

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Análisis comparativo de concreto simple tradicional con concreto
reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para
uso en veredas en Pomalca – 2022**

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

AUTOR

Juan Joseph Teran Luna

ASESOR

Gian Franco Perez Garavito

<https://orcid.org/0000-0002-0745-8685>

Chiclayo, 2024

**Análisis comparativo de concreto simple tradicional con
concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio
molido y RCD para uso en veredas en Pomalca – 2022**

PRESENTADA POR

Juan Joseph Teran Luna

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Joaquin Hernan Rojas Oblitas

PRESIDENTE

Segundo Guillermo Carranza Cieza

SECRETARIO

Gian Franco Perez Garavito

VOCAL

Dedicatoria

Primero quiero agradecer a Dios por cuidarme siempre a mí y a mi familia.
Agradecer también a mis padres Juan y Graciela por la formación y educación que me dieron y que sin ellos no estaría donde estoy ahora en la vida.
También a mis hermanos Brayan y Vanessa que me alentaban siempre a superarme cada día.
También a mis pequeñas sobrinas que me sacaban una sonrisa cuando más lo necesitaba.
Finalmente, a mi amiga Vania Vilcahuamán por alentarme y porque me brindó su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

Agradecimientos

Principalmente a Dios y a mi familia por ser un pilar fundamental en mi vida personal y académica.
A todos mis docentes de la USAT por la correcta formación profesional que me dieron, lo cual me ha permitido caminar con esta investigación satisfactoriamente.
A mi asesor el Ing. Gian Pérez por guiarme en esta investigación y por todos sus consejos brindados.
Al laboratorista Henry Rivadeneyra por guiarme y apoyarme en cada ensayo que hice en esta tesis.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 9% |
| 2 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 3 | tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante | <1% |
| 5 | Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante | <1% |
| 6 | repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 7 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | <1% |
| 8 | Submitted to uncedu Trabajo del estudiante | <1% |

Índice

| | |
|---------------------------------|-----|
| Resumen..... | 12 |
| Abstract..... | 13 |
| Introducción..... | 14 |
| Revisión de la Literatura..... | 20 |
| Materiales y Métodos..... | 53 |
| Resultados y Discusión | 87 |
| Conclusiones | 136 |
| Recomendaciones | 138 |
| Referencias Bibliográficas..... | 139 |
| Anexos..... | 144 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura N° 1: Temperatura máxima y mínima promedio | 43 |
| Figura N°2: Configuración de la carga y rotura por tracción indirecta | 48 |
| Figura N°3: Balanza..... | 58 |
| Figura N°4: Cucharón | 58 |
| Figura N°5: Brocha | 58 |
| Figura N°6: Rastrillo | 58 |
| Figura N°7: Tamices | 58 |
| Figura N°8: Horno..... | 59 |
| Figura N°9: Recipientes | 59 |
| Figura N°10: Muestra de vidrio para realizar el ensayo..... | 59 |
| Figura N°11: Cada tamiz con su muestra retenida de vidrio..... | 59 |
| Figura N°12: Fiola..... | 61 |
| Figura N°13: Gramera..... | 61 |
| Figura N°14: Muestra para el ensayo..... | 61 |
| Figura N°15: Peso de la fiola | 61 |
| Figura N°16: Peso de la fiola + peso de la muestra + peso del agua..... | 61 |
| Figura N°17: Moldes de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura..... | 67 |
| Figura N°18: Varilla..... | 67 |
| Figura N°19: Martillo de goma | 67 |
| Figura N°20: Peso unitario suelto húmedo 1 del RCD | 68 |
| Figura N°21: Peso unitario suelto húmedo 2 del RCD | 68 |
| Figura N°22: Peso unitario compactado húmedo 1 del RCD..... | 68 |
| Figura N°23: Peso unitario compactado húmedo 2 del RCD..... | 68 |
| Figura N°24: Canastilla..... | 70 |
| Figura N°25: Peso de la muestra superficialmente seca..... | 72 |
| Figura N°26: Peso de la muestra sumergida al agua..... | 72 |
| Figura N°27: Peso de la muestra seca | 72 |
| Figura N°28: Muestra siendo lavada por la malla N°200 | 73 |
| Figura N°29: Cada tamiz con su muestra retenida | 73 |
| Figura N°30: Muestra seca junto con los tamices | 73 |
| Figura N°31: Peso unitario suelto húmedo 1 del agregado fino..... | 75 |
| Figura N°32: Peso unitario suelto húmedo 2 del agregado fino..... | 75 |
| Figura N°33: Fiolas con la muestra..... | 76 |
| Figura N°34: Condición SSS | 76 |

