

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN EL
DISEÑO DE MEZCLA PARA UN
CONCRETO $F'C=210\text{KG}/\text{CM}^2$ POR EL
METODO DEL ACI EN HUANCAYO**

AUTOR:

Bach. LINARES GUEVARA, Darwin Kelvin

Línea de Investigación Institucional

Nuevas Tecnologías y Procesos

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

HUANCAYO – PERÚ

2022

FALSA PORTADA:

ASESOR:
INGENIERO:

ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO

DEDICATORIA

A Dios por darme salud, inteligencia y perseverancia para sobresalir adelante.

Con el afecto más grande a mis padres por haberme dado la vida y por todo lo que me han brindado.

Bach. LINARES GUEVARA, Darwin Kelvin.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme esa fortaleza y perseverancia para lograr este objetivo, a mi padre desde el cielo quien intercede permanentemente, a mi madre y hermanos por su apoyo permanente para el desarrollo de esta tesis.

Bach. LINARES GUEVARA, Darwin Kelvin.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JUARADOS

Dr. RUBÉN DARIO TAPIA SILGUERA.
PRESIDENTE

Mg. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL
JURADO

Mg. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO

Mg. ZUÑIGA ALMONACID, Erika Genoveva
JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

INDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS	vii
INDICE	7
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I	18
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	19
1.3. Justificación	19
1.3.1. Social o práctica	19
1.3.2. Metodológica	20
1.4. Delimitación	20
1.4.1. Espacial	20
1.4.2. Temporal	20
1.4.3. Económica	20
1.5. Limitaciones	21
1.6. Objetivos	21
1.6.1. Objetivo general	21
1.6.2. Objetivos específicos	21
CAPÍTULO II	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Nacionales	22

	8
2.1.2. Internacionales	23
2.2. Marco conceptual	25
2.2.1. Concreto:	25
2.2.2. Cemento:	26
2.2.3. Agua para el mezclado del concreto:	28
2.2.4. Agregados para concreto:	30
2.2.5. Aditivos para concreto:	32
2.2.6. Control de calidad del concreto:	34
2.2.7. Estado fresco:	35
2.2.8. Estado endurecido:	35
2.2.9. Vidrio	37
2.2.10. Diseño De Mezcla por el método del ACI:	39
2.3. Definición de términos	44
2.4. Hipótesis	46
2.4.1. Hipótesis general	46
2.4.2. Hipótesis específicas	47
2.5. Variables	47
2.5.1. Definición conceptual de las variables	47
2.5.2. Operacionalización de las variables	48
CAPÍTULO III	49
METODOLOGÍA	49
3.1. Método de investigación	49
3.2. Tipo de investigación	49
3.3. Nivel de investigación	49
3.4. Diseño de la investigación	50
3.5. Población y muestra	50
3.5.1. Población	50
3.5.2. Muestra	50
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
3.7. Procedimiento de recolección de datos	51
3.8. Técnicas y análisis de datos	51

CAPÍTULO IV	52
RESULTADOS	52
4.1. Propiedades físicas de los materiales:	52
4.2. Diseño de la mezcla del concreto por el método ACI:	53
4.2.1. Diseño de la mezcla con 0.00% de vidrio molido:	53
4.2.2. Diseño de mezcla con vidrio molido:	62
4.3. Las especificaciones normalizadas con el objetivo de desarrollar un control de calidad del concreto:	64
4.3.1. Muestreo del concreto:	64
4.3.2. Temperatura del concreto:	65
4.3.3. Asentamiento del concreto:	66
4.3.4. Contenido de aire del concreto:	67
4.3.5. Peso específico del concreto:	68
4.3.6. Ensayo de resistencia a la compresión:	68
4.3.7. Ensayo de impermeabilidad:	68
4.4. Elaboración y control de calidad del concreto diseñado:	69
4.4.1. Control de calidad de concreto con 0% de vidrio molido:	70
4.4.2. Control de calidad de concreto con 5% de vidrio molido:	76
4.4.3. Control de calidad de concreto con 10% de vidrio molido:	82
4.4.4. Control de calidad de concreto con 15% de vidrio molido:	88
CAPÍTULO V	95
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	95
5.1. comparación en la resistencia a la compresión de los concretos diseñados:	95
5.2. Comparación en la impermeabilidad de los concretos diseñados:	96
5.3. Comparación en los costos unitarios de los concretos diseñados:	97
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS	103
Anexo N° 01: matriz de consistencia	104

Anexo N° 02: matriz de operacionalización de variables	107
Anexo N° 03: panel fotográfico	109
Anexo N° 04: ensayos de laboratorio	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios para suministros de agua	29
Tabla 2 Límites químicos de agua para concreto	29
Tabla 3 Propiedades y ensayos de agregados	32
Tabla 4 Ensayos para concreto fresco	35
Tabla 5 Ensayos destructivos para concreto endurecido	36
Tabla 6 Ensayos no destructivos para concreto endurecido	36
Tabla 7 Asentamiento recomendados para distintos tipos de obra	40
Tabla 8 Contenido de agua aproximada en L/m ³ para distintos asentamientos y tamaños máximos de agregado	41
Tabla 9 El contenido de aire y sin aire incorporado dentro del concreto	41
Tabla 10 La relación agua/cemento conforme con la Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días para un concreto Portland tipo I	42
Tabla 11 Volumen unitario del agregado grueso por unidad de volumen de concreto	43
Tabla 12 Operacionalización de variables.	48
Tabla 13 Propiedades del agregado grueso	52
Tabla 14 Propiedades del agregado fino	52
Tabla 15 Propiedades del cemento y agua	52
Tabla 16 Slump recomendado para diversos tipos de construcción	54
Tabla 17 Agua de mezclado y contenido de aire	55
Tabla 18 Resistencia promedio sin datos estadísticos	56
Tabla 19 Relación agua/cemento	57
Tabla 20 Coeficiente para volumen de agregado grueso	58
Tabla 21 Cantidad de material sin agregado fino	59
Tabla 22 Diseño de mezcla con 0.0% de vidrio molido	62
Tabla 23 Proporciones del diseño de mezcla	62
Tabla 24 Diseño de mezcla con 5.0% de vidrio molido	63
Tabla 25 Diseño de mezcla con 10.0% de vidrio molido	63
Tabla 26 Diseño de mezcla con 15.0% de vidrio molido	64

Tabla 27 Criterio de aceptación de la temperatura	65
Tabla 28 Criterio de aceptación del asentamiento	66
Tabla 29 Criterio de aceptación de contenido de aire	67
Tabla 30 Cantidades en peso del concreto diseñado	69
Tabla 31 Cantidades en volumen del concreto diseñado	70
Tabla 32 Temperatura del concreto con 0% de vidrio molido	70
Tabla 33 Asentamiento del concreto con 0% de vidrio molido	71
Tabla 34 Contenido de aire del concreto con 0% de vidrio molido	72
Tabla 35 Densidad del concreto con 0% de vidrio molido	72
Tabla 36 resistencia a los 7 días del concreto con 0% de vidrio molido	73
Tabla 37 Resistencia a los 28 días del concreto con 0% de vidrio molido	74
Tabla 38 Impermeabilidad del concreto a los 7 días con 0% de vidrio molido	74
Tabla 39 Impermeabilidad del concreto a los 28 días con 0% de vidrio molido	75
Tabla 40 Costo unitario del concreto con 0% de vidrio molido	76
Tabla 41 Temperatura del concreto con 5% de vidrio molido	77
Tabla 42 Asentamiento del concreto con 5% de vidrio molido	77
Tabla 43 Contenido de aire del concreto con 5% de vidrio molido	78
Tabla 44 Densidad del concreto con 5% de vidrio molido	79
Tabla 45 Resistencia a los 7 días del concreto con 5% de vidrio molido	79
Tabla 46 resistencia a los 28 días del concreto con 5% de vidrio molido	80
Tabla 47 Impermeabilidad del concreto a los 7 días con 5% de vidrio molido	81
Tabla 48 Impermeabilidad del concreto a los 28 días con 5% de vidrio molido	81
Tabla 49 Costo unitario del concreto con 5% de vidrio molido	82
Tabla 50 Temperatura del concreto con 10% de vidrio molido	82
Tabla 51 Asentamiento del concreto con 10% de vidrio molido	83
Tabla 52 Contenido de aire del concreto con 10% de vidrio molido	84
Tabla 53 Densidad del concreto con 10% de vidrio molido	85
Tabla 54 Resistencia a los 7 días del concreto con 10% de vidrio molido	85
Tabla 55 resistencia a los 28 días del concreto con 10% de vidrio molido	86
Tabla 56 Impermeabilidad del concreto a los 7 días con 10% de vidrio molido	87

Tabla 57 Impermeabilidad del concreto a los 28 días con 10% de vidrio molido	87
Tabla 58 Costo unitario del concreto con 10% de vidrio molido	88
Tabla 59 Temperatura del concreto con 15% de vidrio molido	88
Tabla 60 Asentamiento del concreto con 15% de vidrio molido	89
Tabla 61 Contenido de aire del concreto con 15% de vidrio molido	90
Tabla 62 Densidad del concreto con 15% de vidrio molido	92
Tabla 63 resistencia a los 7 días del concreto con 15% de vidrio molido	91
Tabla 64 Resistencia a los 28 días del concreto con 15% de vidrio molido	92
Tabla 65 Impermeabilidad del concreto a los 7 días con 15% de vidrio molido	92
Tabla 66 Impermeabilidad del concreto a los 28 días con 15% de vidrio molido	93
Tabla 67 Costo unitario del concreto con 15% de vidrio molido	94
Tabla 68 Comparación de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días	95
Tabla 69 Comparación de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	96
Tabla 70 Comparación de la impermeabilidad del concreto a los 7 días	96
Tabla 71 Comparación de la impermeabilidad del concreto a los 28 días	97
Tabla 72 Comparación de los costos unitarios del concreto	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección del concreto endurecido.	26
Figura 2: Agua en mezcla del concreto.	28
Figura 3: Diferentes agregados en dimensiones.	31
Figura 4: Variación de las proporciones en volumen absoluto de los materiales usados en el concreto.	34
Figura 5: Diagrama del proceso de fabricación del vidrio.	38
Figura 6: Muestra del tamizado.	110
Figura 7: Muestra del vidrio molido.	110
Figura 8: Muestra del horno.	110
Figura 9: Vaciado del vidrio molido en el trompo.	110
Figura 10: Medición de consistencia de concreto.	111
Figura 11: Toma de datos de los testigos.	111

Figura 12: Equipo para medición de la compresión de las muestras de concreto.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cómo influye el vidrio molido en el diseño de mezcla para un concreto $F'c=210$ kg/cm² por el método del ACI en Huancayo?, cuyo objetivo general ha sido: Determinar la influencia del vidrio molido en el diseño de mezcla para un concreto $F'c=210$ kg/cm² por el método del ACI en Huancayo. La hipótesis general que se verificó fue: El vidrio molido influye de manera positiva en el diseño de mezcla para un concreto $F'c=210$ kg/cm² por el método del ACI en Huancayo.

El método para esta investigación ha sido el científico aplicando las cualidades científicas, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación fue exploratorio y el diseño de la investigación: experimental, en lo referente para la investigación la población para la cual está orientada la presente investigación, por la cantidad de 24 testigos que se aplicaron la proporción de vidrio molido y la muestra para el caso de nuestra investigación será lo mismo que se aplicó en la población de estudio, donde todo esto nos llevó a la conclusión general que la influencia del vidrio molido en el diseño de mezcla para un concreto $F'c=210$ kg/cm² por el método del ACI en Huancayo este material brinda muchos beneficios al concreto utilizado en las obras, debido a que la impermeabilidad y la resistencia a la compresión aumenten conforme a la proporción de vidrio molido utilizado, de esta manera el presupuesto de la obra disminuye, debido a que la proporción de cemento es menor.

Palabras clave: vidrio molido, resistencia a la compresión del concreto.

ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: How does ground glass influence the mix design for a concrete $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ by the ACI method in Huancayo?, whose general objective has been: Determine the influence of glass ground in the mix design for a concrete $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ by the ACI method in Huancayo. The general hypothesis that was verified was: The ground glass positively influences the mix design for a concrete $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ by the ACI method in Huancayo.

The method for this research has been scientific, applying scientific qualities, the type of research was applied, the level of research was exploratory and the research design: experimental, in terms of research, the population for which it is oriented the present investigation, for the amount of 24 witnesses who applied the proportion of ground glass and the sample for the case of our investigation, it will be the same as that applied in the study population, where all this led us to the general conclusion that the influence of ground glass in the mix design for a concrete $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ per the ACI method in Huancayo this material provides many benefits to the concrete used in the works, because the impermeability and resistance to compression increase according to the proportion of ground glass used, in this way the budget of the work decreases, due to because the proportion of cement is lower.

Keywords: ground glass, compressive strength of concrete.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación tiene su fundamentación que hoy en día son mínimos los estudios de los beneficios que se emplean materiales como el vidrio molido para una mezcla de concreto, llegando este a contaminar de manera significativa a nivel mundial. De acuerdo a "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook de la Agencia Europea de Medio Ambiente". La elaboración del vidrio es uno de los elementos más antiguos en el mundo hechos por el hombre y en estos últimos tiempos la emisión de gases de efecto invernadero ha acrecentado de forma muy incontrolada.

En esta investigación se propone hacer el estudio del empleo del vidrio integrado en ciertos porcentajes a una mezcla de concreto y así poder obtener la resistencia a la compresión permisible de todas las muestras de concreto que se han elaborado con las diferentes cantidades de vidrio molido. Ahora se aprecia que las exigencias en el campo de la ingeniería cada vez es mayor, así como por ejemplo que las obras puedan finalizar en un plazo muy corto, considerando la relación costo/beneficio de tal forma que no afecte a nuestro medio ambiente, ello nos conduce a que se tiene que perfeccionar el desarrollo e insumo que se va a emplear, logrando destacados resultados con las cantidades necesarias que se va a emplear de materiales, en el momento de discutir sobre la ingeniería civil acerca del proceso constructivo se menciona sobre la innovación y la tecnología. En la actualidad se está buscando de manera muy constante de poder mejorar los procesos, los métodos de trabajo y los materiales empleados con las finalidades de obtener el ahorro del tiempo, costo y energía.

El reciclaje de materiales durante el proceso constructivo es algo que se vienen dando hace muchos años atrás a nivel mundial, En el campo de la construcción es uno de los que más contaminan viéndose en el compromiso de encontrar una alternativa de los diferentes materiales empleados y el sistema que se usa en las diferentes obras. En la actualidad un problema muy evidente es la contaminación en todo el mundo y sus efectos. Es por eso se aprecia en la actualidad que las normas acerca de la preservación y contaminación del medio ambiente cada día son más rigurosas con respecto a años atrás, en la

que no se observaba mucho el impacto ambiental de las funciones elaboradas por proyectos de obra y para una mejor comprensión se dividió en 5 capítulos, mostrándose a continuación:

El Capítulo I: Problema de investigación, el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la delimitación de la investigación, la justificación, las limitaciones y los objetivos.

El Capítulo II: Marco teórico, establece los antecedentes de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III: Metodología de la investigación, donde se explica el método de investigación, tipo de investigación, nivel, diseño, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados, acorde a los objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V: Discusión de resultados, en relación a los antecedentes y demás bibliografía.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. LINARES GUEVARA, Darwin Kelvin.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Hoy en día, lo que preocupa por la protección y conservación de nuestro medio ambiente ha empujado a la ejecución de medidas y encuentro de soluciones con el objetivo de darle solución al daño del medio ambiente y conseguir un crecimiento muy sostenible.

Según la ONU, un crecimiento sostenible hace hincapié al tener en cuenta que se tiene que satisfacer las necesidades de la ciudadanía sin que se perjudique en un futuro la capacidad de las familias. Una manera para poder conseguir es con la reducción de depender de recursos naturales, como por ejemplo el agua y minerales, afirmando que es por eso que, hallar formas para bajar la demanda de los insumos naturales en el concreto, siendo una de las más usadas por el hombre, llegando a ser un paso tan importante para un desarrollo sostenible.

En la región de Lima la producción de basura en un día es de 8,468 toneladas, dando como resultado al año más de 3 millones de toneladas. De acuerdo al sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013, anunciado en diciembre del 2014 por el Ministerio del Ambiente, el 3.2% de basura producida ha sido conformada por vidrio, equivaliendo a más de 98 mil toneladas de vidrio que se arroja por cada año en la región de Lima. Solo el 4% es reciclado, equivalente a más de 3 mil toneladas. Por último, se indica que 95 mil toneladas de vidrio son desechadas al año en la en la región de Lima. Nos muestra principalmente preocupante considerando que el vidrio es 100% reciclable.

