

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia a la compresión con sustitución del agregado fino por
vidrio pulverizado de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Huaraz –
2017**

Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil

Autor

Estrada Miranda, Judith Clotilde.

Asesor

Castañeda Gamboa, Rogelio

Huaraz – Peru

2019

PALABRAS CLAVE:

Tema	Resistencia del concreto vidrio
Especialidad	Tecnología del concreto

KEY WORDS:

topic	resistance of the concrete glass
Specialty	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

programa	Ingeniería civil
Línea de investigación:	Construcción y gestión de la construcción
OCDE	2. Ingeniería y Tecnología 2.1 Ingeniería civil Ingeniería de la construcción
Sub líneas o campo de la tecnología	Materiales de la construcción Tecnología de la construcción y procesos constructivos

TITULO

“Resistencia a la compresión con sustitución del agregado fino por vidrio pulverizado de un concreto $f'c = 210$ kg/cm² en Huaraz – 2017”

RESUMEN

El propósito de la investigación es conocer cuál es el efecto de la sustitución del agregado fino en un 12% y 15% por vidrio triturado, en la resistencia de un concreto $f_c =$ de 210 kg/cm², estudio que se realizara en la ciudad de Huaraz, 2017 utilizando el agregado de la cantera de tacllan y con un cemento portland tipo I, con el fin de encontrar alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la ingeniería civil.

Dentro de su metodología. Se desarrolló un trabajo de tipo experimental, se empezó con el reciclaje de vidrio en el barrio Villon alto –Huaraz, en seguida se procederá a la trituración del material cumpliendo las mismas especificaciones del agregado fino para así determinar la relación agua cemento del concreto para el diseño de los especímenes de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días que de 0.68.

Con la presente investigación determinó la resistencia del concreto de $f_c = 210$ kg/cm² sustituyendo el agregada fino por vidrio triturado en 12%, 15% se obtuvieron los resultados siguientes, a los 28 días: el concreto patrón 104.65%, el concreto con sustitución de vidrio con el 12% alcanzo una resistencia de 111.27%, finalmente la sustitución del 15% alcanzó una resistencia de 123.87%. Obteniendo una diferencia de 19 % entre el concreto patrón y el concreto con sustitución de vidrio del 15 %.

ABSTRACT

The purpose of the investigation is to know what is the effect of the substitution of the fine aggregate in 12% and 15% by crushed glass, in the strength of a concrete $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$, a study that will be carried out in the city of Huaraz, 2017 using the addition of the tacllan quarry and a type I portland cement, in order to find alternative materials for its application in the field of civil engineering.

Within its methodology. A work of experimental type was developed, it started with the recycling of glass in the neighborhood Villon Alto -Huaraz, then it will proceed to the crushing of the material fulfilling the same specifications of the fine aggregate to determine the water cement ratio of the concrete for the design of the specimens of concrete and experimental concrete at 7, 14 and 28 days that of 0.68.

With the present investigation determined the concrete strength of $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ substituting the fine aggregate for crushed glass in 12%, 15% the following results were obtained, after 28 days: the concrete pattern 104.65%, the concrete with 15% substitution it reached a resistance of 123.87%. Obtaining a 19% difference between the concrete and the concrete with 15% glass substitution

ÍNDICE

PALABRAS CLAVE:	i
TITULO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA DEL RABAJO	12
III. RESULTADOS	16
IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN	31
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES	35
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
VIII. ANEXOS	38

LISTA DE TABLA

<i>Tabla N° 01: Resultado De Fluorescencia De Rayos X del vidrio activado mecánicamente.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla N°02: Ph Del Cemento y vidrio activado.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla N°03: Contenido de humedad del agregado fino.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla N°04: Contenido de humedad del agregado grueso.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla N°05: Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla N°06: Peso unitario del agregado fino.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla N° 07: Peso Unitario compactado Del Agregado grueso.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla N°08: Granulometría del agregado fino</i>	<i>19</i>
<i>Tabla N°09: : Granulometría del agregado grueso.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla N°10: Cantidad de materiales por probeta de concreto experimental.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla N°11: Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 12% del vidrio.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla n°12: Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 15% del vidrio.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla n°13: Proporción total De Materiales Utilizados para las 27 probetas.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla N°14: Ensayos de Compresión Patrón 7 días.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla N°15: Ensayos de Compresión Patrón 28 días.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla N°16: ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de edad.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla17: Ensayos de Compresión Experimental 12% de 7 días.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla N°18: Ensayos de Compresión Experimental 12% de 14 días.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla N°19: Ensayos de Compresión Experimental 12% de 28 día.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 20: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 7días.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 21: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 14días.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 22: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 28días.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 23: Resultados Finales de los Ensayos de Compresión.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 24: Ensayos de Compresión Patrón en Porcentajes.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 25: Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 26: Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 27: Cálculo de la prueba ANOVA</i>	<i>30</i>

LISTA DE GRAFICOS

<i>Grafico N°01: Curva granulométrica del agregado fino.....</i>	19
<i>Grafico N° 02: Curva granulométrica Del agregado grueso.....</i>	20
<i>Grafico N°03: Resistencia a la compresión a los 7 días.....</i>	28
<i>Grafico N° 04: Resistencia a la compresión a los 14 días.....</i>	28
<i>Grafico N° 05: Resistencia a la compresión a los 28 días.....</i>	29

I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería de materiales de construcción como rama de la ciencia es una disciplina que avanza día a día, en una constante búsqueda por tener mejores alternativas para dar solución a los distintos requerimientos del mercado. Se desea que las estructuras sean lo más resistentes posibles, que aseguren una determinada vida útil, y un óptimo desempeño de los materiales empleados, pero sin perder de vista la rentabilidad del proyecto, todo esto enmarcado en el ambiente en el cual nos desenvolvemos como sociedad. Enmarcándose en este contexto nace este proyecto de investigación, el cual está comprendido entre los aspectos antes mencionados: innovación tecnológica, específicamente en los materiales de ingeniería; reducción de costos asociados, y cuidado del medioambiente.

El concreto es por lejos el material más utilizado en la construcción, debido a su buen comportamiento, cuando se diseña y se produce adecuadamente el concreto presenta excelentes propiedades mecánicas, en cuanto a resistencia a distintos esfuerzos, impactos, la acción del fuego, ambientes agresivos, etc.

Por lo tanto en el presente trabajo de investigación se realizaron ensayos comparativos entre el concreto patrón y concreto con sustitución al 12% y 15% del agregado fino por vidrio.

Para lo cual se realizaron 27 especímenes cilíndricos de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, conservando la relación A/C en ambos diseños para un $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$. Se utilizó un cemento portland para dicho experimento.

En los antecedentes se aprecia que Catalán (2013) en este proyecto de ‘Estudiar la influencia de la adición de vidrio sobre la resistencia mecánica del hormigón, de grados H15, H20 y H30’ en la universidad Austral de Chile, Tiene como objetivo principal “Diseñar tres mezclas de hormigón de grado H15, H20 y H30, con distintos porcentajes de incorporación de vidrio triturado”

Concluyo que “El reemplazo de parte de los áridos por vidrio triturado no provoca cambios significativos en la densidad del hormigón, no se genera un aumento excesivo del peso final de las probetas, ya que el vidrio posee una densidad del mismo orden que los áridos utilizados, manteniéndose dentro del rango permitido por la norma, para los áridos utilizados en hormigones (según NCh163Of.1979 entre 2000 y 3000 kg/m³)”

García & Morales (2014) en este trabajo de investigación “análisis de la resistencia a la compresión de un concreto f_c 250 kg/cm² sustituyendo 20% de cemento por vidrio molido” en la universidad Rafael Urdaneta, tiene como objetivo “determinar la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto modificado sustituyendo 20% del peso del cemento portland por vidrio molido” concluyo que “ que las probetas de concreto modificado alcanzaron una resistencia máxima de 124 kg/cm, valor que representa una variación del 43,5% con respecto a la resistencia de la mezcla patrón ”

