricación del concreto patrón $f'c=240\text{kg/cm}^2$ es de 429.91 soles, costo que servirá como base para los análisis de costos de los concretos con dosificaciones que contienen vidrio.

2. ANALISIS DE COSTOS DEL CONCRETO $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ PARA CONCRETO SUSTITUYENDO 20% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO

Partida	CONCRETO $f'_c=240\text{kg/cm}^2$ + 20% DE VIDRIO MOLIDO				
m3/DIA	12	Rendimiento		Costo unitario directo por: m3	557.94
Descripción Recurso					
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	2.00	1.3333	11.00	14.67
OFICIAL	hh	2.00	1.3333	10.42	13.89
PEON	hh	10.00	6.6667	9.84	65.60
					94.16
Materiales					
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1" Córdoba - Huambuttio)	m3		0.6972	70.00	48.80
VIDRIO MOLIDO (20% DE VIDRIO MOLIDO - 170.49 kg)	m3		0.1361	1001.85	136.35
AGREGADO FINO	m3		0.4392	75.00	32.94
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.2300	25.00	230.75
AGUA	m3		0.2025	0.10	0.02
					448.87
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3%	48.33	1.45
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1.00	0.6667	10.00	6.67
VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.10	0.0667	2.00	0.13
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.00	0.6667	10.00	6.67
					14.92

Comentarios

El costo de la fabricación del concreto sustituyendo 20% de vidrio es de 557.94 soles, el cual está 128.03 soles mayor al del concreto patrón.

3. ANALISIS DE COSTOS DEL CONCRETO $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ PARA CONCRETO SUSTITUYENDO 35% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO

Partida	CONCRETO $f'_c=240\text{kg/cm}^2$ + 35% DE VIDRIO MOLIDO					
m3/DIA	12	Rendimiento		Costo unitario directo por: m3	654.05	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	2.00	1.3333	11.00	14.67
OFICIAL		hh	2.00	1.3333	10.42	13.89
PEON		hh	10.00	6.6667	9.84	65.60
						94.16
Materiales						
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1" Córdova - Huambuttio)		m3		0.6972	70.00	48.80
VIDRIO MOLIDO (35% DE VIDRIO MOLIDO - 298.35 kg)		m3		0.2382	1001.85	238.64
AGREGADO FINO		m3		0.3568	75.00	26.76
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.2300	25.00	230.75
AGUA		m3		0.2025	0.10	0.02
						544.97
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3%	48.33	1.45
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES		hm	1.00	0.6667	10.00	6.67
VIBRADOR A GASOLINA		hm	0.10	0.0667	2.00	0.13
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1.00	0.6667	10.00	6.67
						14.92

Comentarios

El costo de la fabricación del concreto sustituyendo 35% de vidrio es de 654.05 soles, el cual está 224.14 soles mayor al del concreto patrón.

4. ANALISIS DE COSTOS DEL CONCRETO $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ PARA CONCRETO SUSTITUYENDO 50% DE AGREGADO FINO POR VIDRIO MOLIDO

Partida	CONCRETO $f'_c=240\text{kg/cm}^2$ + 50% DE VIDRIO MOLIDO					
m3/DIA	12	Rendimiento		Costo unitario directo por: m3	750.17	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	2.00	1.3333	11.00	14.67
OFICIAL		hh	2.00	1.3333	10.42	13.89
PEON		hh	10.00	6.6667	9.84	65.60
						94.16
Materiales						
AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1" Cordova - Huambutio)		m3		0.6972	70.00	48.80
VIDRIO MOLIDO (50% DE VIDRIO MOLIDO - 426.21 kg)		m3		0.3403	1001.85	340.93
AGREGADO FINO		m3		0.2745	75.00	20.59
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.2300	25.00	230.75
AGUA		m3		0.2025	0.10	0.02
						641.09
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3%	48.33	1.45
WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES		hm	1.00	0.6667	10.00	6.67
VIBRADOR A GASOLINA		hm	0.10	0.0667	2.00	0.13
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1.00	0.6667	10.00	6.67
						14.92

Comentarios

El costo de la fabricación del concreto sustituyendo 50% de vidrio es de 750.17 soles, el cual está 320.26 soles mayor al del concreto patrón.

ANEXO 06: PANEL FOTOGRAFICO



FASE 1 DE LA MOLIENDA DE VIDRIO



FASE 2 DE LA MOLIENDA DE VIDRIO



MUESTREO DEL AGREGADO FINO



MUESTREO DEL VIDRIO MOLIDO





ENSAYO DEL CONO DE ABSORCION DEL VIDRIO



ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DEL AG. FINO



ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DEL VIDRIO



ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO DEL AG. GRUESO



**ENSAYO DE PESO UNITARIO
SUELTO DEL AG. FINO**



**ENSAYO DE PESO UNITARIO
SUELTO DEL VIDRIO**



**ENSAYO DE PESO UNITARIO
COMPACTADO DEL AG.**



**DESGASTE POR ABRASION
EN LA MAQUINA DE LOS**



PROCESO DE MEZCLADO DE MATERIALES



PROCESO DE FABRICACION DE BRIQUETAS



**PROCESO DE CURADO DE
BRIQUETAS**



**PROCESO DE ROTURA DE
BROQUETAS**



ROTURA DE BRIQUETAS - RESTOS