Considerando brindar una solución práctica y ambiental a este problema de la gran cantidad de vidrio desechado como basura y con fines de aporte a aumentar la resistencia a la compresión del concreto se propuso en el año 2017 el emplear vidrio molido en la mezcla del concreto

dando a largo plazo una solución que pueda durar mucho tiempo las estructuras llegando a estimar entre los 50 y 80 años; así como llegando a reducir considerablemente el impacto ambiental el cual se llega a estimar a un nivel mundial de 18 % de emisión de gases de efecto invernadero según foros del 2018.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye el vidrio molido en el diseño de mezcla para un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ por el método del ACI en Huancayo?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el diseño de mezcla para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ con 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio molido en reemplazo parcial del peso del cemento por el método del ACI en Huancayo?
- b) ¿Cómo influye la aplicación del vidrio molido en la resistencia a la compresión para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ por el método del ACI en Huancayo?
- c) ¿Cómo influye la aplicación del vidrio molido en el costo de producción por metro cubico para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ por el método del ACI en Huancayo?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o práctica

La presente investigación nos ayudará a comprender la eficacia del vidrio molido en la elaboración e incorporación de un concreto de $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ tanto en la resistencia a la compresión como en el costo de elaboración por metro cubico.

También servirá como base bibliográfico a empresas relacionadas a los servicios en la ingeniería civil, profesionales y estudiantes. Se dará a conocer su uso como alternativa para elementos estructurales que son las columnas.

1.3.2. Metodológica

Para determinar la influencia del vidrio molido en la elaboración de un concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, se diseñarán 4 tipos con las proporciones de 0%, 5%, 10% y 15% en reemplazo parcial del cemento, posteriormente se comparará la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días de edad y finalmente de determinar el costo de producción por metro cubico con la finalidad de observar cual es el más económico.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

En la presente investigación fluctúa y se desenvuelve en el departamento de Junín, provincia y distrito de Huancayo en la urbanización alto la merced.

1.4.2. Temporal

En la presente investigación se realizó entre los meses de febrero y marzo del 2021.

1.4.3. Económica

Todos los gastos de esta investigación fueron asumidos en su totalidad por el investigador.

1.5. Limitaciones

La principal limitante primaria fue la económica que no permitió para consultar a profesionales especializados en el tema para tener una discernir de opiniones y otros.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la influencia del vidrio molido en el diseño de mezcla para un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ por el método del ACI en Huancayo.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Realizar el diseño de mezcla para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ con 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio molido en reemplazo parcial del peso del cemento por el método del ACI en Huancayo.
- b) Determinar cómo influye la aplicación del vidrio molido en la resistencia a la compresión para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ por el método del ACI en Huancayo.
- c) Especificar cómo influye la aplicación del vidrio molido en el costo de producción por metro cubico para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ por el método del ACI en Huancayo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

- Según Ochoa Tapia, L. M. (2018) que ejecutó la investigación **“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS”** en la Universidad Señor de Sipán se quiere determinar la influencia del vidrio reciclado molido reduciendo el agregado fino y así se haga el diseño de mezclas para los pavimentos de la zona urbana. Llegando a las principales conclusiones: Determinado que incorporando un 30% de vidrio reciclado molido en la mezclas de concreto se obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días, obteniéndose para un $f'c=175$ kg/cm² 196.9 kg/cm², para un $f'c=210$ kg/cm² 233.54 kg/cm², para un $f'c=280$ kg/cm² 311.37 kg/cm². La elaboración del concreto con la adición del vidrio reciclado y molido es factible, pero tiene que contar con material disponible.
- Para García Chambilla, B. F. (2017) que realizó la investigación **“EFECTO DE LA FIBRA DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F' C= 210$ KG/CM² EN LA CIUDAD DE PUNO”** en la Universidad Nacional del Altiplano. Ha llegado a las siguientes conclusiones: Incorporando fibras de vidrio en porcentajes de 0.025%, 0.075% y 0.125%, la resistencia a la compresión es superior al concreto normal, en todos los grupos de control y el costo de producción disminuye. La incorporación de 0.025% fibra de vidrio en el concreto normal $f'c$ 210 kg/cm² disminuye el costo de producción en 2.94%.
- Según Landeo (2019), realizó la investigación **“INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PREMEZCLADO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA”** La

investigación realizada se centra y concluye en la evaluación del efecto que tienen los agregados y la variación que esta llega a representar en la granulometría siendo natural de la cantera de Yauli la oroya para la calidad del premezclado, la importancia que tenga la propiedad de abrasión en la resistencia del concreto, también el análisis de la consecuencia que pueda tener en la variación de la granulometría de los agregados en su diseño de mezcla. En la presente investigación han sido evaluadas las propiedades del concreto premezclado: el contenido de aire conforme a la norma ASTM C-231, peso unitario conforme a la norma ASTM C-138, slump conforme a la norma ASTM C-143/C-143-10a, la resistencia a la compresión ASTM C-39; y de los agregados son: abrasión ASTM C-131/ NTP 400.019-400.020 y granulometría ASTM C-136/ NTP 400.037. Se ha realizado el diseño de mezcla para resistencia de: $f'_c = 245 \text{ kg/cm}^2$, según el método del comité 211 del ACI, sosteniendo como datos efecto de los distintos ensayos que se ha elaborado en la cantera.

2.1.2. Internacionales

- Para Villegas, J. P. V., Mesa, A. M. G., & Pérez, O. F. A. (2019). ***“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS MODIFICADOS CON MICROESFERAS DE VIDRIO Y RESIDUOS DE LLANTAS”*** de la Universidad Católica Luis Amigó. En la investigación se tuvo la siguiente conclusión: Los resultados obtenidos hasta el momento muestran que el reemplazo de los agregados finos por las microesferas y los residuos de llantas sostienen potencial para ser empleados como material estructural, en cambio, se requieren estudios experimentales adicionales que admitan mejorar la resistencia a la compresión del concreto modificado con microesferas y residuos de llantas. Las microesferas con respecto a la masa 1:3 mostraron las mejores resistencias del 7% por encima y del 7% por debajo, correspondientemente, de la resistencia y así ser empleados en concretos estructurales (21 MPa).

- Para Beltrán Martínez, A. M., & Villalba Zamudio, S. S. **“DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO PERMEABLE CON FIBRA DE VIDRIO”** de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, la obtención de resultados fueron optimistas, llegando a la conclusión: Determinado que una dosificación apta para un concreto permeable, el cual, cuenta con una implementación porcentual de fibra de vidrio del 2% y por ende una mejor resistencia a compresión, demostrada en los cilindros S8 con una dosificación C2 (Referencia tabla 12), la cual es de 14.1 Mpa en promedio. Considerando que la documentación de la investigación en el que se ha basado el estudio se concluye, que la dosificación C2, planea una mayor resistencia que en otras investigaciones ya hechas a este tipo de concreto, las cuales, abastecían unos datos de la resistencia alcanzada con otro tipo de aditivos, obteniendo un resultado promedio de la resistencia de 7 Mpa a 10 Mpa.
- Según Elias (2006), realizo la investigación **“RELACIONES ENTRE EMPRESAS CONSTRUCTORAS Y LOS PRODUCTORES DE CONCRETO PREMEZCLADO EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO”** en la Universidad Nacional Autónoma de México. En la presenta investigación tiene como finalidad describir la operación del mercado de concreto premezclado en la Ciudad de México y su Zona Metropolitana. A partir del establecimiento de un marco de referencia macroeconómico general, se muestra su importancia del producto dentro de la industria de la construcción, así como la de ésta en el entorno económico del país. Al llegar a conocer los principales actores que intervienen (constructores y productores), sus necesidades, así como su poder negociador dentro de la industria y describir la forma en que interrelacionan, es viable precisar los problemas más habituales que se presentan en las actividades previas y durante el servicio de entrega y descarga del concreto premezclado, donde se observa que la eficiencia de cada de ellas influye de manera determinante en la otras y éstas en

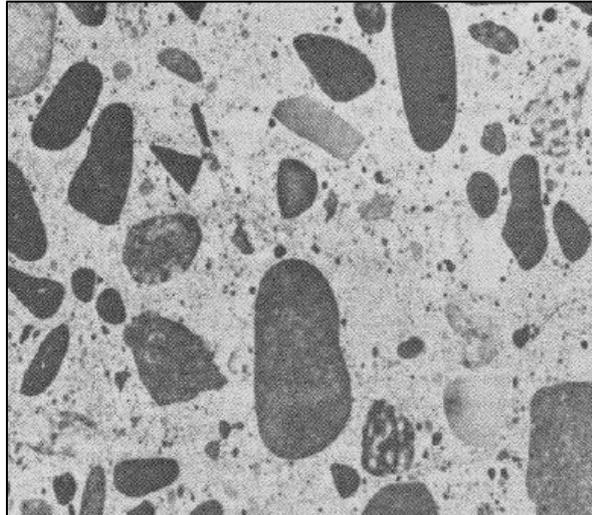
conjunto, a su vez, influyen en el desarrollo de los parámetros de calidad, costo y tiempo de la obra.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Concreto:

Este consiste en la mezcla de los elementos: como son los agregados, cemento y agua. La pasta es elaborada mediante del agua y del cemento Pórtland, uniendo así a los agregados (piedra chancada o grava y arena) para así poder obtener una masa que sea semejante a la roca, pues la pasta se endurece ya que hay una reacción química entre dos componentes el cemento y el agua.

Luego de un procesamiento de pasos secuenciales en la elaboración del concreto según su dosificación, acabados y por último siendo una actividad muy importante el curado este elemento de construcción llega a ser un material alta mente endurecido y es impermeable porque se necesita poco mantenimiento. Una cualidad única del concreto es el moldearse en cualquier forma deseada obteniendo múltiples usos por lo general depende de una buena pasta. En un concreto que esté elaborado estrictamente, en su totalidad los espacios entre partículas de dichos agregados estarán cubiertas con pasta y además unidas entre sí.



Fuente: imágenes google.

Figura 1: *Sección de un concreto endurecido.*

2.2.2. Cemento:

Este es un material cuya propiedad principal es la cohesión y la Adherencia, Conllevando así a unir todas las fracciones minerales para poder conformar un compacto con una durabilidad y resistencia necesaria.

➤ **Cemento portland:**

Este es un cemento hidráulico que está conformado básicamente de silicatos de calcio, que al haber reacción con el agua fragua y endurece. A esta reacción se le llama hidratación al combinarse el cemento con el agua se obtiene una pasta, que tiene que ser muy parecido a la roca.

El Clinker es la materia prima que se desarrolla el cemento, llevando esto a los molinos, como son el cemento y el mineral de yeso comportándose, así como un regulador del secado. Al ser molido estos dos materiales en su conjunto se obtiene el insumo calcáreo cementante, siendo así que todo sus proporciones y sus materias primas se diseñan de acuerdo al tipo del cemento que se desee y requiere.

Según la (ASTM, 2003) en su norma ASTM C-150 (Especificación estándar para cemento Portland) describe ocho tipos de cemento Portland, conforme a sus necesidades y uso en el campo de la construcción

- Tipo I Normal.
- Tipo IA Normal, inclusor de aire.
- Tipo II De resistencia moderada a los sulfatos.
- Tipo IIA De resistencia moderada a los sulfatos.
- Tipo III De alta resistencia a una edad temprana.
- Tipo IIIA De alta resistencia a edad temprana.
- Tipo IV De bajo y poco calor de hidratación.
- Tipo V De resistencia relativamente elevada a los sulfatos.

➤ **Cemento blanco portland:**

Este cemento blanco portland tiende a tener muchas cualidades tanto en sus propiedades mecánicas y físicas, diferencias que resaltan con un cemento portland gris diseñado con las especificaciones ASTM C-150, generalmente con relación a un diseño tipo I y III siendo controlado para que se dé un acabado blanco y represente a las piedras calcáreas de la isla portland; en sus materias primas este insumo de construcción contiene cantidades escasas del óxido de hierro y magnesio llegando a ser las sustancias que se le da un color gris.

➤ **Cementos expansivos:**

Una cualidad muy particular en el concreto es el expandirse al tomar propiedades de endurecimiento siendo un actuar al instante de fraguar. Satisfaciendo los requisitos de la norma ASTM C-845 que especifica los estándares para cementos hidráulicos; esta cualidad del concreto es muy beneficioso para el sistema de construcción al otorgarle la consistencia a un diseño y forma deseado. Por lo general se identifican a tres tipos:

- E-1(K)
- E-1(M)
- E-1(S)

2.2.3. Agua para el mezclado del concreto:

“Se puede emplear para el concreto cualquier agua potable y que no tenga sabor u olor significativo. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser también útiles” ((RNE), 2016).

Si existe dudas sobre el agua que se va a emplear, los cubos del concreto elaborado con esta agua y de acuerdo con la norma debe alcanzar hasta los siete días su resistencia promedio como mínimo un 90% de los testigos elaborados con el agua potable. También se debe efectuar el ensayo según la norma ASTM C-191 (Método de prueba para tiempo de fraguado de cemento hidráulico por el método de la aguja de vicat) y así asegurar que no altere el tiempo de fraguado del cemento. Según la norma ASTM C-94 (Especificación estándar para concreto premezclado) han planteado ciertos criterios permisibles acerca del agua que va a ser utilizada en un concreto.



Fuente: imágenes google.

Figura 2: Agua en mezcla del concreto.

Tabla 1:
Criterios para suministros de agua.

	Límites	Método de ensayo
Resistencia a la compresión a 7 días, porcentaje mínimo respecto al testigo	90	ASTM C-109
Tiempo de fraguado, desviación con respecto al testigo, hr:min	De 1:00 antes a 1:30 después	ASTM C-191

Fuente: ASTM (2003).

Tabla 2:
Límites químicos de agua para concreto.

Producto químico	concentración máxima, ppm	Método de ensayo
Cloruro, como Cl		
concreto presforzado o concreto para cubierta de puentes	500	ASTM D-512
otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan insertos de aluminio o metales diferentes, o cimbras permanentes de metal galvanizado	1,000	ASTM D-512
Sulfato, como SO ₄	3,000	ASTM D-516
Álcalis, como (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O)	600	ASTM D-516
Sólidos totales	50,000	AASHTO T 26

Fuente: ASTM (2003).

Aquella agua que tenga menor de 2000 ppm de sólidos totales disueltos, por lo general se puede emplear sin ningún inconveniente para la elaboración del concreto y aquella que abarca más de 2,000 ppm de

sólidos totales disueltos tiene que ser experimentada y así poder investigar su efecto sobre su tiempo de fraguado y durabilidad.

Para cualquier grupo específico de materiales y condiciones de curado, la cualidad del concreto endurecido está determinada por la cantidad de agua empleada en relación con la cantidad de cemento (ASTM, 2003). En el siguiente listado se pueden ver ciertas ventajas obteniéndose con la reducción de la proporción del agua:

- Aumenta la flexión y la resistencia a la compresión.
- Presenta poca permeabilidad, por lo tanto, mayor hermeticidad y menor absorción.
- Aumenta la resistencia al intemperismo.
- Logra una mayor adherencia entre el concreto y refuerzo.
- Presenta menor cambio volumétrico causado por humedecimiento y secado.
- Reduce las tendencias de agrietamientos por contracción.

2.2.4. Agregados para concreto:

Estos pueden hallar en una fase natural, que consiste en la mezcla de minerales y rocas. Las rocas tienen un origen las que se clasifican en: ígneas, sedimentarias y metamórficas, estando compuesto de diversos materiales. Por otro lado, el procedimiento de la meteorización de las rocas crea las partículas de piedras, gravas, arenas, limos y arcillas.

Dichos materiales tienen que desempeñar ciertas especificaciones y así darle un fin en la construcción, y tienen que ser estas partículas de durabilidad, resistentes, limpias y libres de artículos químicos que sean absorbidos, recubierto las arcillas y demás materiales finos que pudiese atañer la adherencia de la pasta y la hidratación, aquellas pequeñas partículas de los agregados que sean fáciles de romperse son despreciables para su uso y se afirma que: aquellos que lleven cantidades importantes de esquistos o ya sea de otras rocas esquistosas, de aquellos materiales porosos y suaves se tienen que

evitar su uso, ya que tiene baja resistencia al intemperismo y esto puede originar para defectos en la superficie. Aquellos agregados gruesos y finos por lo general ocupan entre 60% y 70% del volumen y de 70% a 85% del peso del concreto, predomina de manera considerable sus propiedades de un concreto que recién se haya mezclado y endurecido en sus proporciones de dicha mezcla. Aquellos agregados finos por lo general son piedra chancada o arena natural, llegando así donde sus partículas son menores a los 5mm. El agregado fino está entre los rangos de 35 y 45% con respecto a su volumen o peso sobre el contenido total de agregados. Los agregados gruesos son mezcla de gravas o triturados y estas son mayores de a los 5mm, que por lo general está entre los 9.5mm y 38mm. Los agregados se llegan a obtener de las canteras, también producto de la trituración manual de piedras de gran tamaño.



Fuente: ACI (2002).

Figura 3: *Diferentes agregados en dimensiones.*

Para ASTM (2003), afirma que aquellos agregados que contengan un peso normal deben de cumplir los requisitos de la norma ASTM C-33 (Especificación para agregados de concreto) y esta limita las cantidades permisibles de sustancias deletéreas y los requisitos para las cualidades

de los agregados. En este sentido, de conservar las exigencias de la norma, no necesariamente se llega garantizar un concreto con sus mejores cualidades. Hay varias características de suma importancia para los agregados, que se considera para la preparación del concreto.