Arciniega y Fonseca (2004) en su tesis para optar título de ingeniero civil “utilización de vidrio reciclado en morteros” en la universidad industrial de Santander, tiene como objetivo principal “utilización de vidrio de botellas como agregado en mortero, para la obtención de un material que pueda ser empleado en la construcción” concluyo que “ a medida que aumenta el contenido del vidrio en las mezclas de mortero disminuye el esfuerzo a la compresión, presentando la mayor resistencia las mezclas del mortero con adición de partículas de vidrio retenidas en el tamiz nro. 30. También, al aumentar el tamaño de las partículas de vidrio (R-30, R-50 y R-100) logra aumentar su resistencia a la compresión, comportarse mejor la probeta con mezcla de mortero R-30 10% con un aumento de 16.83% de la resistencia con respecto al mortero normal”

En la Universidad Politécnica Nacional se realizó una tesis para la “Obtención de Adoquines Fabricados con Vidrio Reciclado como Agregado” donde elaboraron muestras al peso que incorporan vidrio desde el 5, 15, 25 y 35 por ciento, los resultados proporcionados indican que usar el vidrio reciclado incide favorablemente en la resistencia al desgaste del adoquín, la resistencia a la compresión cumple con la

Especificada por la norma INEN 1488 cuando el porcentaje empleado está entre el 15% y 20%.

Castillo (2010) en su informe “investigación de la utilización del vidrio molido como material de construcción y técnicas constructivas” nos da conocer que debido a la importancia a nivel mundial que representan las islas Galápagos, como un entorno único de biodiversidad y belleza escénica, hace que el manejo de los diferentes tipos de residuos, requieran de especial importancia. En base a los datos estadísticos del material recuperado en el Parque Ambiental Fabricio Valverde para el año 2012, se observa que el vidrio ocupa el segundo lugar de los materiales recuperados, con un 32% con un promedio anual de 15.2 Ton/año. En este sentido la WWF, como parte de la “Iniciativa de Energías Renovables para las Islas Galápagos”, ha considerado la elaboración de una consultoría que aborde el problema mencionado con el vidrio reciclado, para analizar alternativas de su uso como material alternativo para ser usado en determinados rubros de construcción.

Lubari (2002) en su informe final de investigación menciona que “hormigón reforzado con fibra de vidrio” que Las propiedades del hormigón fresco mejoran cuando se añaden pequeñas cantidades de fibras de vidrio. En particular, se minimiza el agrietamiento por contracción plástica, y se consiguen mejoras en las propiedades del hormigón curado, como resultado de la presencia física de las fibras, en lugar de por su efecto normal y contrastado de refuerzo.

Vargas, (2015) en su proyecto “reutilización de vidrio plano como agregado fino en la elaboración de morteros de cemento y concretos” concluyen que los morteros con vidrio plano pueden ser usados para rellenos, repellos, adoquines, material de agarre, etc. Con la proporción utilizada (50% arena – 50% vidrio) puede tener gran impacto en acabados decorativos pues hay mucha partícula de vidrio que puede dar matices interesantes con la luminosidad y el reflejo de la luz, así como la diferentes tonalidades de colores. Además la comparación de costos de producir un metro cúbico de concreto se hizo con respecto a dos proporciones distintas del vidrio y arena como agregados

finos, la de 50% vidrio – 50% arena estudiada en este proyecto y la de 20% vidrio – 80% arena propuesta por Ismail & Al-Hashmi en su estudio. Para la primera proporción la diferencia de costos no es mayor al 1% y para la segunda no alcanza el 0,5%. Por lo tanto, el aspecto económico no se vuelve una limitante para la reutilización del vidrio desechado como parte de los agregados finos del concreto.

García, (2012) en su informe de la construcción “Estudio de la resistencia a compresión de morteros fabricados con conglomerante compuesto de polvo de vidrio” concluyo por las especiales características expuestas a lo largo de este trabajo se puede concluir que, los morteros fabricados a partir de polvo de vidrio, cemento y cal, en las proporciones adecuadas, constituyen un material idóneo para ser usado como conglomerante en la estabilización de suelos. Destacando la prolongación en el tiempo del proceso de fraguado, que minimiza el riesgo de aparición de grietas en el pavimento

Loayza, (2008) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil “reparación de un muro de albañería confinada mediante varillas de fibra de vidrio” realizado en pontificia universidad católica del Perú, tiene por objetivo principal comprobar experimentalmente la efectividad de una técnica de reparación de muros de albañería confinada que hayan fallado por fuerza cortante, basada en el uso de varillas de fibra de vidrio” concluyo que “la fisura en los elementos de concreto se presentaron tanto para el muro original como para el muro reparado, para distorsiones del orden de 0.1%, la carga necesaria para ocasionar las fisuras en el muro reparado fue el 79% de la carga correspondiente al muro original”

La presente investigación se fundamenta científicamente en la tecnología del concreto, en los principios básicos de la resistencia de materiales, así como en los estudios científicos que se viene realizando sobre la resistencia del concreto con la sustitución del agregado fino por vidrio.

El aporte teórico del trabajo es que permitirá determinar el efecto de la sustitución del agregado fino en un 12% y 15% por vidrio triturado en la resistencia de un concreto, con el fin de encontrar alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la ingeniería civil.

También la investigación se justifica de manera social porque busca dar una aplicación a los resultados de la búsqueda de nuevos materiales orientados a resolver los problemas de la sociedad en el campo de la ingeniería civil.

La importancia del concreto en la industria de la construcción, la demanda creciente dentro de la tecnología del concreto y la ausencia de nuevos materiales adecuadas dentro de nuestra provincia originan que se indague nuevos materiales que posean cualidades que mejoren las propiedades mecánicas del concreto, también se busca que el ecosistema no esté tan afectado por esta demanda.

El propósito de la investigación es hacer uso de la arcilla natural, y las cenizas de paja de trigo lo que convierte en un material ligero. Su resistencia y dureza la hace ideal para el uso de concreto. Con lo cual se busca lograr mejorar las características de dicho concreto, Con esta alternativa que se propone en este estudio para la elaboración de concreto, se beneficiara a las zonas de bajos recursos económicos, social y ambiental.

Al investigar las problemáticas estructurales y medioambientales generales existentes en nuestra localidad, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que el vidrio es desechado de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos que se puede dar. Mediante el análisis de cómo se llevan los procesos con respecto al vidrio, surgieron muchos cuestionamientos los cuales llevaron a analizar una considerable cantidad de alternativas en posibles soluciones sobre cómo aprovechar la materia prima. Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿En qué medida la sustitución del agregado fino por vidrio triturado de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, mejoraría la resistencia a la compresión en Huaraz – 2017?

Según Sotil, Z. (2015), el concreto es un material homogéneo compuesto por dos elementos: pasta y agregados. La pasta es una mezcla de cemento y agua, la cual une a los agregados finos y gruesos (arena y piedra), formando así un material sólido similar a una roca (solo en apariencia más no en propiedades). Esto se debe al endurecimiento de la pasta, la cual se da mediante una reacción química entre las partículas de cemento y el agua.

El concreto está compuesto por diversos materiales como: cemento, agua, aire, agregado grueso, agregado fino y aditivos. Cada uno de ellos tiene un rol muy importante en el comportamiento del concreto en sus diferentes estados, aportando diversas características para la resistencia del mismo. De esta manera, se debe realizar ensayos con el fin de comprobar que se cumplan los requerimientos para obtener un concreto con la calidad y comportamiento adecuado según las especificaciones deseadas. Sotil, Z. (2015).

Según Montalvo Guevara (2015), el concreto posee dos estados: el estado fresco y el estado sólido. Cada uno de estos posee distintas propiedades ya que varían en comportamiento y uso.