Tabla 3:
Propiedades, importancia y norma para los ensayos

Propiedad	Importancia	Norma
Resistencia al desgaste y a la degradación	Índice de calidad del agregado; resistencia al desgaste de pisos y pavimentos	ASTM C-131 ASTM C-535 ASTM C-779
Resistencia a la congelación y deshielo	Descascaramiento, aspereza, pérdida de sección y deformación	ASTM C-666 ASTM C-682
Resistencia a la desintegración por sulfatos	Sanidad contra la acción del intemperismo	ASTM C-88
Forma de la partícula y textura superficial	Trabajabilidad del concreto en estado fresco	ASTM C-295 ASTM C-3398
Granulometría	Trabajabilidad del concreto en estado fresco; economía	ASTM C-117 ASTM C-136
Peso volumétrico o densidad en masa	Cálculos para el diseño de mezclas; clasificación	ASTM C-29
Peso específico	Cálculos para el diseño de mezclas	ASTM C-127 ASTM C-128
Absorción y humedad superficial	Control de calidad del concreto	ASTM C-70 ASTM C-127 ASTM C-128 ASTM C 566
Resistencia a la compresión y a la flexión	Aceptación del agregado fino cuando otras pruebas fallan	ASTM C-39 ASTM C-78
Definiciones de los componentes	Aclarar el entendimiento y la comunicación	ASTM C-125 ASTM C-294
Componentes de los agregados	Determinar la cantidad de materiales orgánicos y deletéreos	ASTM C-40 ASTM C-87 ASTM C-117 ASTM C-123 ASTM C-142 ASTM C-295
Resistencia a la reactividad con los álcalis y al cambio volumétrico	Sanidad contra el cambio de volumen	ASTM C-227 ASTM C-289 ASTM C-295 ASTM C-342 ASTM C-586

Fuente: ASTM (2003).

2.2.5. Aditivos para concreto:

Los aditivos pueden ser insumos químicos o naturales que otorgan mejores propiedades físico – mecánicas al concreto que se llegan a

mezclar con el concreto en su estado fresco y plástico para que se genere una perfecta adherencia y mezcla homogénea. Estos se clasifican en:

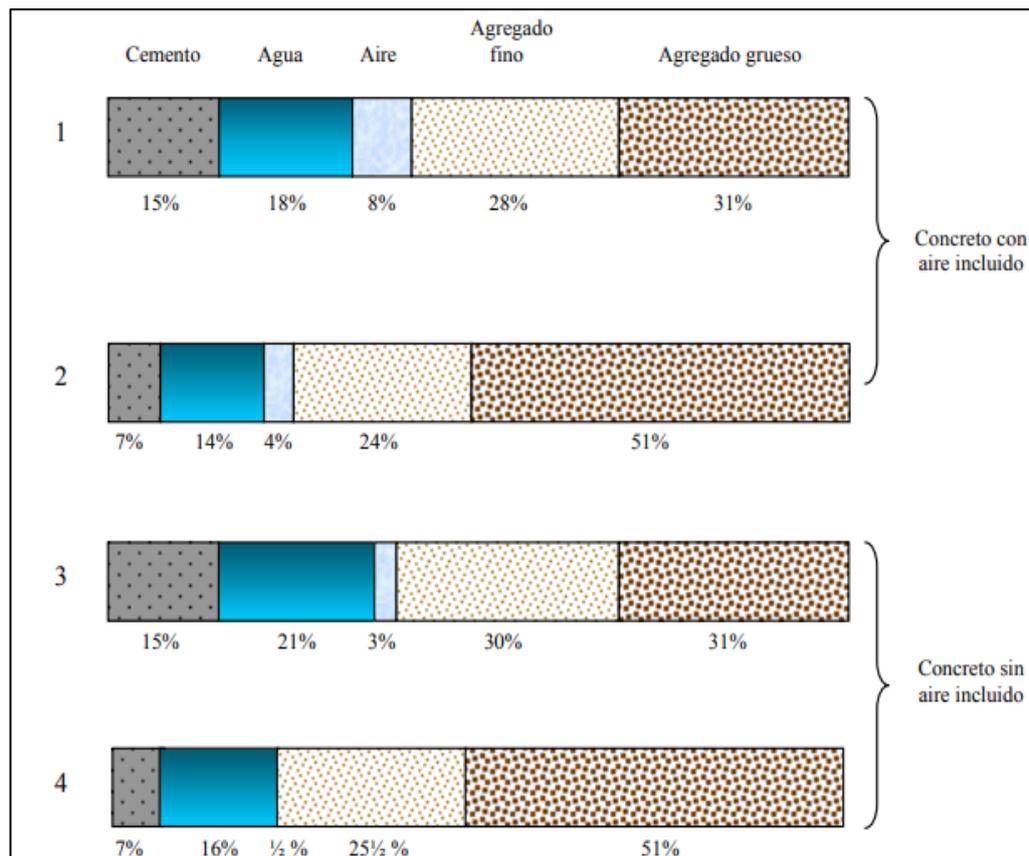
- Aditivos incorporadores de aire.
- Aditivos para la reducción del agua.
- Aditivos retardadores.
- Aditivo acelerante.
- Aditivos superplastificantes.
- Aditivos minerales finamente fraccionados.
- Aditivos con el objetivo de mejorar su adherencia, trabajabilidad, a pruebas de la humedad, en lechados, apoyo para el bombeo y para abstener la corrosión.

Las razones por la que se emplea el aditivo son:

- Reducir los costos de la obra.
- Conseguir ciertas propiedades para el concreto, que sea mucho más efectiva.
- Revisar minuciosamente su calidad del concreto en las fases de mezclado, transporte, colocación y curado, en situaciones de clima desfavorable.
- Ganar algunas circunstancias en el momento del trabajo de la colocación del concreto.

“Los aditivos que sean escogidos para el uso en el concreto, se tienen que hacer mezclas de prueba con la temperatura y humedad que se vayan a tener en la obra” ((UNI), 1980). Siempre es necesario las especificaciones técnicas del especialista fabricante para incorporar la dosificación necesaria para el concreto.

Las dosificaciones de los materiales usados para la elaboración del concreto pueden variar según el uso que se requiera.



Fuente: **IMCYC** (2006).

Figura 4: *Variación de las proporciones en volumen absoluto de los materiales usados en el concreto.*

2.2.6. Control de calidad del concreto:

Este se logra conceptualizar sobre la verificación acerca de la calidad del concreto que pueda satisfacer el uso definido de un mínimo costo, referido sobre las especificaciones normalizadas, que al tenerlo el concreto producido y colocado se obtenga el diseño que se ha optimizado y así se lleve las recomendaciones de un correcto manejo del concreto.

Los ensayos y su control de calidad son indispensables durante el desarrollo del procedimiento constructivo, y así se puede obtener las propiedades que se requieran para un concreto.

La Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM), los define acerca de las especificaciones del control de calidad que se aplica para un concreto, en la cual son instrumentos necesarios de confiabilidad para dicho fin.

2.2.7. Estado fresco:

Se expone este estado cuando el concreto este plástico producto de su reciente elaboración y preparación, donde este material puede ser moldeado en diferentes formas.

Existen diversas pruebas o ensayos para desarrollarlo en el estado plástico.

Tabla 4:
Ensayos para concreto en estado fresco.

Ensayo	Importancia	Norma
Elaboración y curado de especímenes	Elaboración y curado de especímenes premoldeados de concreto para las pruebas de resistencia a compresión	ASTM C-31
Peso unitario y rendimiento	Determinar la densidad y cantidad de concreto producido por mezcla	ASTM C-138
Asentamiento	Medir el asentamiento o consistencia del concreto	ASTM C-143
Muestreo de concreto fresco	Obtener muestras de concreto fresco verdaderamente representativas para las pruebas de control	ASTM C-172
Contenido de aire	Determinar el porcentaje de aire con relación al volumen de la mezcla	ASTM C-231
Pruebas de curado acelerado	Apresurar el control de calidad del concreto	ASTM C-684
Temperatura	Medir la temperatura del concreto	ASTM C-1064

Fuente: ASTM (2003).

2.2.8. Estado endurecido:

Este proceso se genera cuando el concreto empieza a generar químicamente reacciones internas de calor que producen que las partículas se expandan y evaporen el agua en su mezcla otorgando

propiedades de resistencia y dureza. Para este estado del concreto existen muchas pruebas tanto destructivos y no destructivos.

Tabla 5:
Ensayos destructivos para concreto en estado endurecido.

Ensayo	Importancia	Norma
Resistencia a compresión	Determinar la resistencia a la compresión de los especímenes de concreto	ASTM C-39
Resistencia a flexión	Determinar la resistencia a la flexión usando carga en los tercios	ASTM C-78
Resistencia a flexión	Determinar la resistencia a la flexión usando carga en el punto central	ASTM C-293
Contenido de aire	Determinar el contenido de aire y los parámetros del sistema vacíos-aire del concreto endurecido	ASTM C-457
Resistencia a tensión	Determinar la resistencia a la tensión	ASTM C-496
Densidad relativa, peso específico, absorción y vacíos	Determinar la densidad relativa, el peso específico, el porcentaje de absorción y el contenido vacíos en el concreto endurecido	ASTM C-642

Fuente: ASTM (2003).

Tabla 6
Ensayos no destructivos para concreto en estado endurecido.

Ensayo	Importancia	Norma
Pruebas dinámicas o de vibración	Determinar la frecuencia resonante de un espécimen y registrar el tiempo de recorrido de pulsos cortos de vibración	ASTM C-597
Método de penetración	Medir la dureza para determinar la resistencia relativa del concreto	ASTM C-803
Método del esclerómetro	Medir la dureza de la superficie para revisar la uniformidad del concreto	ASTM C-805
Pruebas de arranque	Medir la resistencia directa al cortante en el concreto	ASTM C-900
Radiación gamma	Determinar la densidad del concreto sin endurecer y endurecido	ASTM C-1040

Fuente: ASTM (2003).

2.2.9. Vidrio

A. Los tipos del Vidrio:

Catalan (2019), en su investigación especifica varias clases de vidrio.

➤ Vidrio sodocálcico:

Este material es el más empleado y aplicado para la creación de las: botellas, ampollas, cristalería, vidrios laminados y ventanas. Este es un tipo que se le conoce por su mínima reactividad, conllevando a una perfecta creación de contenedores. Tiene vulnerabilidad al choque térmico.

➤ Vidrio de borosilicato:

Dicho vidrio está compuesto por óxido bórico, siendo uno de sus componentes primordiales. Se le reconoce por su resistencia a los ataques químicos, choques térmicos y durabilidad. Siendo empleado para la fabricación de utensilios de cocina, aparatos de laboratorios y equipos industriales.

➤ Vidrio al plomo:

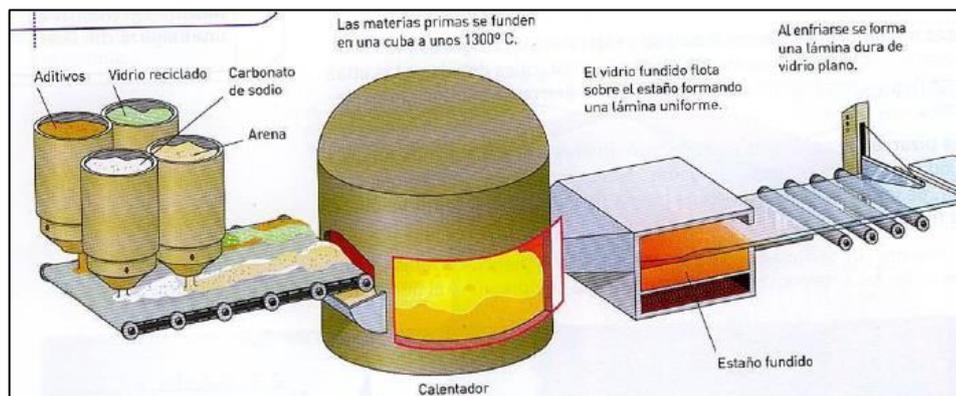
Asimismo, reconocido como el cristal de plomo, para esta clase de vidrio se llega a combinar el óxido de plomo con el de potasio, las cuales se identifican con el nombre de elementos pesados con fines de protección ante toda radiación expuesta.

Estos son ciertos de los tipos de vidrio que se elaboran en todo el mundo, así como hay muchos tipos de vidrios menos comunes y también hay con aplicaciones más especializadas.

B. Fabricación De Vidrio:

Para Catalan (2019) para este proceso de fabricación es necesario varias materias primas en especial la arena de silíce y óxidos metálicos, secundados de llevarlos a moler en partículas finas seguidos de dosificarlas y mezcladas; una vez que todas las materias son reunidas estas deben ser llevadas a un horno para ser fundidos hasta que se alcance las temperaturas desde 1500 °C hasta 1600 °C en la que el vidrio llega a ser bañado en estaño, luego se ingresa el vidrio a templarlo y finalmente es cortado y almacenado.

Cada plancha de vidrio debe ser elaborado y almacenado según normas técnicas.



Fuente: **IMCYC** (2006).

Figura 5: *Diagrama del proceso de fabricación del vidrio.*

C. Reciclaje Y Reutilización De Vidrio:

Según Tatiana (2017), el reciclamiento es aquel proceso de recolección y procesamiento de productos que van a ser botados y que se pueden convertir en nuevos bienes, los productos se envían a instalaciones ahí siendo clasificados, limpiados y procesados, para que estos materiales puedan ser utilizados. La reutilización se fundamenta en volver a usar dicho material en su mismo estado, sin que haya procesamiento. Desde el punto de vista energético la reutilización es muy beneficiosa llegando a ahorrar mucha suma de energía, ya que no se hace nuevo proceso.

El vidrio es totalmente reutilizable en su 100% reciclable dando a entender que puede procesarse, sin que se desperdicie dichas propiedades de los materiales. Este depende de la clasificación los recipientes del vidrio son totalmente reutilizables y reciclables. Los envases retornables el envasador los junta, limpia y llena otra vez de 20 a 30 veces.

Para esta situación sobre las botellas de vidrio que sea retornable y tengan desperfectos impidiendo su uso comercial, estos son enviados a ser reutilizados como materias primas con la finalidad de crear envases nuevos de vidrio.

Conforme a Catalan (2019), para el reciclado hay ventajas como es el ahorro de energía que procede de la temperatura de fundido menores para el vidrio, y la extracción de la materia prima; el ahorro cerca de 1200kg de materias primas por tonelada del vidrio usado.

2.2.10. Diseño De Mezcla por el método del ACI:

Este tipo es consecuente a proporciones preliminares basándose en secuencias lógicas de procedimientos que llegan a tomar características de los materiales empleados y del producto que se buscan obtener.

a. Elección del asentamiento de la mezcla:

Se detalla minuciosamente el asentamiento máximo y mínimo, así como el asentamiento dependiendo lo que requiera la obra. Para determinar el asentamiento se emplea la siguiente tabla:

Tabla 7:

Asentamiento recomendado para los diferentes tipos de obras

Types of construction	Slump (in.)	
	Maximum *	Minimum
Reinforced foundation walls and footings	3	1
Plain footings, caissons, and substructure walls	3	1
Beams and reinforced walls	4	1
Building columns	4	1
Pavements and slabs	3	1
Mass concrete	2	1

Fuente: Microstructure, properties, and materials.

A. Elección del tamaño máximo de los agregados:

Establecido por el profesional encargado del diseño del cálculo estructural, que llega a considerar el espaciado del refuerzo y la disponibilidad de los elementos construidos.

B. Estimación contenida del agua y contenido del aire atrapado:

Al seleccionar el asentamiento solicitado y su tamaño máximo de las partículas de los agregados de las partículas se puede evaluar su cantidad de agua necesario para el metro cubico de mezcla, y analizar si se va a tener un concreto con aire incorporado.

Tabla 8:
El contenido del agua para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado.

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	-----

Fuente: Microstructure, properties, and materials.

Como se puede apreciar en la tabla se está mostrando el contenido de aire atrapado y almacenado dentro de una mezcla.

Tabla 9
El contenido de aire y sin aire incorporado dentro del concreto.

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

Fuente: Microstructure, properties, and materials.

C. La Selección sobre la relación agua/cemento:

Para escoger este parámetro se debe revisar los parámetros tanto la durabilidad y la resistencia, así como se tiene que elegir la mínima relación a/c de los dos y así poder usar tablas y finalmente evaluar la relación agua/ cemento inicial.

Tabla 10:

La relación agua/cemento conforme con la Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días para un concreto Portland tipo I.

f'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Microstructure, properties, and materials.

D. El contenido del cemento:

Este se obtiene dividiendo la suma de agua entre la relación agua/cemento, pero sin embargo de solicitar más cantidad de cemento es derivado para una mayor durabilidad entre los valores propios del cemento.

E. La estimación sobre la cantidad de agregado grueso:

Se inicia teniendo en cuenta que el tamaño máximo del agregado grueso y del agregado fino (módulo de fineza) son los componentes más significativos al establecer la relación entre volumen de agregado grueso y volumen de concreto. Se emplea esta tabla y así alcanzar la relación optima entre el volumen unitario del agregado grueso y su volumen total

del concreto. Aquel valor obtenido se multiplica por el peso unitario del agregado grueso y así transformarlo a masa.

Tabla 11:
Volumen unitario del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Microstructure, properties, and materials.

Lo que se obtiene en la tabla se multiplica por el peso unitario del agregado y finalmente obtener el peso del agregado que se va a emplear.