Para Sotil & Zegarra (2015), se define como la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto en estado fresco. Esta es una propiedad a la cual se le debe tener bastante consideración debido a que, para lograr una óptima colocación del concreto este debe ser trabajable. La medición de la trabajabilidad es llevada a cabo mediante el ensayo conocido como cono de Abrams, el cual arrojará como resultado una medida cuantitativa conocida como Slump.

Según Montalvo Guevara (2015), es la aparición de una lámina de agua en la superficie de la mezcla recién colocada. Es causada por dos fenómenos, el asentamiento de las partículas sólidas y en simultáneo, la subida del agua hacia la superficie.

Para Montalvo Guevara (2015), El tiempo de fraguado es lo que demora el concreto en llegar a su estado endurecido. El fraguado puede ser medido mediante la aguja de Vicat.

Para Montalvo Guevara (2015), Es la capacidad que tendrá el concreto de resistir a las diferentes sollicitaciones siendo las principales: Resistencia a la compresión, flexión y tracción. La propiedad sobresaliente del concreto es la resistencia a la compresión, sin embargo, la resistencia a la tracción, Comparándolo con la compresión, es de 10%; es por ello que se le añade arcilla y cenizas de paja de trigo al concreto, el cual aumenta características para resistir a la tracción. Trabaja en conjunto con el concreto para darle un mejor comportamiento frente a estos dos

esfuerzos. Cabe resaltar que la resistencia está estrechamente ligada con la relación agua-cemento.

Para Sotil & Zegarra (2015), la impermeabilidad viene a ser la capacidad del concreto de resistir la penetración del agua y el estancamiento o hermeticidad es la habilidad para la retención del agua.

Señalan Sotil & Zegarra (2015), el concreto es un material que constantemente cambia su volumen, puede dilatarse como contraerse, debido a distintos factores, Tales como la temperatura, humedad y tensiones. Debido a estas variaciones se pueden producir fisuraciones y una manera de controlarlas es mediante juntas, las cuales son ranuras que se hacen en el concreto, por lo general en losas.

Afirma Montalvo Guevara (2015), Es la habilidad del concreto para resistir a distintos tipos de ambientes, ataques químicos y a la abrasión (desgaste). La durabilidad varía según el tipo de concreto y de la exposición del mismo al medio ambiente.

Señalan Sotil & Zegarra (2015), La producción del concreto pasa por distintas etapas, desde su diseño de mezcla hasta la colocación final. Estas etapas deben seguir procedimientos normados para tener un producto terminado de buena calidad.

Sostienen Sotil & Zegarra (2015), La dosificación consiste en la medición por masa o volumen de los componentes del concreto. Este proceso se debe dar para obtener un concreto de buena calidad, generalmente la medida debe estar dada en masa, debido a que la mayoría de estos pueden ser medidos con mayor precisión en esta unidad.

Sotil & Zegarra (2015), El proceso de mezcla del concreto culmina cuando se observe una masa de apariencia homogénea y uniforme. El tiempo de mezclado debe ser de acuerdo a lo recomendado por el fabricante, para los concretos mezclados in situ se recomienda que mínimo sea por 1 minuto más 15 segundos por cada metro cúbico adicional, pero este dato es referencial lo que lo adecuado es mezclarlo hasta llegar a tener una mezcla uniforme.

Sotil & Zegarra (2015), El transporte del concreto es una etapa muy importante puesto que, durante el transporte pueden producirse ocurrencias que alteren la calidad. Según la Asociación de Cemento Portland.

Sotil & Zegarra (2015), En el concreto, a pesar de estar en estado endurecido, sigue ocurriendo el proceso de hidratación, por lo cual debe mantener un contenido de agua para que la hidratación se complete y alcance las características para las cuales ha sido diseñado. De esta manera, el curado consiste en mantener húmedo el concreto. Existen diversas maneras de hacerlo, una de ellas, y la más simple, es vertiendo o proyectando agua sobre el concreto; por medio de yutes, los cuales son unas telas especiales capaces de mantener el agua en ellas; a través de las conocidas arrocetas, más usadas en losas; y mediante productos químicos, que son usadas en elementos (verticales, columnas, vigas y placas).

Para Montalvo Guevara (2015), La Fisuración es una consecuencia directa de la baja resistencia a la tracción del concreto. También pueden darse debido a la compresión y puede estar presente en cualquier tipo de estructura desde edificaciones, hasta toda clase de obra civil en donde participe el concreto. Dichas fisuras pueden manifestarse en años, semanas, días u horas debido a las distintas causas. Esta patología en el concreto puede afectar la apariencia de la estructura; sin embargo, también puede indicar fallas estructurales ya que debido a ellas, agentes químicos pueden entrar en contacto con la armadura del elemento o con el mismo concreto, debilitando así la estructura y afectando la durabilidad. Sin embargo, se debe tener en cuenta que no siempre son peligrosas, lo que importa es conocer el tipo de elemento estructural en el que han aparecido y la naturaleza de las mismas. La peligrosidad de las fisuras se debe tener en cuenta cuando se sobrepasan determinados espesores o cuando están en determinados ambientes.

Para Sotil & Zegarra (2015), La norma de concreto armado E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones clasifica como agregado grueso al material retenido en el tamiz N°4; la grava, proveniente de la desintegración de los materiales pétreos; la piedra triturada o chancada. Asimismo, define al agregado fino como la arena proveniente de la desintegración natural de las rocas. Finalmente, de acuerdo a dicha norma, los agregados deben cumplir con los requisitos de cada ensayo establecidos en cada NTP específica.

Según Sotil & Zegarra (2015), el agua es un elemento muy importante para la producción del concreto ya que, al unirse con el cemento, como se ha explicado anteriormente, ocurre la hidratación produciéndose así la pasta. La norma técnica

peruana para agua de mezclado está basada en criterios de performance. Debemos considerar que generalmente el agua potable es conveniente para preparación del concreto, si no fuera así o no hubiera en la zona agua potable se deberá cumplir con los criterios de la NTP 339.088 “Agua para morteros y hormigones de cemento Portland. Requisitos”. Además de su función como hidratante, ayuda a la mejora de la trabajabilidad de la mezcla.

Arciniega & Fonseca (2004). El vidrio es una disolución sólida de varios silicatos de sodio, calcio, plomo, por fusión a elevadas temperaturas y una vez enfriada, la masa adquiere el estado amorfo, transparente, frágil y resistente.

Arciniega & Fonseca (2004). Es una sustancia amorfa, es decir, no cristalizada, que por su estructura se parece a un líquido, pero cuya cohesión a la temperatura ordinaria, es tan grande que aparenta un Sólido. Los vidrios no tienen punto de fusión y de solidificación precisos. Por calentamiento, se ablandan y llegan al estado líquido pasando por un estado intermedio que es el pastoso. (Arciniega & Fonseca, 2004).

García & Morales (2014) La composición, algunos vidrios funden a temperaturas muy bajas, como 500 c, mientras que otros necesitan 1.650 c. presentan normalmente una resistencia a la tracción entre 3.000 y 5.500 N/ cm², aunque puede llegar a sobrepasar los 70.000 N/ cm² si el vidrio ha sido especialmente tratado. La densidad relativa oscila entre 1 y 8, es decir que oscila entre la densidad menor que la del aluminio y una mayor que la del acero.

Castillo (2010), El reciclaje del vidrio debe ser complementado con la reutilización de este recurso, permitiendo de esta manera reducir el empleo de materias no renovables, disminución en el consumo de energía y combustibles empleados al momento de producir nuevos productos de vidrio, reducción en la emisión de gases dañinos para el medio ambiente, no tiene límite en la cantidad de veces que puede ser reprocesado. Este material puede formar parte de la elaboración del concreto al presentar inalterables sus características una vez triturado.

Cuadro N°01: variable dependiente, resistencia a la compresión

Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Resistencia a la compresión	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un espécimen bajo una carga capaz de cumplir con las condiciones indicadas en la norma N.T.P.	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°:02 variable independiente sustitución del agregado fino por el 12% y 15% de vidrio.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Sustitución del agregado fino en un 12% y 15% por vidrio triturado.	Producto de la Trituración del vidrio reciclado y la sustitución del agregado fino.	Sustitución de un porcentaje de agregado fino por vidrio triturado en un 12% y 15% en comparación a un diseño convencional de concreto.	Porcentaje 12% y 15% por vidrio triturado.

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis planteada indica que cuando se sustituye un 12 % y 15%, de agregado fino por vidrio triturado incrementara la resistencia de un concreto $f^c=210$ kg/cm² en la ciudad de Huaraz -2017.

El objetivo principal es determinar la resistencia a compresión con sustitución en un 12% y 15% de agregado fino por vidrio triturado de un concreto $f_c= 210$ kg/ cm², en la ciudad de Huaraz- 2017.

Entre los objetivos específicos tenemos:

Procesar el vidrio para obtener la similitud del agregado fino.

Determinar los componentes químicos del vidrio activado mecánicamente a través del (DFRX) Estudio por difracción de rayos X.

Determinar el PH del vidrio activado mecánicamente.

Determinar la relación A/C del concreto patrón y experimental.

Determinar la resistencia del concreto patrón y con sustitución a los 7, 14 y 28 días y comparar resultados, a través del grado de relación y varianza.

I. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

El tipo de investigación Según el proceso, es de tipo aplicada porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer el efecto de la sustitución del agregado fino en un 12 % y 15% por vidrio molido en la resistencia de un concreto.

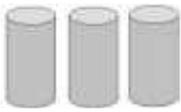
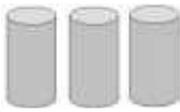
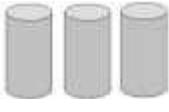
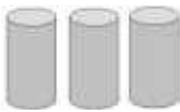
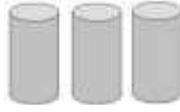
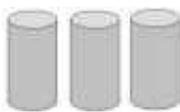
En coherencia con el fin de la ciencia explicativa porque los datos de la investigación serán obtenidos por observación de fenómenos condicionados por el investigador. Se utiliza la experimentación.

Es un diseño experimental del tipo en bloque al azar, porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado con el remplazo o sustitución de un porcentaje del agregado fino vidrio molido reciclado, el estudio en su mayor parte se concentrara en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

Siendo su diseño de investigación el diseño de bloque completamente al azar:

Para la realización de la presente investigación se tuvo como población de estudio al conjunto de todas las probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para lo cual se tuvo como materiales a los agregados grueso y fino, cemento, vidrio y agua.

Cuadro N°03: Resumen de número de probetas sin sustitución y probetas con sustitución.

Días de curado	Probetas con sustitución		
	Patrón	Sustitución del 12%	Sustitución del 15%
7			
14			
28			

Fuente: Elaboración propia.

Población está conformada Conjunto de probetas de concreto con diseño capaz cumplir las condiciones de resistencias indicadas en el reglamento N.T.P.

Para la elaboración de las unidades de estudio (concreto) se utilizaron las siguientes referencias:

La población entera determinada por un Concreto con diseño F'c 210 Kg/cm² ensayado en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad san pedro.

Cuyos agregados corresponden a la Cantera taclan – rio santa, del cual se recolectará los componentes para realizar el diseño de mezcla tales como la grava de 3/4” otros materiales. Todos los materiales recolectados serán analizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

El vidrio utilizado fue recolectado mediante el reciclado, únicamente en la ciudad de Huaraz.

Para este estudio se trabajará con una muestra de 27 probetas, 9 probetas tradicional sin sustitución y 9 probetas con sustitución del agregado fino por vidrio reciclado en un 12% y 9 probetas con 15%.

Técnicas e instrumentos de investigación, Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Cuadro N°04: Técnica e instrumento usado.

Técnicas de Recolección de Información	Instrumento
La Observación	Ficha de observación. Fichas técnicas del Laboratorio de Mecánica de suelo y ensayo de materiales.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES Y PROCEDIMIENTO

Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- ✓ Cemento portland tipo I
- ✓ vidrio triturado
- ✓ Agregado fino y grueso
- ✓ Agua
- ✓ Computadora
- ✓ Equipos de laboratorio de ensayo de suelos
- ✓ Mezcladora de concreto
- ✓ Impresora
- ✓ Calculadora
- ✓ Otros

Procedimiento

Material experimental: **vidrio triturado**.

Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y el SPSS.

Para poder realizar el análisis químico del material que es el vidrio se recolecto, fue sometida a una limpieza y secado cuidadosamente, para luego ser triturada cumpliendo con las normas establecidas.

Ya teniendo los materiales activados mecánicamente, se determinó el grado de alcalinidad (PH) del vidrio triturado en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo de Huaraz.

El análisis de Fluorescencia de Rayos X del vidrio activado mecánicamente determinará el porcentaje de óxidos para poder evaluar como influenciarán en la resistencia del concreto se realizó en la Universidad Mayor de San Marcos.

Se hizo el cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de los Especímenes del concreto.

Teniendo la dosificación de los materiales utilizados se buscó la relación A/C del concreto patrón con una relación A/C de 0.68, según lo indicado en la NTP 334.051 dicho ensayo se hizo en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro. la NTP 334.051 (2013) muestra los parámetros y procedimientos que sirvieron para elaboración de los especímenes cúbicos de 50mm que se realizaron en la Universidad San Pedro.

El ensayo de compresión de los especímenes de concretos a edades de 7, 14 y 28 días se hicieron en el laboratorio de materiales de la Universidad san pedro de Huaraz.

Se utilizaron los datos para poder representarlos en tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y prueba de hipótesis ANOVA.

II. RESULTADOS

Tabla N° 01: Resultado De Fluorescencia De Rayos X del vidrio activado mecánicamente.

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	64.758	
Dióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	4.762	
óxido de Potasio (K ₂ O)	0.342	
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.161	
óxido de Magnesio (MgO)	0.004	
óxido de Calcio (CaO)	6.408	
Oxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	0.004	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x
Dióxido de Titanio (TiO ₂)	0.036	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.172	
óxido de Manganeso (MnO)	0.004	
Arsénico, oxígeno (As ₃ O ₃)	0.004	
óxido de Estroncio (SrO)	0.014	
óxido de circonio (ZrO ₂)	0.029	
óxido de níquel (Ni ₂ O ₃)	0.002	
óxido de cloro (ClO ₂)	0.005	

Fuente: Laboratorio de química de la UNMSM

Espectrómetro de fluorescencia de rayos x Shimadzu “edx” 800 hs Este equipo emplea una técnica de análisis no destructivo permitiendo la medida de una amplia variedad de tipos de muestras (sólidas, polvos, líquidos y films). La espectrometría de fluorescencia de rayos-X consiste en analizar la radiación X característica generada por una muestra al ser ésta irradiada con rayos-X emitido desde un tubo de rayos X, esta información es única para cada tipo de elemento químico detectado.

Tabla N° 02: Ph Del Cemento y vidrio activado.

Muestra	PH
Cemento	13.85
Vidrio activado	9.36

Fuente: Laboratorio de Ensayos químicos UNSAM

Se determinó que el PH es calificado para el uso como material de construcción, debido a ser ligeramente alcalina.