F. Estimación de la cantidad del agregado fino:

Es aquella diferencia de 1m³ de concreto con respecto a la sumatoria de todos los otros elementos. Siendo un volumen total cada ingrediente que es igual al peso dividido entre su densidad total determinando la gravedad específica multiplicada por la densidad del agua.

G. Ajustes por humedad de agregado:

Es evaluada en función con la cantidad de agua que haya en la mezcla, conforme con la humedad que tenga el agregado.

H. Ajustes de la proporción de la mezcla:

Neville (2011) señala que si las cualidades conseguidas de la mezcla no son las óptimas se debe de hacer modificaciones. Si se quiere modificar la consistencia y no la resistencia, se puede modificar la relación agregado/cemento, o el gradado del agregado.

“Si se quiere alterar la resistencia, y no la trabajabilidad, se tiene que alterar la relación a/c pero manteniendo la cantidad de agua de la mezcla constante” ((ACI), 2002). Se obtiene al cambiar la relación agregado/cemento después de la relación a/c.

2.3. Definición de términos

- **ACI:** “Siglas en ingles del Instituto Americano de Concreto” ((ACI), 2002).
- **Asentamiento:** Es la medida sobre la consistencia de un concreto en estado fresco, también se le conoce como revenimiento o SLUMP.
- **ASTM:** “Siglas en inglés de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales” (ASTM, 2003).
- **Carga:** Capacidad de almacenamiento de un camión mezclador (Ortega Garcia, 1983).
- **Cilindro de concreto:** Es la muestra para que se haga el ensayo de la resistencia a la compresión. En este cilindro se vierte la mezcla, siendo un molde de metal que por lo general su altura es el doble que su diámetro.

- **Clinker:** Este es fabricado al ser calcinado la caliza y arcilla a temperatura entre los 1350 y 1450 °C así como es el producto del horno que se muele para elaborar el cemento Portland.
- **Colocado:** Es el trabajo que se vierte un material fluido y plástico en un molde de diseño ((RNE), 2016).
- **Concreto:** Es un material mezclado que consta fundamentalmente en un medio ligante en el cual hay partículas de agregado fino y agregado grueso; en un concreto de un cemento portland el ligante es la mezcla entre el cemento y el agua.
- **Concreto hecho al pie de obra:** Es aquel que es elaborado en la misma ubicación de la obra que se va a ejecutar. Para la elaboración de la mezcla por lo general se emplea la mezcladora o herramientas manuales, cuya dosificación será en volúmenes. Las herramientas Manuales a emplear pueden ser palanas, picos, etc.
- **Consolidación:** Es aquel proceso que concierne a compactar el concreto en estado fresco y que quede amoldado en el encofrado y así poder evitar los vacíos o el aire atrapado.
- **Costo del concreto:** Concierne a aquel gasto económico que significa la fabricación, transporte y la colocación de una cierta cantidad de concreto que se expresa en S/. por m³.
- **Curado:** Es aquella actividad mediante el cual en los primeros días de fraguado se tiene que conseguir mantener su humedad del concreto dentro del rango, con la finalidad de alcanzar la resistencia y durabilidad.
- **Elemento estructural:** Es aquel elemento estructural siendo cada una de las partes que compone una estructura, cumpliendo una función resistente dentro del conjunto.
- **Encofrado:** Es aquel molde diseñado con fines de mantener forma a un el elemento plástico con el fin de obtener la resistencia según la geometría y el material moldeable ((UNI), 1980).

- **Hidratación:** es aquella reacción química entre el cemento hidráulico y el agua.
- **Mezcladores:** Pueden ser estacionarios o camiones mezcladores y que se emplea para poder obtener una mezcla bien homogénea en el tiempo establecido.
- **Mixer:** Es aquel vehículo cuya función es mezclar y transportar el concreto en estado fresco que tiene una tolva rotatoria a velocidad variable de forma ovalada ubicada en la parte posterior del vehículo.
- **Resistencia del concreto:** concierne a aquella capacidad para poder soportar una cierta carga por unidad de área, expresado en términos de esfuerzo, por lo general en kg/cm² y ciertas veces en libras por pulgada cuadrada.
- **Segregación:** Consiste en aquella separación entre los agregados gruesos y el mortero de concreto.
- **Trabajabilidad:** Conocida como manejabilidad, consiste en la facilidad de colocación, compactación y acabado del concreto fresco” ((RNE), 2016).
- **Vaciado:** Es la acción de poner el concreto en estado fresco en los encofrados de las obras y así poder obtener la forma endurecida requerida.
- **Vibrado:** Es la acción de vibrar el concreto fresco con el objetivo de expulsar aquel aire atrapado en el momento del mezclado.
- **Volumen de vaciado:** Consiste en la cantidad de concreto en estado fresco siendo colocado en el encofrado y es expresado en m³.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El vidrio molido influye de manera positiva en el diseño de mezcla para un concreto $F'c=210$ kg/cm² por el método del ACI en Huancayo.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) El diseño de mezcla para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ con 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio molido en reemplazo parcial del peso del cemento por el método del ACI en Huancayo es de forma similar al concreto tradicional.

- b) La aplicación del vidrio molido influye de manera positiva en la resistencia a la compresión para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ por el método del ACI en Huancayo.

- c) La aplicación del vidrio molido influye de manera positiva en el costo de producción por metro cubico para un concreto $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ por el método del ACI en Huancayo.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

variable independiente (x): vidrio molido: El polvo de vidrio molido se basa especialmente en las partículas de una forma alargada y/o placas con un gran intervalo de tamaños. La MS tiene una morfología muy distinta, mostrando partículas redondeadas y con un tamaño más homogéneo que el polvo de vidrio.

variable dependiente (y): $F'c 210\text{kg/cm}^2$

La resistencia a la compresión simple es su característica mecánica primordial del concreto. Se precisa como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, expresándose en términos de esfuerzo, por lo general en kg/cm^2 , MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).

2.5.2. Operacionalización de las variables

Tabla 12:
Operacionalización de variables.

Tipo de variable	Nombre de la variable	Dimensión	indicadores
VARIABLE INDEPENDIENTE	vidrio molido	Cumplimiento	Norma ASTM C 595
		Resistencia	Resistencia de cubo de mortero con vidrio \geq 75% de la resistencia del cubo de mortero sin vidrio molido.
VARIABLE DEPENDIENTE	F'c 210kg/cm ²	Adecuada elaboración de mezcla para conformar las probetas de Concreto con proporciones diferentes de vidrio reciclado para su análisis	Resultados de ensayos a los materiales designado por el laboratorio.
		Laboratorio con ISO 9001	Resultados de ensayos al concreto en estado fresco designado por el laboratorio
		Maquinaria y materiales calibrados	Resultados de ensayo a la compresión designado por el laboratorio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACION

3.1. Método de investigación

“En la presente investigación se ha empleado el método científico, correspondiendo a un procedimiento para descubrir las condiciones con las que se presentan asuntos específicos, es definido por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y porque muestra observación empírica”. (Tamayo y Tamayo, 2003). Es así como en la presente investigación se ha descubierto asuntos específicos con relación a la resistencia del concreto.

3.2. Tipo de investigación

“El tipo de investigación es aplicada, ya que es aquella que emplea el conocimiento de la investigación básica para la generación de conocimiento con su aplicación directa y derivarlos a la realidad enfocado en un problema” (Valderrama Mendoza, 2015).

3.3. Nivel de investigación

Para la presente Investigación el nivel será el exploratorio porque se dosificará y producirá briquetas de concreto, “es necesario manipularlos en máquinas especializadas para determinar la resistencia del mismo, la investigación exploratoria se realiza en la dirección del objetivo donde es examinar un tema de investigación poco estudiado, del cual se tienen dudas o no se ha abordado antes”. (Gonzales Castro, Oseda Gago, Ramirez Rosales, & Gave Chagua, 2011)

3.4. Diseño de la investigación

Un diseño de investigación cae sobre el campo experimental. En esta investigación se empleará este diseño, porque es necesario conseguir

datos bibliográficos e información en los que evidencien los diferentes aspectos de esta investigación y así con estos datos que será viable desarrollar diferentes aplicaciones y actividades como las diferentes cantidades de materiales para la elaboración del concreto, luego de varios experimentos nos accedan a comprobar la resistencia. Para una mejor comprensión se detalla a continuación un modelo del diseño de investigación:

X = Es el vidrio molido.

Y = Es la resistencia a la compresión del concreto.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para Hernandez et al (2006), una población es un universo un mundo de posibles datos que en todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. La población para la cual está orientada la presente investigación, por la cantidad de 24 testigos que se aplicaron la proporción de vidrio molido.

3.5.2. Muestra

La Muestra fue la **no probabilística**, el tipo de muestreo será por conveniencia, según Niño Rojas (2011), considera que el “investigador selecciona con un criterio muy propio la base de su carpeta de datos en las unidades de análisis. Para nuestra investigación será lo mismo que se aplicó en la población de estudio”.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

“Los instrumentos cuantitativos utilizados para obtener los datos de todas las evaluaciones elaboradas para cada diseño, fueron parametrizadas con la normatividad necesaria, donde los instrumentos

como los equipos para calcular las propiedades del concreto en estado endurecido” y también con las pruebas estandarizadas de las normas NTP y ASTM, en la que se encuentra los procedimientos para hacer los ensayos de un concreto en estado endurecido y mostrándolo en tablas de Excel.

- Formato de granulometría.
- Formato asentamiento.
- Formato peso unitario de concreto plástico.
- Formato tiempo de fragua.
- Formato resistencia a compresión.
- Formato resistencia a flexión.

3.7. Procedimiento de recolección de datos

Realizándose unos estudios de datos obtenidos y comprobarlo con lo establecido por las normas peruanas actuales para establecer si cumplen con las mismas y de esa manera validar nuestra hipótesis planteada.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Los resultados finales serán comparados primeramente con las especificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones para determinar la resistencia a la compresión y que tengan un buen comportamiento durante la construcción de las edificaciones, posteriormente los resultados en parámetros ya establecidos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Propiedades físicas de los materiales:

Para determinar las propiedades físicas de los materiales, se requirió los servicios del laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos (INGENIEROS ASOCIADOS CHINEZ S.A.) Aplicándose los ensayos respectivos para obtener la información que se aprecia en las siguientes tablas.

Tabla 13:
Propiedades del agregado grueso

AGREGADO GRUESO	
Tamaño máximo nominal (pulg)	1"
Peso unitario seco compactado (Tn/m ³)	1.65
Contenido de humedad (%)	1.96
Absorción (%)	0.45
Peso específico (Kg/m ³)	2630

Tabla 14:
Propiedades del agregado fino

AGREGADO FINO	
Módulo de fineza	2.80
Contenido de humedad (%)	3.50
Absorción (%)	1.80
Peso específico (Kg/m ³)	2745

Tabla 15:
Propiedades del cemento y agua

CEMENTO PORTLAND Y AGUA POTABLE	
Peso específico del cemento (Kg/m ³)	3150
Peso específico del agua (Kg/m ³)	1000

En las tablas anteriores podemos observar las características físicas del agregado grueso, agregado fino, cemento y agua, el cálculo de los resultados obtenidos vienen adjunto en los anexos de esta investigación.

4.2. Diseño de la mezcla del concreto por el método ACI:

4.2.1. Diseño de la mezcla con 0.00% de vidrio molido:

Al aplicar los conceptos sobre las propiedades físicas presentes en aquellos materiales mencionados anteriormente podemos determinar el diseño de la mezcla del concreto con 0.00% de vidrio molido mediante el método del ACI. Para esto debemos seguir los siguientes pasos:

A. Determinamos el asentamiento o slump de diseño:

El ACI nos recomienda una tabla según el tipo de construcción que se realizara el cual se aprecia en el siguiente cuadro:

SLUMP RECOMENDADO PARA DIVERSOS TIPOS DE CONSTRUCCION		
Tipos de Construcción	Slump (cm)	
	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación de C°A°	8 (3")	2 (1")
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	8 (3")	2 (1")
Vigas y muros de C°A°	10 (4")	2 (1")
Columnas	10 (4")	2 (1")
Pavimentos y losas	8 (3")	2 (1")
Concreto masivo	5 (2")	2 (1")

Tabla 16:

Slump se recomienda para diferentes tipos de construcción

Fuente: ACI (2002).

Para esta investigación asumiremos que el concreto que se va a elaborar será aplicado en columnas, por lo tanto, según la tabla anterior nuestro Slump de diseño será de 1" a 4".

B. Determinamos el agua de mezclado y el contenido de aire:

Conforme al ACI este también nos brinda la tabla para poder determinar el agua de mezclado y el contenido de aire, el cual se muestra a continuación:

REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES REVENIMIENTOS Y TAMAÑOS NOMINALES MAXIMOS								
Agua en Lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos de agregado								
Asentamiento (cm)	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
3 a 5 (1" a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125
8 a 10 (3" a 4")	225	215	200	195	175	170	160	140
15 a 18 (6" a 7")	240	230	210	205	185	180	170	---
aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
3 a 5 (1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120
8 a 10 (3" a 4")	200	190	180	175	160	160	150	135
15 a 18 (6" a 7")	215	205	190	185	170	170	160	---
aire atrapado (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Tabla 17:

Agua de mezclado y contenido de aire

Fuente: ACI (2002).

Para poder determinar el agua de mezclado y contenido de aire debemos aplicar dos datos ya conocidos como el tamaño máximo nominal y Slump del diseño siendo igual a 1" y 1" a 4" respectivamente.

Para esta investigación se diseñará un concreto sin aire incorporado para no modificar las propiedades de nuestra mezcla. Aplicando la tabla y los datos mencionados anteriormente obtenemos el agua de mezclado que es igual a 195Lt/m³ y un aire atrapado igual a 1.50%.

C. Determinamos la relación agua/cemento:

Para determinar la relación agua/cemento debemos seguir los siguientes pasos:

a. Cálculo de la resistencia promedio a la compresión:

En esta investigación no contamos con datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra, por lo tanto, según la recomendación del ACI aplicamos lo que indica en la tabla:

Resistencia específica a la compresión, Mpa	Resistencia promedio requerida a la compresión, Mpa
$f'c < 21 \text{ Mpa}$	$f'cr = f'c + 7.0 \text{ Mpa}$
$21 \leq f'c \leq 35 \text{ Mpa}$	$f'cr = f'c + 8.5 \text{ Mpa}$
$f'c > 35 \text{ Mpa}$	$f'cr = 1.1 f'c + 5.0 \text{ Mpa}$

Tabla 18:

Resistencia promedio sin datos estadísticos

Fuente: ACI (2002).

El concreto que diseñaremos tendrá una resistencia a la compresión igual a $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ por lo cual aplicamos la segunda condición de la tabla anterior obteniendo una resistencia promedio de 294 Kg/cm^2 .

b. Cálculo de la relación agua/cemento:

Para calcular la relación agua/cemento aplicamos la siguiente tabla, la cual es una recomendación del ACI:

Tabla 19
Relación agua/cemento

RELACION AGUA/CEMENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION		
Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
420	0.41	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
280	0.57	0.48
250	0.62	0.53
210	0.68	0.59
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71
140	0.82	0.74

Fuente: ACI (2002).

Para poder determinar la relación agua y cemento, es necesario aplicar la resistencia promedio a la compresión calculado anteriormente la cual se encuentra en rangos de 300Kg/cm² y 280Kg/cm² de la tabla anterior. Para obtener la relación de agua/cemento para una resistencia promedio de 294Kg/cm² se interpolo los datos anteriores obteniendo un valor igual a 0.556.

Por último, se aplica la siguiente ecuación, para así encontrar el peso del cemento:

$$\frac{a}{c} = x \dots (1)$$

Donde:

a: Agua (Lt/m³).

c: Cemento (Kg).

X: Relación agua/cemento.

Reemplazando datos en la ecuación n° 1 y despejando la consonante "C" obtenemos un peso de cemento igual a 350.72Kg.

D. Determinamos el volumen del agregado grueso:

Para hallar su volumen del agregado grueso debemos seguir los siguientes pasos:

a. Cálculo del coeficiente del agregado grueso:

El coeficiente del agregado grueso se determina mediante el módulo de fineza del agregado fino y el tamaño máximo nominal del agregado grueso, para esto debemos aplicar la siguiente tabla:

Tabla 20:

Coeficiente para volumen de agregado grueso

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO				
TAMAÑO NOMINAL MAXIMO DEL AGREGADO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado. Por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI (2002).

Para un tamaño nominal máximo igual a 1" y un módulo de fineza igual a 2.80, el coeficiente del agregado grueso es igual a 0.67

b. Cálculo del volumen del agregado grueso:

Para hallar su volumen del agregado grueso aplicamos la siguiente ecuación:

$$V_{ag} = \frac{Y * PUSC}{\gamma_{ag}} \dots (2)$$

Donde:

V_{ag}: Vol. De agregado grueso (m³).

Y: Coeficiente de agregado grueso.

PUSC: Peso unitario seco compactado (Tn/m³)

γ_{ag}: Peso específico del agregado grueso (Tn/m³).

Reemplazando valores en la ecuación n° 2 obtenemos un volumen del agregado grueso igual a 0.420m³.

E. Determinamos volumen del agregado fino:

Para encontrar el vol. Del agregado fino es su diferencia de unidad menos su cantidad de materiales calculados hasta el momento en m³. A continuación mostramos su peso y volumen de materiales:

Tabla 21:

Cantidad de material sin agregado fino

DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (Lt/m ³)	195.00	0.195
Cemento (Kg/m ³)	350.72	0.111
Aire (%)	-----	0.015
Agregado grueso (Kg/m ³)	1104.60	0.420
Agregado fino (Kg/m ³)	-----	-----
TOTAL	1650.32	0.741

En la tabla anterior podemos observar que el volumen de los materiales calculados hasta el momento es igual a 0.741m³, por lo tanto, el volumen para el agregado fino es igual a 0.259m³ y para transformarlo en cantidad de peso debemos multiplicarlo por su peso específico que es igual a 2745Kg/m³, que nos brinda un producto igual a 710.955Kg.

F. Determinamos la corrección por humedad:

Para hallar su corrección por humedad se realiza para los dos tipos de agregados aplicando la siguiente ecuación:

$$Ch = Pa * \left(1 + \frac{h}{100}\right) \dots (3)$$

Donde:

Ch: Corrección por humedad (Kg).

Pa: Peso del agregado (Kg).

h: Contenido de humedad (%).

Reemplazamos todos los datos en la ecuación n° 3 obtendremos una corrección de agregado fino similar a 735.838Kg y una corrección de agregado grueso igual a 1126.25Kg.

G. Determinamos la corrección por agua libre:

Esta corrección nos ayuda a obtener la cantidad de agua exacta que necesita nuestro diseño de mezcla para lo cual se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$Ca = Pa * \frac{h - Ab}{100} \dots (4)$$

Donde:

Ca: Corrección por agua libre (Lt/m³).

Pa: Peso del agregado (Kg).

h: Contenido de humedad (%).

Ab: Absorción del agregado (%).

Reemplazar los datos en la ecuación N°4 obtenemos una corrección por agua libre para el agregado fino igual a 12.51Lt/m³ y para el agregado grueso igual a 17.01Lt/m³.

H. Determinamos el agua de mezclado neta:

Para determinar el agua de mezclado neta aplicamos la siguiente ecuación:

$$A_n = a \pm AAF \pm AAg \dots (5)$$

Donde:

a: Agua (Lt/m³).

AAF: Agua en el agregado fino (Lt/m³)

AAG: Agua en el agregado grueso (Lt/m³)

Como podemos observar las dos correcciones por agua libre de los agregados nos brindan valores positivos, esto quiere decir que el agua está excediendo por lo tanto debe ser restado y aplicando la ecuación n° 5 obteniendo el valor de agua de mezcla neta igual a 165.48Lt/m³.

I. Proporciones del diseño de mezcla:

Un diseño para 0.00% de vidrio molido queda de la siguiente manera:

Tabla 22:
Mezcla con 0.0% de vidrio molido

DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (Lt/m3)	165.48	0.165
Cemento (Kg/m3)	350.72	0.111
Aire (%)	-----	0.015
Agregado grueso (Kg/m3)	1126.25	0.428
Agregado fino (Kg/m3)	735.838	0.268

La proporción se realiza para la cantidad en peso y está en función del cemento, por lo tanto, debemos dividir cada material entre el peso del cemento obteniendo una proporción de la siguiente manera:

Tabla 23
Proporciones del diseño de mezcla

PROPORCIONES EN PESO			
CEMENTO	AGUA	A. GRUESO	A. FINO
1	0.47	3.21	2.10

4.2.2. Diseño de mezcla con vidrio molido:

Para encontrar el peso del vidrio molido empleado en el diseño de mezcla se aplica la siguiente ecuación:

$$Pv = \frac{Pc * C\%}{100} \dots (6)$$

Donde:

Pv: Peso del vidrio molido (Kg).

Pc: Peso del cemento (Kg).

C: Porcentaje a utilizar (%).

A. Para un concreto con 5% de vidrio molido:

El peso de cemento es igual a 350.72Kg y aplicando la ecuación n° 6 determinamos su diseño de mezcla para un concreto con 5% de vidrio molido, los resultados se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 24
Diseño de mezcla con 5.0% de vidrio molido

DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (Lt/m ³)	165.48	0.165
Cemento (Kg/m ³)	333.18	0.106
Vidrio molido	17.54	0.008
Aire (%)	-----	0.015
Agregado grueso (Kg/m ³)	1126.25	0.428
Agregado fino (Kg/m ³)	735.838	0.268

B. Para un concreto con 10% de vidrio molido:

Aplicando el procedimiento anterior, se calcula su diseño de mezcla para concreto que lleve el 10% del vidrio molido, a continuación, se muestra sus resultados:

Tabla 25:
Mezcla con 10.0% de vidrio molido

DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (Lt/m ³)	165.48	0.165
Cemento (Kg/m ³)	315.65	0.100
Vidrio molido	35.07	0.016
Aire (%)	-----	0.015
Agregado grueso (Kg/m ³)	1126.25	0.428
Agregado fino (Kg/m ³)	735.838	0.268

C. Para concretos con 15% de vidrio molido:

Aplicando el procedimiento anterior, se calcula su diseño de mezcla para concreto que lleve el 15% del vidrio molido, a continuación, se muestra sus resultados:

Tabla 26
Diseño de mezcla con 15.0% de vidrio molido

DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (Lt/m ³)	165.48	0.165
Cemento (Kg/m ³)	298.11	0.095
Vidrio molido	52.61	0.024
Aire (%)	-----	0.015
Agregado grueso (Kg/m ³)	1126.25	0.428
Agregado fino (Kg/m ³)	735.838	0.268

4.3. Las especificaciones normalizadas con el objetivo de desarrollar un control de calidad del concreto:

“Las normas ASTM nos brinda las especificaciones o requisitos mínimos para el control de calidad del concreto los cuales se mencionan a continuación” (ASTM, 2003).

4.3.1. Muestreo del concreto:

La norma ASTM C-172 nos informa la importancia y objetivo que tiene la toma de muestra de un concreto en estado fresco la cual se describe a continuación:

- Como mínimo se debe obtener 3 muestras de concreto fresco en recipientes de metal con un volumen de 30Lt, la obtención de cada muestra debe efectuarse en un tiempo menor a 5 minutos,

posteriormente se deberá proteger para evitar cualquier tipo de alteración por los agentes climatológicos.

- Una vez obtenido las muestras de concreto fresco, se debe iniciar con los ensayos de control de calidad como la temperatura, asentamiento, contenido de aire y densidad en un tiempo máximo de 10 minutos, después para encontrar la resistencia a la compresión se hace la preparación de probetas.

4.3.2. Temperatura del concreto:

De acuerdo a la norma ASTM C-1064, para que se halle el control de calidad debemos comparar la temperatura obtenida del concreto con el criterio de aceptación especificada de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 27:
Criterio de aceptación de la temperatura

DESCRIPCIÓN		CRITERIO DE ACEPTACIÓN			
T° Mínima	Sección mm	< 300	300-900	900- 800	> 1800
	°C	13	10	7	5
Temp. Máxima	32°C				
Clima cálido	T = Más baja posible. Si T = 32°C se puede encontrar dificultades				

Fuente: Norma ASTM C-1064.

En la tabla anterior podemos observar que el rango de la temperatura del concreto para el control de calidad varía desde los 13°C – 32°C. Las temperaturas mayores a la máxima mencionada ocasionarían alteraciones en las propiedades del concreto como aumento en la demanda de agua, aceleración del fraguado y reducción en la resistencia a la compresión.

4.3.3. Asentamiento del concreto:

Según la norma ASTM C-143, para determinar el control de calidad en el asentamiento del concreto, debemos comparar el Slump de diseño con el criterio de aceptación según el siguiente cuadro:

Tabla 28:
Criterio de aceptación del asentamiento

ESPECIFICACIONES		CRITERIO DE ACEPTACIÓN
Asentamiento nominal	2" (50mm) y menos	± 1/2" (15mm)
	2" a 4" (50mm a 100mm)	± 1" (25mm)
	más de 4" (100mm)	± 1 1/2" (40mm)
Asentamiento "máximo" o "no debe exceder"	3" (75mm) o menos	En exceso 0" (0mm)
		En defecto 1 1/2" (40mm)
	más que 3" (75mm)	En exceso 0" (0mm)
		En defecto 2 1/2" (40mm)
El tiempo de conservación en estos rangos (responsabilidad del productor)		30 minutos desde la llegada a obra

Fuente: ASTM (2003).

Si el asentamiento del concreto no se encuentra dentro del rango determinado con la tabla anterior significa que no cuenta con la fluidez para la cual fue diseñada y esto ocasionara problemas en sus propiedades físicas como la trabajabilidad, cohesividad, resistencia, segregación, exudación y durabilidad.

La especificación de "asentamiento máximo" se aplica cuando se deja y admite la adición de agua para la obra, teniendo en cuenta que la

adición no pueda incrementar su relación agua/ cemento que supere el máximo permisible.

La especificación de "asentamiento nominal" se emplea cuando las especificaciones de un proyecto para el descenso de cono no son indicadas como una exigencia "máximo o no exceder".

4.3.4. Contenido de aire del concreto:

A través de la norma ASTM C-173, para indicar su control de calidad debemos comparar el contenido de aire obtenida del concreto con el criterio de aceptación especificada en la siguiente tabla:

Tabla 29:
Criterio de aceptación de contenido de aire

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	CONTENIDO DE AIRE (%)
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
4"	0.20

Fuente: ASTM (2003).

Normalmente el contenido de aire ocupa desde 1% - 3% del volumen de la mezcla, si dichas burbujas persisten dentro del concreto

ocupando un porcentaje alto de su volumen, se va a conseguir un concreto con resistencia a la compresión y una durabilidad muy baja.

4.3.5. Peso específico del concreto:

A través de la norma ASTM C-173, aquel concreto que usualmente empleamos en edificaciones, pavimentos y diferentes estructuras tiene un peso específico para 1m^3 , estando entre de $2200\text{Kg}/\text{m}^3$ hasta $2400\text{Kg}/\text{m}^3$, considerando el peso específico para el concreto en estado fresco es menor o mayor al criterio de aceptación mencionado anteriormente, indicaría un cambio en sus requisitos de desempeño.

4.3.6. Ensayo de resistencia a la compresión:

La norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que se deben realizar resistencias a la compresión a las edades de 7 y 28 días, especificando que a la edad de 28 días la resistencia del concreto deberá ser mayor o igual al 100% de su $F'c$ de diseño; pero no especifica una resistencia mínima a la edad de 7 días, por lo tanto, en esta investigación se aplicará el 75% de su $F'c$ de diseño como resistencia mínima la cual es igual a $157.50\text{Kg}/\text{cm}^2$.

4.3.7. Ensayo de impermeabilidad:

Para que el concreto sea impermeable este no debe ser poroso o solo puede contener espacios vacíos en cantidad mínima, por este motivo vamos a analizar su influencia del vidrio molido en la impermeabilidad por medio de la reducción de poros, efectuándose los siguientes pasos:

- Medir el peso de las muestras de concreto.
- Sumergir la muestra en un contenedor de agua y dejarla saturar por un mínimo de 24 horas.
- Medir el peso de la muestra sumergida en el agua.

- Retirar la muestra del contenedor y secarla superficialmente con papel periódico o telas.
- Medir el peso de la muestra superficialmente seca.
- El porcentaje de porosidad se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$Pp = \frac{P_{sss} - P_s}{P_{sss} - P_m} * 100 \dots (7)$$

Donde:

Pp : Porosidad de la muestra (%).

P_{sss} : Peso superficialmente seco (Kg).

P_s : Peso seco de la muestra (Kg).

P_m : Peso de la muestra sumergida (Kg).

4.4. Elaboración y control de calidad del concreto diseñado:

El concreto fue elaborado en una mezcladora tipo trompo de 6p3 según la regla del ACI, para esto se ha aplicado cantidades en peso de los materiales determinados anteriormente, mostrándose de manera resumida en el siguiente cuadro:

Tabla 30:

Cantidades en peso del concreto diseñado

DESCRIPCION	Con 0% de vidrio molido	Con 5% de vidrio molido	Con 10% de vidrio molido	Con 15% de vidrio molido
Agua (Lt/m ³)	165.48	165.48	165.48	165.48
Cemento (Kg/m ³)	350.72	333.18	315.65	298.11
Vidrio molido	-----	17.54	35.07	52.61
Aire (%)	-----	-----	-----	-----
Agregado grueso (Kg/m ³)	1126.25	1126.25	1126.25	1126.25
Agregado fino (Kg/m ³)	735.838	735.838	735.838	735.838

Tabla 31:
Cantidades en volumen del concreto diseñado

DESCRIPCION	Con 0% de vidrio molido	Con 5% de vidrio molido	Con 10% de vidrio molido	Con 15% de vidrio molido
Agua (Lt/m ³)	0.165	0.165	0.165	0.165
Cemento (Kg/m ³)	0.111	0.106	0.100	0.095
Vidrio molido	-----	0.008	0.016	0.024
Aire (%)	0.015	0.015	0.015	0.015
Agregado grueso (Kg/m ³)	0.428	0.428	0.428	0.428
Agregado fino (Kg/m ³)	0.268	0.268	0.268	0.268

Los agregados fueron mezclados en un tercio de agua, posteriormente se agregó el cemento y el agua restante con el vidrio molido en sus cantidades correspondientes. Finalmente se mezcló por un tiempo de 3 minutos antes de iniciar a tomar las muestras.

4.4.1. Control de calidad de concreto con 0% de vidrio molido:

A. Temperatura del concreto:

La temperatura de aquel concreto que se halla en un estado fresco obtenidas en las muestras, lo podemos observar en el siguiente cuadro:

Tabla 32:
Temperatura del concreto con 0% de vidrio molido

DESCRIPCION	TEMPERATURA OBTENIDA (°C)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (°C)
MUESTRA 01	21.40	13 - 32
MUESTRA 02	20.30	13 - 32
MUESTRA 03	18.80	13 - 32
MUESTRA 04	24.50	13 - 32
MUESTRA 05	22.40	13 - 32
MUESTRA 06	20.80	13 - 32

Como podemos observar en el cuadro anterior, su temperatura del concreto de las seis muestras tomadas se encuentra dentro del rango del criterio de aceptación.

B. Asentamiento del concreto:

Nuestro concreto ha sido diseñado para un Slump máximo de 4" para obtener un comportamiento plástico, por lo tanto, se aplica la especificación de asentamiento nominal otorgándonos un criterio de aceptación de ± 1 ".

En el siguiente cuadro se muestra el asentamiento del concreto con el 0% de vidrio molido:

Tabla 33
Asentamiento del concreto con 0% de vidrio molido

DESCRIPCION	ASENTAMIENTO OBTENIDO (Pulg)	ASENTAMIENTO TOLERABLE (Pulg)
MUESTRA 01	3.45	2 - 4
MUESTRA 02	3.15	2 - 4
MUESTRA 03	3.19	2 - 4
MUESTRA 04	3.21	2 - 4
MUESTRA 05	3.32	2 - 4
MUESTRA 06	3.24	2 - 4

Como se puede observar en la tabla anterior, el asentamiento obtenido se encuentra dentro del rango del criterio de aceptación por lo tanto el concreto no presentara problemas en sus propiedades físicas.

C. Contenido de aire del concreto:

Nuestro diseño de mezcla se ha realizado para un concreto que no tenga aire incorporado, es así que aplicamos el criterio de la aceptación

entre 1% - 3%, en el siguiente cuadro se muestra la obtención de resultados:

Tabla 34:

Contenido de aire del concreto con 0% de vidrio molido

DESCRIPCION	AIRE OBTENIDO (%)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (%)
MUESTRA 01	1.21	1.00 – 3.00
MUESTRA 02	1.32	1.00 – 3.00
MUESTRA 03	1.52	1.00 – 3.00
MUESTRA 04	1.45	1.00 – 3.00
MUESTRA 05	1.65	1.00 – 3.00
MUESTRA 06	1.27	1.00 – 3.00

En el cuadro anterior podemos observar el contenido de aire obtenido de las muestras se halla dentro de un rango de aceptación, así que, la durabilidad y resistencia no se verán afectadas.

D. Densidad del concreto:

En el siguiente cuadro se puede observar su densidad del concreto de las seis muestras obtenidas:

Tabla 35:

Densidad del concreto con 0% de vidrio molido

DESCRIPCION	PESO UNITARIO OBTENIDO (Kg/m3)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (Kg/m3)
MUESTRA 01	2238.00	2200 - 2400
MUESTRA 02	2235.00	2200 - 2400
MUESTRA 03	2233.00	2200 - 2400
MUESTRA 04	2242.00	2200 - 2400
MUESTRA 05	2229.00	2200 - 2400
MUESTRA 06	2247.00	2200 - 2400

Como podemos observar, el peso unitario o densidad del concreto se encuentran dentro del rango del criterio de aceptación, por lo tanto, se descarta los cambios en sus requisitos de desempeño.

E. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días:

Esta resistencia a la compresión ha sido diseñada para un concreto de 210kg/cm², así como se ha mencionado anteriormente, su resistencia a los 7 días debe ser igual al 75% que el diseño. por lo tanto, su resistencia mínima hasta los 7 días debe ser igual a 157.50Kg/cm².