Tabla 03: Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)

Prueba N°	11	18
Tara + suelo húmedo (gr)	1,040.00	1,109.00
Tara + suelo seco (gr)	982.60	1,048.00
Peso del agua (gr)	57.40	61.00
Peso de la tara (gr)	158.40	164.50
Peso del suelo seco (gr)	824.20	883.50
Contenido de humedad (%)	6.96	6.90
Prom. Contenido humedad (%)		6.93

Fuente: elaboración propia

Tabla 04: Contenido de humedad agregado grueso (ASTM D-2216)

Prueba N°	16	1
Tara + suelo húmedo (gr)	1,536.00	1,496.00
Tara + suelo seco (gr)	1,528.20	1,486.20
Peso del agua (gr)	7.80	9.80
Peso de la tara (gr)	161.90	170.40
Peso del suelo seco (gr)	1,366.30	1,315.80
Contenido de humedad (%)	0.57	0.74
Prom. Contenido humedad (%)		0.66

Fuente: elaboración propia

Tabla 05: Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127)

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00
B	Peso de picnómetro + agua	gr. 670.70
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm ³ 970.70
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr. 859.40
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm ³ 111.30
F	Peso de material seco en estufa	gr. 295.58
G	Volumem de masa (E-(A-F))	106.88
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.66
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.70
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.77
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	1.50

Fuente: elaboración propia

Tabla 06: Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino

Ensayo n°	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	7,755.00	7,760.00	7,767.00
Peso de molde (g)	3,426.00	3,426.00	3,426.00
Peso de muestra (g)	4,329.00	4,334.00	4,341.00
Volumen de molde (cm³)	2,776.00	2,776.00	2,776.00
Peso unitario (kg /m³)	1.56	1.56	1.56
Peso unitario promedio (kg /m³)		1.56	

Fuente: elaboración propia

Tabla 07: Peso Unitario compactado Del Agregado grueso.

Ensayo n°	1	2	3
Peso de molde + muestra (g)	8,401.00	8,413.00	8,413.00
Peso de molde (g)	3,426.00	3,426.00	3,426.00
Peso de muestra (g)	4,975.00	4,987.00	4,987.00
Volumen de molde (cm³)	2,776.00	2,776.00	2,776.00
Peso unitario (kg /m³)	1.79	1.80	1.80
Peso unitario promedio (kg /m³)		1.80	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 08: Granulometría del agregado fino.

Arena manufacturada						
N° mallas	Pesos retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% pasa	Arena manufacturada (% pasa)	
# 4	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
# 8	343.70	343.70	20.23	79.77	95	100
# 16	415.40	759.10	44.68	55.32	80	100
# 30	320.10	1,079.20	63.52	36.48	50	85
# 50	220.90	1,300.10	76.52	23.48	25	60
# 100	164.40	1,464.50	86.20	13.80	5	30
# 200	95.00	1,559.50	91.79	8.21	0	10
PLATO	139.50	1,699.00	100.00	0.00	-	5
Total:	1699.0	gr				
Módulo de Finura	2.91					

Fuente: elaboración propia

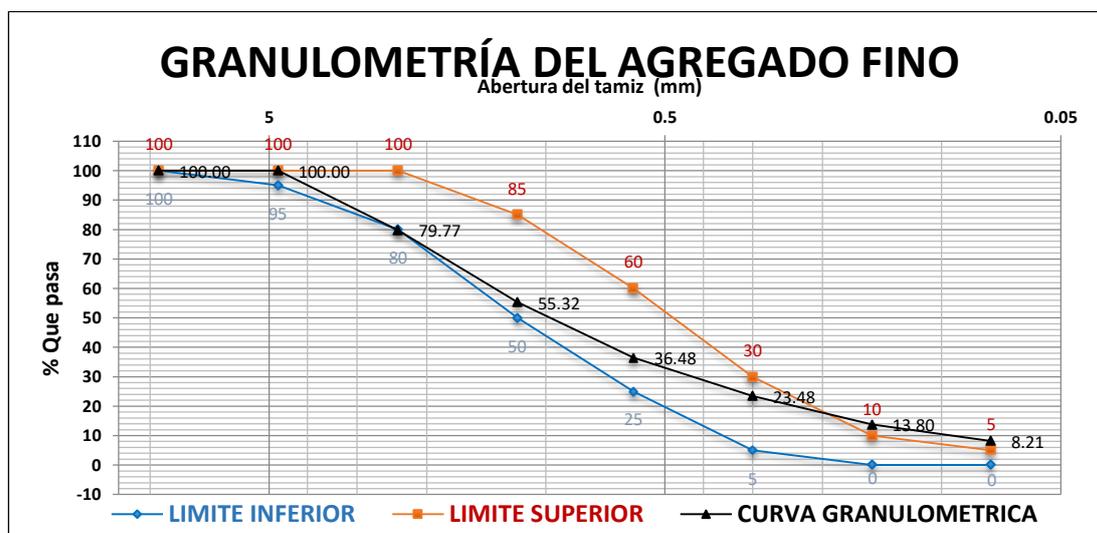


Grafico N°01: Curva granulométrica del agregado fino

Tabla 09: Granulometría del agregado grueso.

N° mallas	Arena manufacturada				Arena manufacturada	
	Pesos retenido (g)	% retenido	% retenido acumulado	% pasa	(% pasa)	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	5,003.00	5,003.00	47.35	52.65	90	100
1/2"	3,477.00	8,480.00	80.27	19.73	-	-
3/8"	1,225.00	9,705.00	91.86	8.14	20	55
N° 4	802.00	10,507.00	99.45	0.55	0	10
N° 8	58.00	10,565.00	100.00	0.00	0	5
total	10565.00	gr				
Módulo de Finura	7.39					

Fuente: elaboración propia

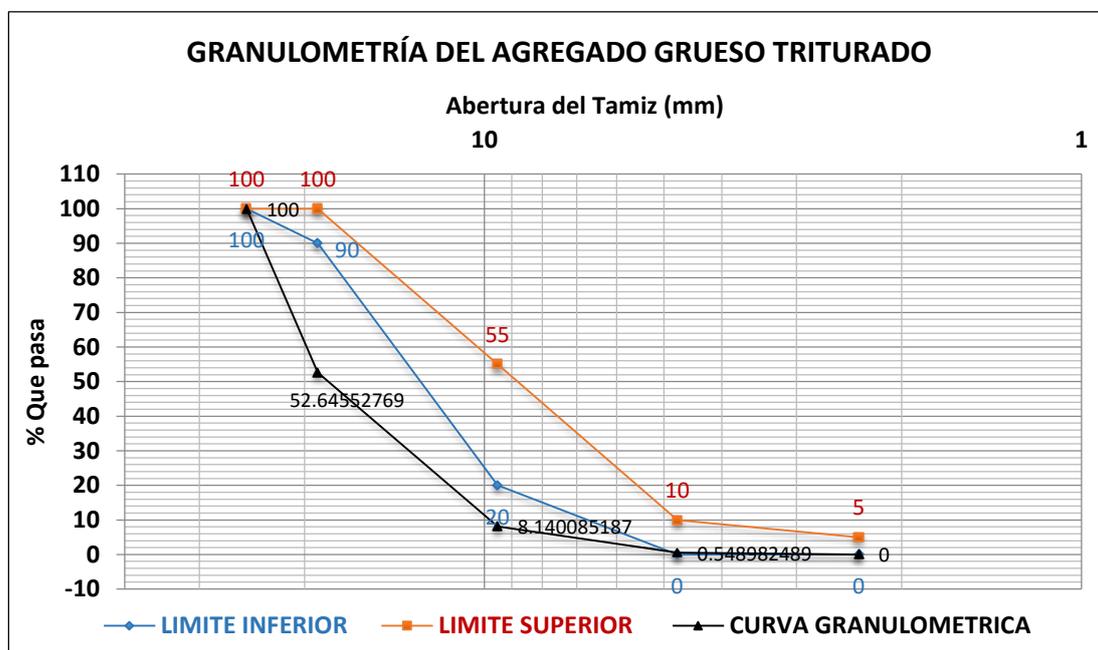


Gráfico N°02: Curva granulométrica del agregado grueso

DISEÑO DE MEZCLA: PATRON

ESPECIFICACIONES

La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI

La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días...

MATERIALES

A.- Cemento:

Tipo I "Pacasmayo"

Peso específico: 3.15

B.- Agua:

Potable, de la zona

C.- Agregado fino:

CANTERA: TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa 2.70

- Peso unitario suelto 1600 kg/m³

- Peso unitario compactado 1620 kg/m³

- Contenido de humedad 6.93 %

Absorción 1.15 %

- Módulo de fineza 2.95

D.- Agregado grueso:

CANTERA: TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

Piedra, perfil angular

Tamaño Máximo Nominal 3/4"

Peso específico de masa 2.68

Peso unitario suelto 1580 kg/m³

Peso unitario compactado 1690 kg/m³

Contenido de humedad 0.66%

Absorción 1.00%

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tengan una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo Agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3" a 4", sin aire incorporado 3/4, el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

RELACIÓN AGUA – CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.68

FACTOR DE CEMENTO

$$204/0.68 = 298.5 \text{ kg/m}^3 = 7.02 \text{ bolsas / m}^3$$

$$187/0.623 = 299.708 \text{ kg/m}^3 = 7.05 \text{ bolsas / m}^3$$

VALORES DE DISEÑO

Cemento: 298.25 kg/m³

Agua efectiva: 186.824 lts/m³

Agregado fino: 838.15m³

Agregado grueso: 986.58 kg/m³

PROPORCIONES EN PESO

$$\text{Relación de agua/cemento diseño} = 204 / 298.25 = 0.684$$

$$\text{Relación de agua/cemento efectivo} = 162.04 / 298.25 = 0.5433$$

CÁLCULO DE CANTIDAD DE MATERIALES

Medida de molde:

Diámetro: 15.24 cm

Altura: 30.48 cm

V. del molde: 5559.9998 cm³

Más el 10 % del Vol: 6115.9998 cm³

Para 1 m³: 2349.61 kg

Para 0.006116 m³: 14.37 kg → 15 kg.

Tabla 10: *Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto patrón.*

Descripción	cemento (kg)	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
Patrón (3und.)	5.712	3.103	17.165	19.020
Patrón (6und.)	11.424	6.207	34.329	38.040
Patrón (9und.)	17.136	9.310	51.494	57.059

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11: *Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 12% del vidrio.*

Descripción	cemento (kg)	vidrio 12 %	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
Patrón (3und.)	5.712	2.060	3.103	15.105	19.020
Patrón (6und.)	11.424	4.120	6.207	30.210	38.040
Patrón (9und.)	17.136	6.179	9.310	45.315	57.059

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12: *Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 15% del vidrio.*

Descripción	cemento (kg)	vidrio 15 %	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
Patrón (3und.)	5.712	2.575	3.103	14.590	19.020
Patrón (6und.)	11.424	5.149	6.207	29.180	38.040
Patrón (9und.)	17.136	7.724	9.310	43.770	57.059

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13: Proporción total De Materiales Utilizados para las 27 probetas.

Descripción	cemento (kg)	vidrio (kg)	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
muestra	60.32	13.90	27.93	140.58	171.18

Fuente: elaboración propia.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 14: Ensayos de Compresión Patrón 7 días.

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg-cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
PATRÓN 7D (P1)	176.71	28963	163.90	78.05
PATRÓN 7D (P2)	176.71	27692	156.70	74.62
PATRÓN 7D (P3)	176.71	28032	158.63	75.54
		<i>Promedio</i>	159.74	76.07

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15: Ensayos de Compresión Patrón 14 días.

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg-cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
PATRÓN 14D (P1)	176.71	31246	176.82	84.20
PATRÓN 14D (P2)	176.71	32543	184.16	87.69
PATRÓN 14D (P3)	176.71	33529	189.74	90.35
		<i>Promedio</i>	183.57	87.41

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16: Ensayos de Compresión Patrón 28 días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg-cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
PATRÓN 28D (P1)	176.71	38973	220.54	105.02
PATRÓN 28D (P2)	176.71	39012	220.76	105.13
PATRÓN 28D (P3)	176.71	38521	217.98	103.80
		<i>Promedio</i>	219.76	104.65

Fuente: elaboración propia.

EXPERIMENTAL 12%

Tabla 17: *Ensayos de Compresión Experimental 12% de 7 días*

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg-cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
<i>PATRÓN 7D (E1)</i>	176.71	29632	167.68	79.85
<i>PATRÓN 7D (E2)</i>	176.71	27695	156.72	74.63
<i>PATRÓN 7D (E3)</i>	176.71	29213	165.31	78.72
		<i>Promedio</i>	163.24	77.73

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18: *Ensayos de Compresión Experimental 12% de 14 días.*

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg-cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
<i>PATRÓN 14D (E1)</i>	176.71	34125	193.11	91.96
<i>PATRÓN 14D (E2)</i>	176.71	32169	182.04	86.69
<i>PATRÓN 14D (E3)</i>	176.71	32008	181.13	86.25
		<i>Promedio</i>	185.43	88.30

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19: *Ensayos de Compresión Experimental 12% de 28 días*

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg-cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
<i>PATRÓN 28D (E1)</i>	176.71	41236	233.35	111.12
<i>PATRÓN 28D (E2)</i>	176.71	40985	231.93	110.44
<i>PATRÓN 28D (E3)</i>	176.71	41653	235.71	112.24
		<i>Promedio</i>	233.66	111.27

Fuente: elaboración propia.

EXPERIMENTAL 15%

Tabla 20: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 7días.

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg-cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
<i>PATRÓN 7D (E1)</i>	176.71	29854	168.94	80.45
<i>PATRÓN 7D (E2)</i>	176.71	29531	167.11	79.58
<i>PATRÓN 7D (E3)</i>	176.71	30254	171.20	81.53
		<i>Promedio</i>	169.08	80.52

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 14días.

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg-cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
<i>PATRÓN 14D (E1)</i>	176.71	33420	189.12	90.06
<i>PATRÓN 14D (E2)</i>	176.71	33625	190.28	90.61
<i>PATRÓN 14D (E3)</i>	176.71	33214	187.95	89.50
		<i>Promedio</i>	90.06	189.12

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22: Ensayos de Compresión Experimental 15% de 28días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg-cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
<i>PATRÓN 28D (E1)</i>	176.71	45362	256.70	122.24
<i>PATRÓN 28D (E2)</i>	176.71	46325	262.15	124.83
<i>PATRÓN 28D (E3)</i>	176.71	46215	261.52	124.53
		<i>Promedio</i>	260.12	123.87

Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS FINALES

Tabla 23: Resultados Finales de los Ensayos de Compresión.

Días	Patrón	Resistencias (kg/cm ²)	
		Experimental 12 %	Experimental 15 %
7	159.74	163.24	169.08
14	183.57	185.43	189.12
28	219.76	233.66	260.12

Fuente: elaboración propia.

Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) obtenidas según concreto patrón.

Tabla 24: Ensayos de Compresión Patrón en Porcentajes.

Días	Resistencias (kg/cm ²)	
	Patrón	
7	159.74	76.07%
14	183.57	77.73%
28	219.76	80.52%

Fuente: elaboración propia.

De los resultados obtenidos del Ensayo a la Compresión, se registra que se alcanzó una resistencia promedio que supera un 70% en los primeros 7 días. Así mismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 7 días superaron el promedio del 70% y a los 28 días se obtuvo una resistencia de 219.76Kg/cm².

Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) obtenidas según concreto experimentales

Tabla 25: Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes.

Días	Resistencias (kg/cm ²)			
	Experimental 12 %		Experimental 15 %	
7	163.24	77.73%	169.08	80.52%
14	185.43	88.30%	189.12	90%
28	233.66	111.27%	260.12	123.87%

Fuente: elaboración propia.