De las 6 muestras tomadas, las 3 primeras muestras se han sometido al ensayo de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días dichos resultados se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 36:

Resistencia a los 7 días del concreto con 0% de vidrio molido

DESCRIPCION	LA RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm²)	LA RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm²)
MUESTRA 01	165.20	157.50
MUESTRA 02	166.20	157.50
MUESTRA 03	168.50	157.50

Como podemos observar, las tres muestras presentan una resistencia mayor a la mínima, por lo tanto, podemos deducir que el diseño de mezcla se ejecutó correctamente.

F. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días:

Luego las 3 muestras restantes del concreto han sido sometidas y aplicadas al ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 37:

Resistencia a los 28 días del concreto con 0% de vidrio molido

DESCRIPCION	LA RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	LA RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm ²)
MUESTRA 01	217.30	210.00
MUESTRA 02	220.70	210.00
MUESTRA 03	218.60	210.00

Como se puede apreciar las 3 muestras del cuadro anterior la Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días supera $f'c$ 210kg/cm².

G. Comprobación de impermeabilidad:

Siguiendo los pasos descritos en el ítem 4.3.7 y aplicando la ecuación n° 7 se determinó la impermeabilidad del concreto con 0% de vidrio molido a través del porcentaje de porosidad para las probetas ensayadas a los 7 y 28 días, en las siguientes tablas se puede apreciar el resumen de resultados:

Tabla 38:

Impermeabilidad del concreto a 7 días con 0% de vidrio molido

N° DEL ENSAYO	VIDRIO MOLIDO 0.00%
1	2.85
2	2.69
3	2.74
Promedio	2.76

Tabla 39
Impermeabilidad del concreto a los 28 días con 0% de vidrio molido.

N° DE ENSAYO	VIDRIO MOLIDO 0.00%
1	3.10
2	3.21
3	3.15
Promedio	3.15

Como se puede apreciar en los cuadros anteriores la porosidad del concreto en el diseño de mezcla sin vidrio molido va aumentando con el transcurso de los días, lo cual ocasiona que la impermeabilidad del concreto disminuya.

H. Costo por 1m³ del concreto diseñado:

Se ha procedido a elaborar su análisis del costo unitario para 1m³ de concreto diseñado con 0.00% de vidrio molido, cabe mencionar que se utilizaron datos reales de los precios por la mano de obra, los materiales y equipos, en el cuadro se muestra el resumen:

Tabla 40:
Costo unitario del concreto con 0% de vidrio molido.

CONCRETO f'c=210 kg/cm2 CON 0.00% DE VIDRIO MOLIDO							
m3/DIA	25	EQ.	25	Costo unitario directo por: m3			273.64
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO			hh	1	0.32	23.44	7.5
OFICIAL			hh	2	0.64	18.53	11.86
PEON			hh	8	2.56	16.75	42.88
Materiales							
AGUA			m3		0.165	5	0.83
AGREGADO GRUESO			m3		0.428	55	23.54
AGREGADO FINO			m3		0.268	70	18.76
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol		8.25	19.2	158.4
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3	62.24	1.87
MEZCLADORA DE TROMPO			hm	1.25	0.4	20	8

Se puede apreciar en el cuadro anterior, que el precio por 1m3 del concreto con 0.00% de vidrio molido es igual a S/. 273.64.

4.4.2. Control de calidad de concreto con 5% de vidrio molido:

A. Temperatura del concreto:

La temperatura de aquel concreto que se halla en un estado fresco obtenidas en las muestras, lo podemos observar en el siguiente cuadro:

Tabla 41
Temperatura del concreto con 5% de vidrio molido.

DESCRIPCION	TEMPERATURA OBTENIDA (°C)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (°C)
MUESTRA 01	20.40	13 - 32
MUESTRA 02	19.50	13 - 32
MUESTRA 03	18.30	13 - 32
MUESTRA 04	22.50	13 - 32
MUESTRA 05	21.20	13 - 32
MUESTRA 06	19.10	13 - 32

Como podemos observar en el cuadro anterior, su temperatura del concreto de las seis muestras tomadas se encuentra dentro del rango del criterio de aceptación.

B. Asentamiento del concreto:

Nuestro concreto ha sido diseñado para un Slump máximo de 4" para obtener un comportamiento plástico, por lo tanto, se aplica la especificación de asentamiento nominal otorgándonos un criterio de aceptación de ± 1 ".

En el siguiente cuadro se muestra el asentamiento del concreto con el 5% de vidrio molido:

Tabla 42:
Asentamiento del concreto con 5% del vidrio molido

DESCRIPCION	ASENTAMIENTO OBTENIDO (Pulg)	ASENTAMIENTO TOLERABLE (Pulg)
MUESTRA 01	3.25	2 - 4
MUESTRA 02	3.05	2 - 4
MUESTRA 03	3.10	2 - 4
MUESTRA 04	3.15	2 - 4
MUESTRA 05	3.42	2 - 4
MUESTRA 06	3.29	2 - 4

Como se puede observar en la tabla anterior, el asentamiento obtenido se encuentra dentro del rango del criterio de aceptación por lo tanto el concreto no presentara problemas en sus propiedades físicas.

C. Contenido de aire del concreto:

Nuestro diseño de mezcla se ha realizado para un concreto que no tenga aire incorporado es así que aplicamos el criterio de la aceptación entre 1% - 3%, en el siguiente cuadro se muestra los resultados:

Tabla 43:

Contenido de aire del concreto con 5% de vidrio molido

DESCRIPCION	AIRE OBTENIDO (%)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (%)
MUESTRA 01	1.11	1.00 – 3.00
MUESTRA 02	1.22	1.00 – 3.00
MUESTRA 03	1.42	1.00 – 3.00
MUESTRA 04	1.35	1.00 – 3.00
MUESTRA 05	1.45	1.00 – 3.00
MUESTRA 06	1.17	1.00 – 3.00

En el cuadro anterior podemos observar el contenido de aire obtenido de las muestras se halla dentro del rango de aceptación, por lo tanto, la durabilidad y resistencia no se verán afectadas.

D. Densidad y peso del concreto:

En el siguiente cuadro se puede observar su densidad del concreto de las seis muestras obtenidas:

Tabla 44:
Densidad del concreto con 5% de vidrio molido.

DESCRIPCION	PESO UNITARIO OBTENIDO (Kg/m ³)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (Kg/m ³)
MUESTRA 01	2248.00	2200 - 2400
MUESTRA 02	2238.00	2200 - 2400
MUESTRA 03	2252.00	2200 - 2400
MUESTRA 04	2243.00	2200 - 2400
MUESTRA 05	2230.00	2200 - 2400
MUESTRA 06	2229.00	2200 - 2400

Como podemos observar, el peso unitario o densidad del concreto se encuentran dentro del rango del criterio de aceptación, por lo tanto, se descarta los cambios en sus requisitos de desempeño.

E. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días:

Esta resistencia a la compresión ha sido diseñada para un concreto de 210kg/cm², así como se ha mencionado anteriormente, su resistencia a los 7 días debe ser igual al 75% que el diseño. por lo tanto, su resistencia mínima hasta los 7 días debe ser igual a 157.50Kg/cm².

De las 6 muestras tomadas, las 3 primeras muestras se han sometido al ensayo de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días dichos resultados se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 45:
Resistencia a los 7 días del concreto con 5% de vidrio molido.

DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm ²)
MUESTRA 01	168.15	157.50
MUESTRA 02	167.30	157.50
MUESTRA 03	170.30	157.50

Como podemos observar, las tres muestras presentan una resistencia mayor a la mínima, por lo tanto, podemos deducir que el diseño de mezcla se ejecutó correctamente.

F. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días:

Luego las 3 muestras restantes del concreto han sido sometidas y aplicadas al ensayo de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 46:

La resistencia a los 28 días del concreto con 5% de vidrio molido

DESCRIPCION	LA RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm ²)
MUESTRA 01	220.50	210.00
MUESTRA 02	222.80	210.00
MUESTRA 03	221.70	210.00

Como se puede apreciar las 3 muestras del cuadro anterior la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días supera $f'c$ 210kg/cm².

G. Comprobación de impermeabilidad:

Siguiendo los pasos descritos en el ítem 4.3.7 y aplicando la ecuación n° 7 se determinó la impermeabilidad del concreto con 5% de vidrio molido a través del porcentaje de porosidad para las probetas ensayadas a los 7 y 28 días, en las siguientes tablas se puede apreciar el resumen de resultados:

Tabla 47
Impermeabilidad del concreto a los 7 días con 5% de vidrio molido

N° DE ENSAYO	VIDRIO MOLIDO 5.00%
1	2.63
2	2.42
3	2.56
Promedio	2.54

Tabla 48:
Impermeabilidad del concreto a los 28 días con 5% de vidrio molido

N° DE ENSAYO	VIDRIO MOLIDO 5.00%
1	2.95
2	3.06
3	3.00
Promedio	3.00

Como se puede visualizar en las tablas anteriores la porosidad del concreto en el diseño de mezcla con la adición del 5% de vidrio molido disminuye a comparación del diseño de mezcla con 0% de vidrio molido por lo que se demuestra que su impermeabilidad aumenta.

H. Costo por 1m³ del concreto diseñado:

Se ha procedido a elaborar su análisis del costo unitario para 1m³ de concreto diseñado con 5.00% de vidrio molido, cabe mencionar que se utilizaron datos reales de los precios por la mano de obra, los materiales y equipos, en el cuadro se muestra el resumen:

Tabla 49:

Costo unitario del concreto con 5% de vidrio molido

CONCRETO f'c=210 kg/cm2 CON 5.00% DE VIDRIO MOLIDO							
m3/DIA	25	EQ.	25	Costo unitario directo por: m3			270.16
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO			hh	1	0.32	23.44	7.5
OFICIAL			hh	2	0.64	18.53	11.86
PEON			hh	8	2.56	16.75	42.88
Materiales							
AGUA			m3		0.165	5	0.83
AGREGADO GRUESO			m3		0.428	55	23.54
AGREGADO FINO			m3		0.268	70	18.76
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol		7.84	19.2	150.53
VIDRIO MOLIDO			kg		17.54	0.25	4.39
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3	62.24	1.87
MEZCLADORA DE TROMPO			hm	1.25	0.4	20	8

Se puede apreciar en el cuadro anterior, que el precio por 1m3 del concreto con 5.00% de vidrio molido es igual a S/. 270.16.

4.4.3. Control de calidad de concreto con 10% de vidrio molido:

A. Temperatura del concreto:

La temperatura de aquel concreto que se halla en un estado fresco obtenidas en las muestras, lo podemos observar en el siguiente cuadro:

Tabla 50

Temperatura del concreto con 10% de vidrio molido

DESCRIPCION	TEMPERATURA OBTENIDA (°C)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (°C)
MUESTRA 01	19.52	13 - 32
MUESTRA 02	18.15	13 - 32
MUESTRA 03	17.42	13 - 32
MUESTRA 04	19.63	13 - 32
MUESTRA 05	14.65	13 - 32
MUESTRA 06	19.10	13 - 32

Como podemos observar en el cuadro anterior, su temperatura del concreto de las seis muestras tomadas se encuentra dentro del rango del criterio de aceptación.

B. Asentamiento del concreto:

Nuestro concreto ha sido diseñado para un Slump máximo de 4" para obtener un comportamiento plástico, por lo tanto, se aplica la especificación de asentamiento nominal otorgándonos un criterio de aceptación de ± 1 ".

Los resultados del asentamiento para el concreto con 10% de vidrio molido se muestran a continuación:

Tabla 51:

Asentamiento del concreto con 10% de vidrio molido

DESCRIPCION	ASENTAMIENTO OBTENIDO (Pulg)	ASENTAMIENTO TOLERABLE (Pulg)
MUESTRA 01	3.00	2 - 4
MUESTRA 02	3.05	2 - 4
MUESTRA 03	3.15	2 - 4
MUESTRA 04	3.10	2 - 4
MUESTRA 05	3.05	2 - 4
MUESTRA 06	3.00	2 - 4

Como se puede observar en la tabla anterior, el asentamiento obtenido se encuentra dentro del rango del criterio de aceptación por lo tanto el concreto no presentara problemas en sus propiedades físicas.

C. Contenido de aire del concreto:

Nuestro diseño de mezcla se ha realizado para un concreto que no tenga aire incorporado es así que aplicamos el criterio de la aceptación entre 1% - 3%, en el siguiente cuadro se muestra los resultados:

Tabla 52:

Contenido de aire del concreto con 10% de vidrio molido

DESCRIPCION	AIRE OBTENIDO (%)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (%)
MUESTRA 01	1.15	1.00 – 3.00
MUESTRA 02	1.25	1.00 – 3.00
MUESTRA 03	1.32	1.00 – 3.00
MUESTRA 04	1.28	1.00 – 3.00
MUESTRA 05	1.19	1.00 – 3.00
MUESTRA 06	1.24	1.00 – 3.00

En el cuadro anterior podemos observar el contenido de aire obtenido de las muestras se halla dentro del rango de aceptación, por lo tanto, la durabilidad y resistencia no se verán afectadas.

D. Densidad del concreto:

En el siguiente cuadro se puede observar su densidad del concreto de las seis muestras obtenidas:

Tabla 53:
Densidad del concreto con 10% de vidrio molido

DESCRIPCION	PESO UNITARIO OBTENIDO (Kg/m ³)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (Kg/m ³)
MUESTRA 01	2275.00	2200 - 2400
MUESTRA 02	2283.00	2200 - 2400
MUESTRA 03	2267.00	2200 - 2400
MUESTRA 04	2271.00	2200 - 2400
MUESTRA 05	2259.00	2200 - 2400
MUESTRA 06	2260.00	2200 - 2400

Como podemos observar, el peso unitario o densidad del concreto se encuentran dentro del rango del criterio de aceptación, por lo tanto, se descarta los cambios en sus requisitos de desempeño.

E. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días:

Esta resistencia a la compresión ha sido diseñada para un concreto de 210kg/cm², así como se ha mencionado anteriormente, su resistencia a los 7 días debe ser igual al 75% que el diseño. por lo tanto, su resistencia mínima hasta los 7 días debe ser igual a 157.50Kg/cm².

De las 6 muestras tomadas, las 3 primeras muestras se han sometido al ensayo de la Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días dichos resultados se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 54:
Resistencia a los 7 días del concreto con 10% de vidrio molido

DESCRIPCION	LA RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	LA RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm ²)
MUESTRA 01	171.20	157.50
MUESTRA 02	171.50	157.50
MUESTRA 03	175.80	157.50

Como podemos observar, las tres muestras presentan una resistencia mayor a la mínima, por lo tanto, podemos deducir que el diseño de mezcla se ejecutó correctamente.

F. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días:

Luego las 3 muestras restantes del concreto han sido sometidas y aplicadas al ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días, mostrándose en la siguiente tabla:

Tabla 55
resistencia a los 28 días del concreto con 10% de vidrio molido

DESCRIPCION	LA RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	LA RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm ²)
MUESTRA 01	223.70	210.00
MUESTRA 02	227.40	210.00
MUESTRA 03	229.10	210.00

Como se puede visualizar en las tablas anteriores la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días supera $f'c$ 210kg/cm².

G. Comprobación de impermeabilidad:

Siguiendo los pasos descritos en el ítem 4.3.7 y aplicando la ecuación n° 7 se determinó la impermeabilidad del concreto con 10% de vidrio molido a través del porcentaje de porosidad para las probetas ensayadas a los 7 y 28 días, los resultados se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 56:
Impermeabilidad del concreto a los 7 días con 10% de vidrio molido

N° DE ENSAYO	VIDRIO MOLIDO 10.0%
1	2.42
2	2.35
3	2.41
Promedio	2.39

Tabla 57:
Impermeabilidad del concreto a los 28 días con 10% de vidrio molido

N° DE ENSAYO	VIDRIO MOLIDO 10.0%
1	2.75
2	2.84
3	2.78
Promedio	2.79

Como se puede visualizar en las tablas anteriores la porosidad del concreto en el diseño de mezcla con 10% de vidrio molido disminuye a comparación del diseño de mezcla con 5% de vidrio molido por lo que se demuestra que su impermeabilidad aumenta.

H. Costo por 1m³ del concreto diseñado:

Se ha procedido a elaborar su análisis del costo unitario para 1m³ de concreto diseñado con 10.00% de vidrio molido, cabe mencionar que se utilizaron datos reales de los precios por la mano de obra, los materiales y equipos, en el cuadro se muestra el resumen:

Tabla 58:

Costo unitario del concreto con 10% de vidrio molido

CONCRETO f'c=210 kg/cm2 CON 10.00% DE VIDRIO MOLIDO						
m3/DIA	25	EQ.	25	Costo unitario directo por: m3		266.61
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1	0.32	23.44	7.5
OFICIAL		hh	2	0.64	18.53	11.86
PEON		hh	8	2.56	16.75	42.88
Materiales						
AGUA		m3		0.165	5	0.83
AGREGADO GRUESO		m3		0.428	55	23.54
AGREGADO FINO		m3		0.268	70	18.76
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		7.427	19.2	142.6
VIDRIO MOLIDO		kg		35.07	0.25	8.77
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3	62.24	1.87
MEZCLADORA DE TROMPO		hm	1.25	0.4	20	8

Se puede apreciar en el cuadro anterior, que el precio por 1m3 del concreto con 10.00% de vidrio molido es igual a S/. 266.61.