Según apreciamos con los resultados obtenidos, podemos concluir que con el material sustituido con el 15% las resistencias iniciales son superiores en cuanto a comparación al patrón ya de sustitución del 12 % apenas llega al 80%.

También se puede apreciar que, a partir de los 7 días, las dos sustituciones logran superar la resistencia patrón, ocurriendo lo mismo en 28 días.

Ensayos de compresión (kg/cm²) de concreto patrón y experimentales con 12% y 15 % de sustitución a los 7 días de edad.

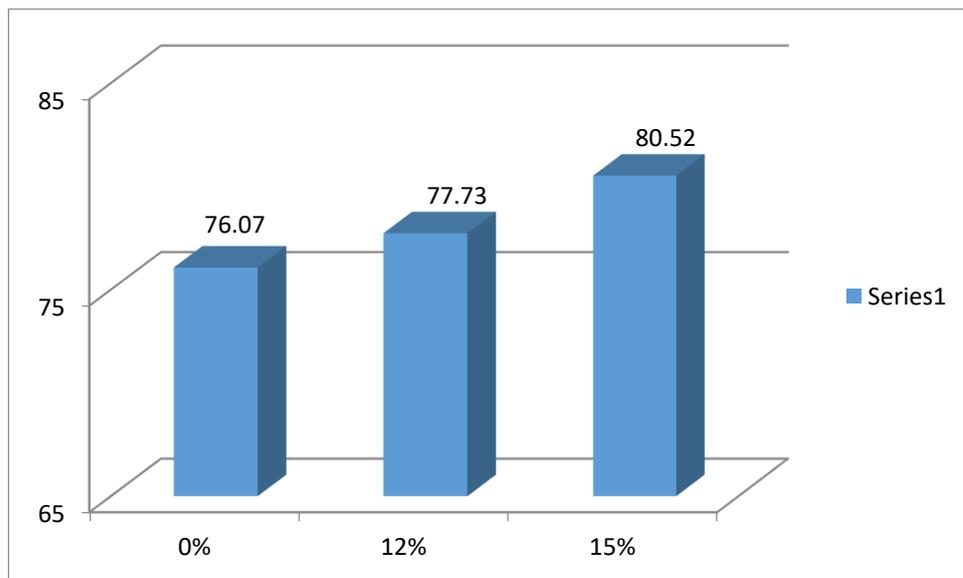


Grafico N°03: Resistencia a la Compresión a los 7 días (Kg/cm²)

Ensayos de compresión (kg/cm²) de concreto patrón y experimentales con 12% y 15 % de sustitución a los 14 días de edad.

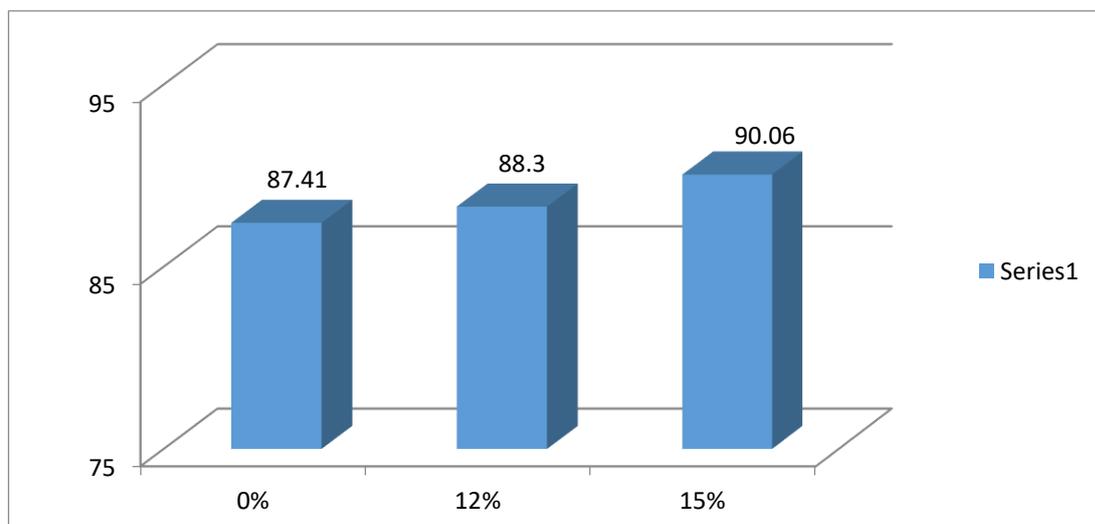


Grafico 04: Resistencia a la Compresión a los 14 días (Kg/cm²)

Ensayos de compresión (kg/cm²) de concreto patrón y experimentales con 12% y 15 % de sustitución a los 28 días de edad.

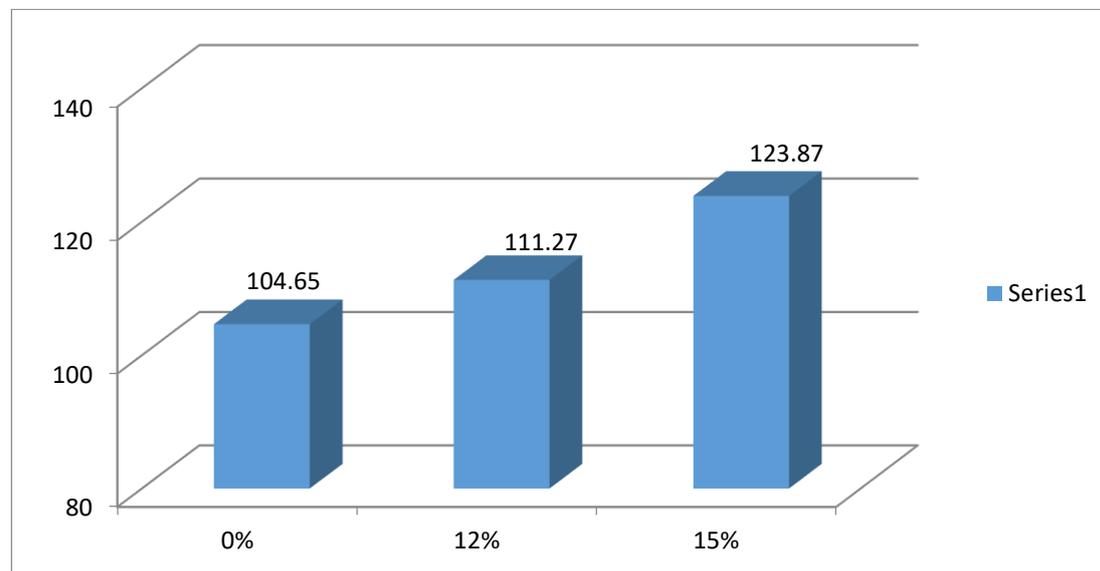


Grafico 05: Resistencia a la Compresión a los 28 días (Kg/cm²)

Tabla 26: Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes

Días de curado	Resistencia del concreto		
	Patrón %	Experimental 12%	Experimental 15%
3	76.07 %	77.73%	80.52%
7	87.41%	88.30%	90%
28	104.65%	111.27%	123.87%

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 26 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de los especímenes de concreto son mayores a los 28 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro – Wilk) y homogeneidad de varianzas de las resistencias medias obtenidas en las probetas de mortero para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento

por una combinación de ceniza de lodo de papel y polvo de concha de coquina) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 27: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Porcentaje de vidrio	224,244	2	112,122	2,253	,221
Días de curado	11465,771	2	5732,886	115,216	,000
Error	199,030	4	49,758		
Total	11889.046	8			

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 27 se puede visualizar que el $p\text{-value} > \alpha$ ($p=0.221$, $p > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en las probetas de concreto, según porcentaje de vidrio (0%, 12% y, 15%) no son diferentes. Es decir, no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto. También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.000 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencias de los día de curado.

III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

- Arciniega y Fonseca (2004) en su tesis “utilización de vidrio reciclado en morteros” en la universidad industrial de Santander, tiene como objetivo principal “utilización de vidrio de botellas como agregado en mortero, para la obtención de un material que pueda ser empleado en la construcción” concluyo que “También, al aumentar el tamaño de las partículas de vidrio (R-30, R-50 y R-100) logra aumentar su resistencia a la comprensión, comportarse mejor la probeta con mezcla de mortero R-30 10% con un aumento de 16.83% de la resistencia con respecto al mortero normal”
- Si comparamos con respecto a este estudio que la sustitución del agregado fino es recomendable para alcanzar una buena resistencia del concreto, siendo comprobados en todas las edades ya sea con el 12% y 15% de sustitución siempre superando la resistencia la comprensión del concreto patrón
- Los resultados de Fluorescencia De Rayos X del vidrio activado mecánicamente. Dentro de sus componentes químicos más importantes a los óxidos de silicio en 64.758%, aluminio en 4.762%, calcio (CaO) en 6.408 %, estos valores permiten estimar la actividad pusiánima de este material bajo el estándar de la ASTM.
- El PH del vidrio con un valor de 9.36, el valore alcalino que permitirán la reacción con el cemento para poder alcanzar las resistencias óptimas deseables, ya que debemos tener en cuenta que la activación alcalina de materiales silicoaluminosos con disoluciones fuertemente alcalinas tras un corto periodo de curado permiten obtener un material con buenas propiedades cementantes. Según el manual de inspecciones técnicas de edificios el cemento portland tiene un PH entre 12,6 a 14, las muestras obtenidas del PH del material aglomerante a utilizar permanecen en este rango, lo cual es favorable al mantener un material alcalino lo que ayudará a mejorar la resistencia del concreto.

- Ensayos de Compresión del concreto patrón y experimentales en Porcentajes, se observa como incrementa la resistencia a medida que los días de curado son mayores, alcanzando la mayor resistencia con la sustitución del 15% (123.87% 28 días) en las diferentes edades y con el 12 % alcanzando una resistencia de (111.27% 28 días), finalmente el concreto alcanzo una resistencia de (104.65% 28 días)
- Estadísticamente por el ensayo de Turkey las Sustituciones al 12% y 15% son semejantes al Patrón lo cual nos indicaría que esta sustitución podría ser usado en remplazo del agregado fino, considerando que si se trata de reducir costos se optaría por la sustitución de un 15%.

IV. CONCLUSIONES

- ✓ Se activó mecánicamente la muestra de vidrio, logrando satisfactoriamente la similitud al agregado fino, cumpliendo con las mismas condiciones que las NTP 400.037. ya activado fue tamizado a partir de la malla nro. 4 hasta la malla nro.200 la cantidad necesaria según el diseño de mezcla, (13.90 kg).
- ✓ La composición química del vidrio, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 75.928% de componentes puzolánicos siendo estos Dióxido de Silicio (SiO_2) 64.758 %, Dióxido de Aluminio (Al_2O_3) 4.762%, óxido de Calcio (CaO) 6.408%.
- ✓ La muestra es ligeramente alcalina 9.36, en comparación con el cemento que tiene 13.28. por ende, está permitida su utilización.
- ✓ Se determinó la relación agua cemento, siendo el factor más importante en el diseño de mezclas del concreto, se tomando en cuenta el tamaño máximo nominal y tipo de agregado, llegándose a considerar la relación $A/C = 0.68$.
- ✓ Se analizó el $p\text{-value} > \alpha$ ($p=0.221$, $p > 0.05$) Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en las probetas de concreto, según porcentaje de vidrio (0%, 12% y, 15%) no son diferentes.
- ✓ Producto de la presencia de silicatos y aluminatos las sustituciones del 12% y 15% incrementaron su resistencia a los 28 días, respectivamente en comparación de un concreto patrón.
- ✓ La resistencia a la compresión obtenida del concreto patrón a los 28 días fue de 219.76 Kg/cm^2 , la resistencia del concreto con sustitución del 12% llevo a una resistencia de 233.66 Kg/cm^2 y finalmente el concreto con sustitución del 15% se logró una mayor resistencia de 260.12 Kg/cm^2 .

- ✓ También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.000 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencias del día de curado.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios comparativos de los diferentes métodos de dosificación del concreto, donde se muestre la resistencia adquirida de los especímenes de concreto y su viabilidad. También, estudiar la durabilidad y la factibilidad económica de los diferentes métodos de dosificación, para poder determinar el impacto que tendría en proyectos de ingeniería.
- Se recomienda la utilización de materiales provenientes del reciclaje en proyecto como este, debido a que favorecería a la disminución en la explotación de materias no renovables.
- Comprobar que es un material que sigue ganando resistencia, según los días de curado aumentan como 60, 120 días
- Realizar los mismos ensayos del agregado con el vidrio activado, para poder encontrar la relación agua / cemento para un mejor estudio. Ya que en esta investigación no se realizó por motivos de salud.
- Utilizar otros porcentajes mayores de sustitución del agregado fino por vidrio triturado como por ejemplo 20% y 22% para así tener un panorama más amplio sobre el tema.
- A la universidad San Pedro implementar más equipos para los diferentes ensayos y pruebas. como el PH, DFRX de cualquier material.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, Flavio. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima, Perú.

ASTM C-127. (2004). *Gravedad Especifica Y Absorción Agregado Fino*.

Recuperado de <https://es.slideshare.net/Jayagupta286/astm-c127>

ASTM C 150. (2015). *Especificación Normalizada para Cemento Portland*.

Recuperado de <https://es.slideshare.net/LuisCM3/astm-c150>

Castillo Pazmiño, Marcelo. (2010). *Utilización del Vidrio Molido como Material*.

Danny Arciniegas, Alexander Fonseca. (2014). *utilización de vidrio reciclado*

Concreto. Colombia.

D. Hidalgo y R. Calderón. (2013). *Obtención de Adoquines Fabricados Con Vidrio*

Reciclado como Agregado. Quito, Ecuador: Tesis de Título, Ing. Mecánico,

Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional.

Marcelo Castillo, (2010). *Investigación de la Utilización del Vidrio Molido como Material*

De construcción y técnicas constructivas. Isla Santa Cruz, Ecuador.

María García, Ana Morales. (2014). *Análisis de la resistencia a la compresión de un*

Concreto $f'c$ 250 kg/cm² sustituyendo 20% de cemento por vidrio molido.

NTP 400.012. (2001). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*.
Recuperado de:
[http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_p
eruana_dos.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_p
eruana_dos.pdf)

NTP 400.037. (2001). *Análisis granulométrico del agregado grueso*.

Rivera, G (2011). *Concreto Simple*. Cauca, Colombia.

Salazar, A (2010). *Abordando el tema de los eco materiales desde la ciencia y la
tecnología*. Cali, Colombia. Recuperado de:
[http://www.ecoingenieria.org/docs/Abordando el tema de los ecomateriales.pdf](http://www.ecoingenieria.org/docs/Abordando_el_tema_de_los_ecomateriales.pdf)

VII. APENDICES Y ANEXOS.



Ilustración01: recolección de vidrio mediante el reciclaje.



Ilustración 02: muestra de vidrio, activado.



Ilustración 03: TMN del agregado.



Ilustración 04: tamices usados para el agregado.

Ilustración 05: preparación y limpieza de moldes.



Ilustración 06: determinación del slump.



Ilustración 07: llenado de moldes con muestra preparada.



Ilustración 08: enrazado de sobrante de concreto.



Ilustración 0 9: curado de muestras.



Ilustración 10: ruptura de muestra.