4.4.4. Control de calidad de concreto con 15% de vidrio molido:

A. Temperatura del concreto:

La temperatura de aquel concreto que se halla en un estado fresco obtenidas en las muestras, lo podemos observar en el siguiente cuadro:

Tabla 59:

Temperatura del concreto con 15% de vidrio molido

DESCRIPCION	TEMPERATURA OBTENIDA (°C)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (°C)
MUESTRA 01	20.55	13 - 32
MUESTRA 02	20.23	13 - 32
MUESTRA 03	19.54	13 - 32
MUESTRA 04	20.54	13 - 32
MUESTRA 05	17.65	13 - 32
MUESTRA 06	18.75	13 - 32

Como podemos observar en el cuadro anterior, su temperatura del concreto de las seis muestras tomadas se encuentra dentro del rango del criterio de aceptación.

B. Asentamiento del concreto:

Nuestro concreto ha sido diseñado para un Slump máximo de 4" para obtener un comportamiento plástico, por lo tanto, se aplica la especificación de asentamiento nominal otorgándonos un criterio de aceptación de ± 1 ".

Los resultados del asentamiento para el concreto con 15% de vidrio molido se muestran a continuación:

Tabla 60:

Asentamiento del concreto con 15% de vidrio molido

DESCRIPCION	ASENTAMIENTO OBTENIDO (Pulg)	ASENTAMIENTO TOLERABLE (Pulg)
MUESTRA 01	2.85	2 - 4
MUESTRA 02	2.73	2 - 4
MUESTRA 03	2.83	2 - 4
MUESTRA 04	2.95	2 - 4
MUESTRA 05	2.87	2 - 4
MUESTRA 06	2.78	2 - 4

Como se puede observar en la tabla anterior, el asentamiento obtenido se encuentra dentro del rango del criterio de aceptación por lo tanto el concreto no presentara problemas en sus propiedades físicas.

C. Contenido de aire del concreto:

Nuestro diseño de mezcla se ha realizado para un concreto que no tenga aire incorporado es así que aplicamos el criterio de la aceptación entre 1% - 3%, en el siguiente cuadro se muestra los resultados:

Tabla 61:

Contenido de aire del concreto con 15% de vidrio molido

DESCRIPCION	AIRE OBTENIDO (%)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (%)
MUESTRA 01	1.25	1.00 – 3.00
MUESTRA 02	1.35	1.00 – 3.00
MUESTRA 03	1.42	1.00 – 3.00
MUESTRA 04	1.38	1.00 – 3.00
MUESTRA 05	1.29	1.00 – 3.00
MUESTRA 06	1.34	1.00 – 3.00

En el cuadro anterior podemos observar el contenido de aire obtenido de las muestras se halla dentro del rango de aceptación, por lo tanto, la durabilidad y resistencia no se verán afectadas.

D. Densidad del concreto:

En el siguiente cuadro se puede observar su densidad del concreto de las seis muestras obtenidas:

Tabla 62:

Densidad del concreto con 15% de vidrio molido

DESCRIPCION	PESO UNITARIO OBTENIDO (Kg/m3)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (Kg/m3)
MUESTRA 01	2291.00	2200 - 2400
MUESTRA 02	2225.00	2200 - 2400
MUESTRA 03	2259.00	2200 - 2400
MUESTRA 04	2289.00	2200 - 2400
MUESTRA 05	2274.00	2200 - 2400
MUESTRA 06	2290.00	2200 - 2400

Como podemos observar, el peso unitario o densidad del concreto se encuentran dentro del rango del criterio de aceptación, por lo tanto, se descarta los cambios en sus requisitos de desempeño.

E. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días:

Esta resistencia a la compresión ha sido diseñada para un concreto de 210kg/cm², así como se ha mencionado anteriormente, su resistencia a los 7 días debe ser igual al 75% que el diseño. por lo tanto, su resistencia mínima hasta los 7 días debe ser igual a 157.50Kg/cm².

De las 6 muestras tomadas, las 3 primeras muestras se han sometido al ensayo de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días dichos resultados se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 63

Resistencia a los 7 días del concreto con 15% de vidrio molido

DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm²)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm²)
MUESTRA 01	176.30	157.50
MUESTRA 02	178.60	157.50
MUESTRA 03	179.10	157.50

Como podemos observar, las tres muestras presentan una resistencia mayor a la mínima, por lo tanto, podemos deducir que el diseño de mezcla se ejecutó correctamente.

F. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días:

Luego las 3 muestras restantes del concreto han sido sometidas y aplicadas al ensayo de Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 64:

Resistencia a los 28 días del concreto con 15% de vidrio molido

DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm ²)
MUESTRA 01	228.20	210.00
MUESTRA 02	231.80	210.00
MUESTRA 03	233.70	210.00

Como se puede apreciar las tres muestras del cuadro anterior la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días supera $f'c$ 210kg/cm².

G. Comprobación de impermeabilidad:

Siguiendo los pasos descritos en el ítem 4.3.7 y aplicando la ecuación n° 7 se determinó la impermeabilidad del concreto con 15% de vidrio molido a través del porcentaje de porosidad para las probetas ensayadas a los 7 y 28 días, los resultados se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 65:

Impermeabilidad del concreto a los 7 días con 15% de vidrio molido

N° DE ENSAYO	VIDRIO MOLIDO 15.0%
1	2.25
2	2.18
3	2.24
Promedio	2.22

Tabla 66
Impermeabilidad del concreto a los 28 días con 15% de vidrio molido

N° DE ENSAYO	VIDRIO MOLIDO 15.0%
1	2.52
2	2.64
3	2.48
Promedio	2.55

Como se puede visualizar en las tablas anteriores la porosidad del concreto en el diseño de la mezcla con 15% de vidrio en polvo disminuye a comparación del diseño de mezcla con el 10% de vidrio molido por lo que se demuestra que su impermeabilidad aumenta.

H. Costo por 1m3 del concreto diseñado:

Se ha procedido a elaborar su análisis del costo unitario para 1m3 de concreto diseñado con 15.00% de vidrio molido, cabe mencionar que se utilizaron datos reales de los precios por la mano de obra, los materiales y equipos, en el cuadro se muestra el resumen:

Tabla 67:

Costo unitario del concreto con 15% de vidrio molido

CONCRETO f'c=210 kg/cm2 CON 15.00% DE VIDRIO MOLIDO							
m3/DIA	25	EQ.	25	Costo unitario directo por: m3			263.06
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO			hh	1	0.32	23.44	7.5
OFICIAL			hh	2	0.64	18.53	11.86
PEON			hh	8	2.56	16.75	42.88
Materiales							
AGUA			m3		0.165	5	0.83
AGREGADO GRUESO			m3		0.428	55	23.54
AGREGADO FINO			m3		0.268	70	18.76
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol		7.014	19.2	134.67
VIDRIO MOLIDO			kg		52.61	0.25	13.15
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3	62.24	1.87
MEZCLADORA DE TROMPO			hm	1.25	0.4	20	8

Se puede apreciar en el cuadro anterior, que el precio por 1m³ del concreto con 15.00% de vidrio molido es igual a S/. 263.00

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Comparación de la resistencia a la compresión de los concretos diseñados:

Para poder determinar la influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión de los concretos diseñados, compararemos los resultados que se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 68:
Comparación de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

N° DE ENSAYO	PROPORCIÓN			
	V. MOLIDO 0.00%	V. MOLIDO 5.00%	V. MOLIDO 10.00%	V. MOLIDO 15.00%
MUESTRA 1	165.20	168.15	171.20	176.30
MUESTRA 2	166.20	167.30	171.50	178.60
MUESTRA 3	168.50	170.30	175.80	179.10
Promedio	166.63	168.58	172.83	178.00

Tabla 69:
Comparación de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

N° DE ENSAYO	PROPORCIÓN			
	V. MOLIDO 0.00%	V. MOLIDO 5.00%	V. MOLIDO 10.00%	V. MOLIDO 15.00%
MUESTRA 1	217.30	220.50	223.70	228.20
MUESTRA 2	220.70	222.80	227.40	231.80
MUESTRA 3	218.60	221.70	229.10	233.70
Promedio	218.87	221.67	226.73	231.23

En las tablas anteriores podemos verificar que la resistencia a la compresión va aumentando conforme aumentamos la proporción de vidrio molido.

5.2. Comparación en la impermeabilidad de los concretos diseñados:

Como mencionamos anteriormente, el concreto debe de tener la menor cantidad de poros para que su impermeabilidad aumente y tendrá un menor desempeño. En el siguiente cuadro se puede apreciar los cuatro promedios de las impermeabilidades del concreto, tanto a los 7 y 28 días:

Tabla 70:
Comparación de la impermeabilidad del concreto a los 7 días

N° DE ENSAYO	PROPORCIÓN			
	V. MOLIDO 0.00%	V. MOLIDO 5.00%	V. MOLIDO 10.00%	V. MOLIDO 15.00%
1	2.85	2.63	2.42	2.25
2	2.69	2.42	2.35	2.18
3	2.74	2.56	2.41	2.24
Promedio	2.76	2.54	2.39	2.22

Tabla 71:
Comparación de la impermeabilidad del concreto a los 28 días

N° DE ENSAYO	PROPORCIÓN			
	V. MOLIDO 0.00%	V. MOLIDO 5.00%	V. MOLIDO 10.00%	V. MOLIDO 15.00%
1	3.10	2.95	2.75	2.52
2	3.21	3.06	2.84	2.64
3	3.15	3.00	2.78	2.48
Promedio	3.15	3.00	2.79	2.55

Como se puede observar en las tablas anteriores, a mayor suma del vidrio molido, la cantidad de poros del concreto llegan a disminuir y por este motivo su impermeabilidad aumentara, mejorando el desempeño del concreto expuesto a la humedad.

5.3. Comparación en los costos unitarios de los concretos diseñados:

Para determinar la influencia del vidrio molido en el presupuesto de un concreto de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, vamos a comparar los análisis de costos unitarios que se realizaron en el capítulo anterior, en la siguiente tabla se observa de forma resumida:

Tabla 72:
Comparación de los costos unitarios del concreto

N° DE ENSAYO	PROPORCIÓN			
	V. MOLIDO 0.00%	V. MOLIDO 5.00%	V. MOLIDO 10.00%	V. MOLIDO 15.00%
C.U	273.64	270.16	266.61	263.06

Como podemos observar, es más económico el concreto que tiene el 15% del vidrio molido a los otros diseños de mezcla por lo que se pudo determinar que este material nos ayudaría en temas de presupuesto.

CONCLUSIONES

1. Se determinó la influencia del vidrio molido en el diseño de mezcla para un concreto $F'c=210$ kg/cm² por el método del ACI en Huancayo de la cual se valida que este material brinda muchos beneficios al concreto utilizado en las obras, debido a que la impermeabilidad y la resistencia a la compresión aumenten conforme a su proporción del vidrio molido utilizado, de igual manera ocasiona que el presupuesto de la obra disminuya debido a la menor cantidad de cemento utilizado.
2. Se determinó la influencia con 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio molido en la capacidad de la resistencia a la compresión para un concreto $F'c=210$ kg/cm² por el método del ACI en Huancayo, de la cual se concluye que, a una mayor proporción de vidrio molido en el diseño de mezcla, la resistencia del concreto aumenta tanto a los 7 y 28 días.
3. Se determinó la influencia con 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio molido en la impermeabilidad para un concreto $F'c=210$ kg/cm² por el método del ACI en Huancayo, de la cual se concluye que, a una mayor proporción de vidrio molido en el diseño de mezcla, la porosidad del concreto llega a disminuir ocasionando un aumento de impermeabilidad mejorando su desempeño cuando este expuesto a la humedad.
4. Se determinó la influencia con 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio molido en el presupuesto para un concreto $F'c=210$ kg/cm² por el método del ACI en Huancayo, de la cual se concluye que, a una mayor proporción de vidrio molido en el diseño de mezcla, los costos unitarios son menores, esto ocasiona que el presupuesto de la obra descienda, favoreciendo a toda la población.

RECOMENDACIONES

1. Propagar la información descrita en esta investigación a las universidades y empresas dedicadas a la construcción para que tengan en cuenta el empleo del vidrio molido en un diseño de mezcla de un concreto ya que se pudo comprobar que brinda mejores beneficios en la resistencia a la compresión, impermeabilidad y presupuesto de la obra.
2. Desarrollar una investigación minuciosa sobre la cantidad máxima que puede soportar el cemento y ser remplazada por el vidrio molido y que esta sea eficaz y a si ser aplicado para la construcción, ya que esta investigación solo se tomó una proporción máxima de 15%.
3. Averiguar y desarrollar los costos de producción y verificar si es viable por empresas concreteras la fabricación del vidrio molido, netamente que sea empleado en el campo de la construcción.
4. Analizar y desarrollar una investigación exploratoria si los tamaños de las partículas del vidrio llegan a intervenir en la capacidad de la resistencia a la compresión del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (ACI), A. C. (2002). *Slab Design ACI318-02*. Michigan: American Concrete Institute – Copyrighted © Material.
- (RNE), R. N. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Oscar Vasquez SAC.
- (UNI), U. N. (1980). *Concreto Armado 1*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- ASTM, A. I. (2003). *Especificaciones normalizadas para el hormigón premezclado ASTM C94/C 94M-03a*.
- Casaprima Cabal, E. (1965). *Técnica y práctica del hormigón armado*. Barcelona: Ediciones CEAC.
- Catalan. (2019). *Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones gradop H15, H20 y H30*. Chile: Universidad Austral de Chile.
- Concreto, I. M. (2006). *Un mundo de soluciones en concreto*. Mexico: IMCYC.
- Elias, R. P. (2006). *Relaciones entre empresas constructoras y los productores de concreto premezclado en la zona metropolitana de la ciudad de México*. Mexico: Universidad Autónoma de México.
- Gonzales Castro, A., Oseda Gago, D., Ramirez Rosales, F., & Gave Chagua, J. (2011). *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?* Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Niño Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: Ediciones de la U - Calle 24 A No. 43-22.
- Ortega Garcia, J. (1983). *Concreto Armado I*. Lima: Impresiones Diversas Molina.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la Investigación Científica*. Mexico: Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores.
- Tatiana Carrasco R. (2017). *El reciclaje de vidrio y su impacto en la conservación del medio ambiente*. ED Digital.

- Valderrama Mendoza, S. (2015). *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigacion Cientifica*. Lima: San Marcos de Anibal Jesus Paredes Galvan.
- Ochoa Tapia, L. M. (2018). Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos.
- Garcia Chambilla, B. F. (2017). Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f' c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Puno.
- Villegas, J. P. V., Mesa, A. M. G., & Pérez, O. F. A. (2019). Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con microesferas de vidrio y residuos de llantas. *Lámpsakos*, (22), 16-26.
- Beltrán Martínez, A. M., & Villalba Zamudio, S. S. Diseño de mezcla para concreto permeable con fibra de vidrio.
- Landeo (2019). Influencia de las propiedades de los agregados en la calidad del concreto premezclado empleado en la construcción de obras civiles en la ciudad de Huancavelica.

ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia

aplicación del vidrio molido en el costo de producción por metro cubico para un concreto F'c= 210 Kg/cm2 por el método del ACI en Huancayo?	del ACI en Huancayo. c) Especificar cómo influye la aplicación del vidrio molido en el costo de producción por metro cubico para un concreto F'c= 210 Kg/cm2 por el método del ACI en Huancayo	molido influye de manera positiva en el costo de producción por metro cubico para un concreto F'c= 210 Kg/cm2 por el método del ACI en Huancayo.				
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

Anexo N° 02: matriz de operacionalización de variables

Tipo de variable	Nombre de la variable	Dimensión	indicadores
VARIABLE INDEPENDIENTE	vidrio molido	Cumplimiento	Norma ASTM C 595
		Resistencia	Resistencia de cubo de mortero con vidrio \geq 75% de la resistencia del cubo de mortero sin vidrio molido.
VARIABLE DEPENDIENTE	F'c 210kg/cm ²	Adecuada elaboración de mezcla para conformar las probetas de Concreto con proporciones diferentes de vidrio reciclado para su análisis	Resultados de ensayos a los materiales designado por el laboratorio.
		Laboratorio con ISO 9001	Resultados de ensayos al concreto en estado fresco designado por el laboratorio
		Maquinaria y materiales calibrados	Resultados de ensayo a la compresión designado por el laboratorio.

Anexo N° 03: panel fotográfico



Figura 6: Muestra de tamizado



Figura 7: Muestra de vidrio molido.



Figura 6: Muestra del horno.

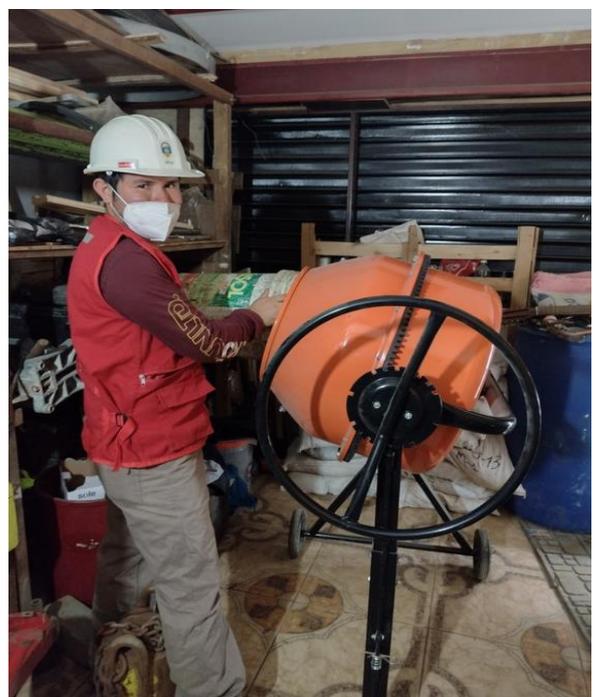


Figura 9: Vaciado de vidrio molido en el trompo.

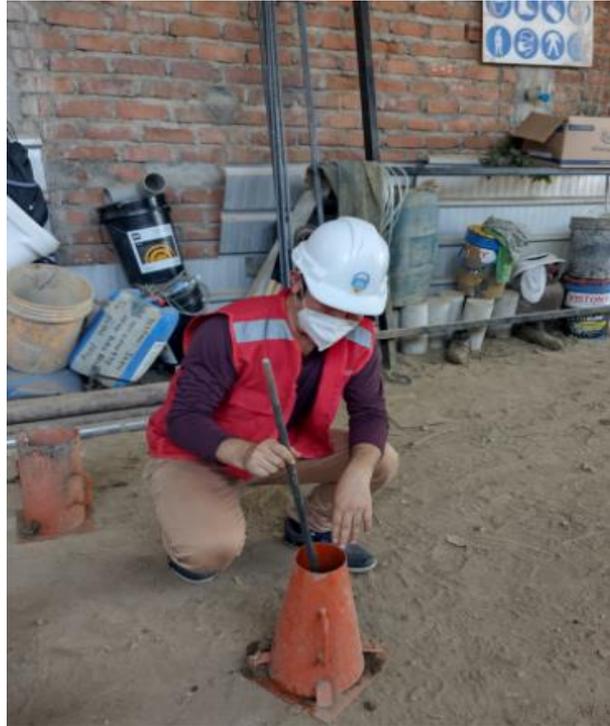


Figura 10: Medición de la consistencia de concreto.

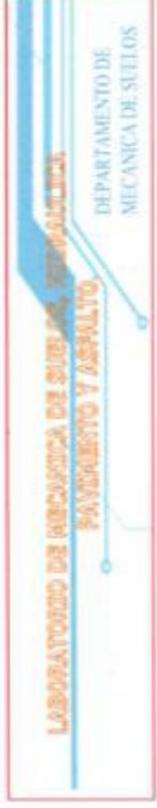


Figura 11: Toma de datos de los testigos.



Figura 12: Equipo para medición de la compresión de las muestras de concreto.

Anexo N° 04: ensayos de laboratorio



Ejecución y supervisión de obras Civiles y Mecánicas; Elaboración de Expedientes Técnicos; Elaboración de Estudios de pre inversión, Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Liquidación de Obras; Diseños Arquitectónicos; Abastecimiento de Materiales de Construcción, Alquiler de Maquinaria Pesada, Alquiler y Venta de Equipos de Construcción, Consultoría, Asesoría en Ingeniería Civil y Mecánica, Servicios en General.

INFORME NRO. 148-2021 INGENIEROS ASOCIADOS CHINEZ S.A.

SOLICITANTE : DARWIN KELVIN LINERAS GUEVARA
REFERENCIA : TESIS PARA OPTAR EL TITULO
NOMBRE DEL PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO FC= 210 KG/CM2 POR EL MÉTODO DEL AGI EN HUANCAYO

AGREGADO GRUESO

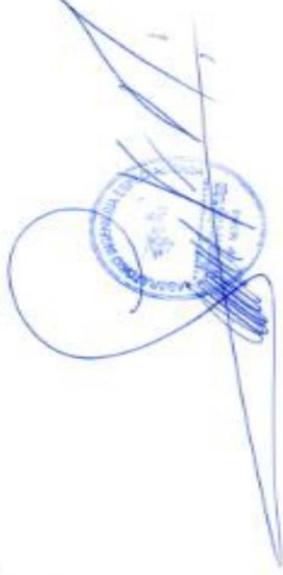
Tamaño máximo nominal (pulg) : 1"
Peso unitario seco compactado (Tn/m³) : 1.65
Contenido de humedad (%) : 1.96
Absorción (%) : 0.45
Peso específico (Kg/m³) : 2630

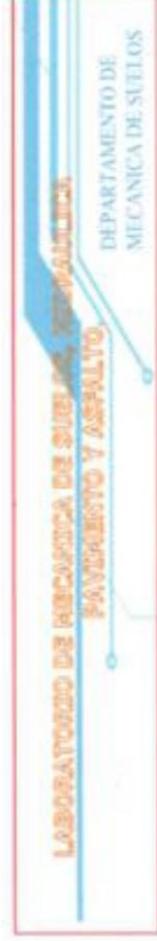
AGREGADO FINO

Modulo de fineza : 2.80
Contenido de humedad (%) : 3.50
Absorción (%) : 1.80
Peso específico (Kg/m³) : 2745

CEMENTO PORTLAND Y AGUA POTABLE

Peso específico del cemento (Kg/m³) : 3150
Peso específico del agua (Kg/m³) : 1000





Ejecución y supervisión de obras Civiles y Mecánicas, Elaboración de Expedientes Técnicos, Elaboración de Estudios de pre Inversión, Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Liquidación de Obras, Diseños Arquitectónicos, Abastecimiento de Materiales de Construcción, Alquiler de Maquinaria Pesada, Alquiler y Venta de Equipos de Construcción, Consultoría, Asesoría en Ingeniería Civil y Mecánica, Servicios en General.

INFORME NRO. 148-2021 INGENIEROS ASOCIADOS CHINEZ S.A.

SOLICITANTE
REFERENCIA
NOMBRE DEL
PROYECTO

: DARWIN KELVIN LINERAS GUEVARA
: TESIS PARA OPTAR EL TITULO
: INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO FC= 210 KG/CM² POR EL MÉTODO DEL ACI EN HUANCAYO

DISEÑO DE MEZCLA CON 0.0% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (L/m ³)	165.48	0.165
Cemento (Kg/m ³)	350.72	0.110
Aire (%)	-----	0.015
Agregado grueso (Kg/m ³)	1126.25	0.428
Agregado fino (Kg/m ³)	735.838	0.268
DISEÑO DE MEZCLA CON 5.0% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (L/m ³)	165.48	0.165
Cemento (Kg/m ³)	333.18	0.106
Vidrio molido	17.54	0.008
Aire (%)	-----	0.015
Agregado grueso (Kg/m ³)	1126.25	0.428
Agregado fino (Kg/m ³)	735.838	0.268
DISEÑO DE MEZCLA CON 10.0% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (L/m ³)	165.48	0.165
Cemento (Kg/m ³)	315.65	0.100
Vidrio molido	35.07	0.016
Aire (%)	-----	0.015
Agregado grueso (Kg/m ³)	1126.25	0.428
Agregado fino (Kg/m ³)	735.838	0.268
DISEÑO DE MEZCLA CON 15.0% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (L/m ³)	165.48	0.165
Cemento (Kg/m ³)	298.11	0.095
Vidrio molido	52.61	0.024
Aire (%)	-----	0.015
Agregado grueso (Kg/m ³)	1126.25	0.428
Agregado fino (Kg/m ³)	735.838	0.268



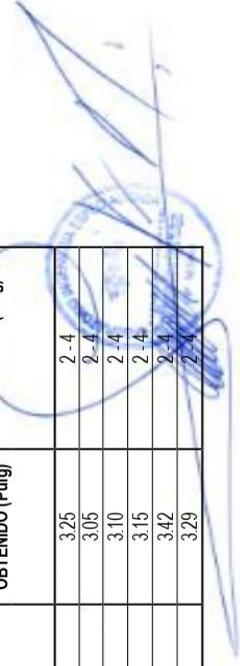


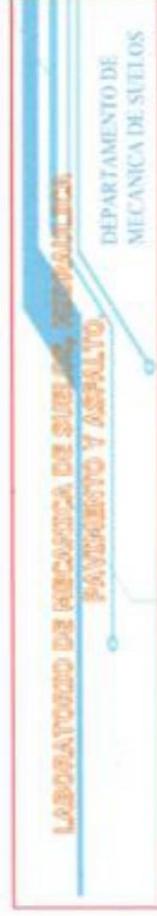
Ejecución y supervisión de obras Cíviles y Mecánicas, Elaboración de Expedientes Técnicos, Elaboración de Estudios de pre Inversión, Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Liquidación de Obras, Diseños Arquitectónicos, Abastecimiento de Materiales de Construcción, Alquiler de Maquinaria Pesada, Alquiler y Venta de Equipos de Construcción, Consultoría, Asesoría en Ingeniería Civil y Mecánica, Servicios en General.

SOLICITANTE : DARWIN KELVIN LINERAS GUEVARA
REFERENCIA : TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
NOMBRE DEL PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO FC= 210 KG/CM2 POR EL METODO DEL ACI EN HUANCAYO



ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON 0% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	ASENTAMIENTO OBTENIDO (Pulgadas)	ASENTAMIENTO TOLERABLE (Pulgadas)
MUESTRA 01	3.45	2-4
MUESTRA 02	3.15	2-4
MUESTRA 03	3.19	2-4
MUESTRA 04	3.21	2-4
MUESTRA 05	3.32	2-4
MUESTRA 06	3.24	2-4
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON 5% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	ASENTAMIENTO OBTENIDO (Pulg)	ASENTAMIENTO TOLERABLE (Pulg)
MUESTRA 01	3.25	2-4
MUESTRA 02	3.05	2-4
MUESTRA 03	3.10	2-4
MUESTRA 04	3.15	2-4
MUESTRA 05	3.42	2-4
MUESTRA 06	3.29	2-4



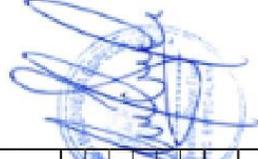


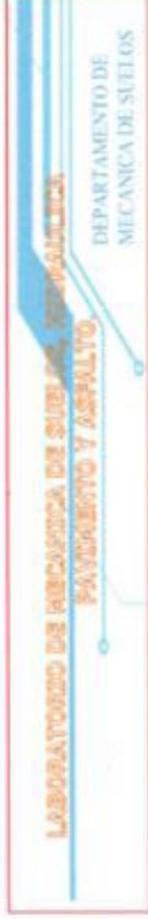
Ejecución y supervisión de obras Civiles y Mecánicas, Elaboración de Expedientes Técnicos, Elaboración de Estudios de pre Inversión, Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Liquidación de Obras, Diseños Arquitectónicos, Abastecimiento de Materiales de Construcción, Alquiler de Maquinaria Pesada, Alquiler y Venta de Equipos de Construcción, Consultoría, Asesoría en Ingeniería Civil y Mecánica, Servicios en General.

SOLICITANTE : DARWIN KELVIN LINERAS GUEVARA
REFERENCIA : TESIS PARA OPTAR EL TITULO
NOMBRE DEL PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO FC= 210 KG/CM2 POR EL METODO DEL ACI EN HUANCAYO



ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON 10% DE VIDRIO MOLIDO	
DESCRIPCION	ASENTAMIENTO OBTENIDO (PULG)
MUESTRA 01	3.00
MUESTRA 02	3.05
MUESTRA 03	3.15
MUESTRA 04	3.10
MUESTRA 05	3.05
MUESTRA 06	3.00
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON 15% DE VIDRIO MOLIDO	
DESCRIPCION	ASENTAMIENTO OBTENIDO (Pulg)
MUESTRA 01	2.85
MUESTRA 02	2.73
MUESTRA 03	2.83
MUESTRA 04	2.95
MUESTRA 05	2.87
MUESTRA 06	2.78



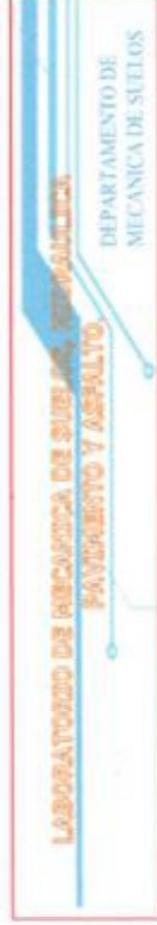


Ejecución y supervisión de obras Civiles y Mecánicas; Elaboración de Expedientes Técnicos; Elaboración de Estudios de pre Inversión; Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental; Liquidación de Obras; Diseños Arquitectónicos; Abastecimiento de Materiales de Construcción; Alquiler de Maquinaria Pesada; Alquiler y Venta de Equipos de Construcción; Consultoría, Asesoría en Ingeniería Civil y Mecánica; Servicios en General.

SOLICITANTE : DARWIN KELVIN LINERAS GUEVARA
REFERENCIA : TESIS PARA OPTAR EL TITULO
NOMBRE DEL PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO FC= 210 KG/CM2 POR EL MÉTODO DEL ACI EN HUANCAYO

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO CON 0% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA OBTENIDA
MUESTRA 01	217.30	210.00
MUESTRA 01	220.70	210.00
MUESTRA 01	218.60	210.00
RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO CON 5% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)
MUESTRA 01	220.50	210.00
MUESTRA 02	222.80	210.00
MUESTRA 03	221.70	210.00
RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO CON 10% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)
MUESTRA 01	223.70	210.00
MUESTRA 02	227.40	210.00
MUESTRA 03	229.10	210.00
RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO CON 15% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)
MUESTRA 01	228.20	210.00
MUESTRA 02	231.80	210.00
MUESTRA 03	233.70	210.00



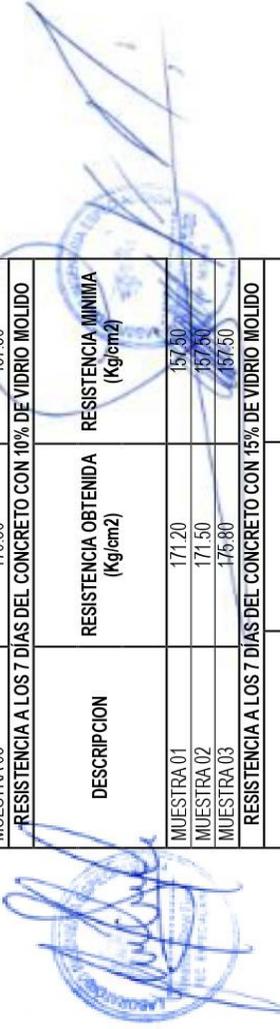


Ejecución y supervisión de obras Cíviles y Mecánicas, Elaboración de Expedientes Técnicos, Elaboración de Estudios de pre Inversión, Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Liquidación de Obras, Diseños Arquitectónicos, Abastecimiento de Materiales de Construcción, Alquiler de Maquinaria Pesada, Alquiler y Venta de Equipos de Construcción, Consultoría, Asesoría en Ingeniería Civil y Mecánica, Servicios en General.

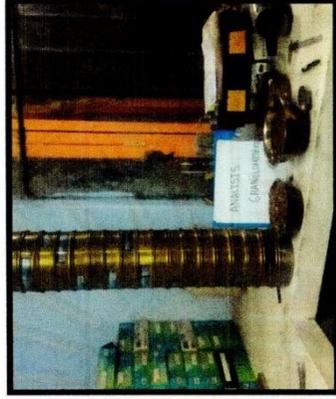
SOLICITANTE : DARWIN KELVIN LINERAS GUEVARA
REFERENCIA : TESIS PARA OPTAR EL TITULO
NOMBRE DEL PROYECTO : INFLUENCIA DEL VIDRIO MOLIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO FC= 210 KG/CM2 POR EL MÉTODO DEL ACI EN HUANCAYO



RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO CON 0% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)
MUESTRA 01	165.20	157.50
MUESTRA 02	166.20	157.50
MUESTRA 03	168.50	157.50
RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO CON 5% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)
MUESTRA 01	168.15	157.50
MUESTRA 02	167.30	157.50
MUESTRA 03	170.30	157.50
RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO CON 10% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)
MUESTRA 01	171.20	157.50
MUESTRA 02	171.50	157.50
MUESTRA 03	175.80	157.50
RESISTENCIA A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO CON 15% DE VIDRIO MOLIDO		
DESCRIPCION	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)
MUESTRA 01	176.30	157.50
MUESTRA 02	178.60	157.50
MUESTRA 03	179.10	157.50



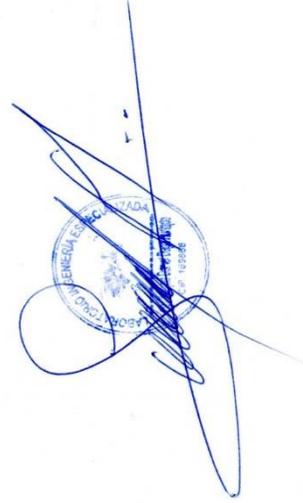
FOTOS



Materiales de laboratorio para el ensayo de análisis granulométrico



Agregado fino y agregado grueso, en proporción para el tamizaje correspondiente





Agregado fino y agregado grueso, para la determinación de contenido de humedad



Agregado fino y agregado grueso, para la determinación de contenido de humedad





Vista de las probetas recién preparadas



Vista de las probetas fracturadas con 0 %, 5 %, 10 %, 15 % de adición de vidrio molido en reemplazo del cemento.