| | |
|---|-----|
| Figura N°35: Muestra seca..... | 76 |
| Figura N°36: Muestra saturada | 76 |
| Figura N°37: Cuarteo del agregado grueso | 77 |
| Figura N°38: Peso de la muestra cuarteada + tara | 77 |
| Figura N°39: Peso de la muestra húmeda + tara | 78 |
| Figura N°40: Peso de la muestra seca | 78 |
| Figura N°41: Peso unitario suelto húmedo 1 del agregado grueso | 79 |
| Figura N°42: Peso unitario suelto húmedo 2 del agregado grueso | 79 |
| Figura N°43: Peso unitario compactado húmedo 1 del agregado grueso..... | 79 |
| Figura N°44: Peso unitario compactado húmedo 2 del agregado grueso..... | 79 |
| Figura N°45: Peso de la muestra superficialmente seca..... | 80 |
| Figura N°46: Peso de la muestra seca | 80 |
| Figura N°47: lavado de la muestra..... | 80 |
| Figura N°48: Peso de la muestra sumergida | 80 |
| Figura N°49: Temperatura del concreto..... | 81 |
| Figura N°50: Peso unitario del concreto | 82 |
| Figura N°51: Probetas recién vaciadas..... | 83 |
| Figura N°52: Compresora | 84 |
| Figura N°53: Falla por tracción indirecta..... | 85 |
| Figura N°54: Falla a un lado de la probeta por tracción indirecta | 85 |
| Figura N°55: Marcado de los puntos tercios | 86 |
| Figura N°56: Falla por flexión | 86 |
| Figura N°57: Abrasión al concreto..... | 87 |
| Figura N°58: Curva granulométrica del vidrio molido | 88 |
| Figura N°59: Curva granulométrica del RCD..... | 90 |
| Figura N°60: Curva granulométrica del agregado fino | 93 |
| Figura N°61: Curva granulométrica del agregado grueso..... | 95 |
| Figura N°62: Curva de F'c: 175 – concreto con 5% V y 10, 20 y 30% de RCD | 113 |
| Figura N°63: Curva de F'c: 175 – concreto con 10% V y 10, 20 y 30% de RCD | 114 |
| Figura N°64: Curva de F'c: 175 – concreto con 10% V y 10, 20 y 30% de RCD | 115 |
| Figura N°65: Resistencia a la tracción indirecta | 116 |
| Figura N°66: Resistencia a la Flexión..... | 117 |
| Figura N°67: Resistencia a la abrasión | 118 |
| Figura N°68: Grafico de resistencia a la compresión – precios del concreto..... | 125 |
| Figura N°69: Ubicación del departamento de Lambayeque | 150 |

| | |
|--|-----|
| Figura N°70: Ubicación de la provincia de Chiclayo..... | 150 |
| Figura N°71: Ubicación de Pomalca..... | 151 |
| Figura N°72: Ubicación de la Urb. Miraflores..... | 151 |
| Figura N°73: Área de influencia directa del AH Sagrado Corazón | 155 |
| Figura N°74: Área de influencia indirecta de la Urb. Miraflores..... | 156 |
| Figura N°75: Jardines aledaños a los predios obtenido por Google Earth..... | 158 |
| Figura N°76: Jardines cercanos a los predios obtenido por Google Earth..... | 159 |
| Figura N°77: Matrícula por nivel educativo, tipo de gestión y por UGEL Earth | 162 |
| Figura N°78: Matriz de Convergencia | 170 |
| Figura N°79: Jerarquía de los factores | 173 |
| Figura N°80: Matriz de Leopold | 175 |
| Figura N°81: Jerarquía de los responsables de los programas y subprogramas a ser ejecutados..... | 182 |
| Figura N°82: Estructura del Plan de Gestión del Manejo Ambiental. | 183 |
| Figura N°83: Código de colores de los dispositivos de Almacenamiento de los Residuos. | 185 |
| Figura N°84: Matriz de Consistencia..... | 199 |
| Figura N°85: Residuos de construcción y demolición en la carretera hacia Pomalca | 200 |
| Figura N°86: Índice de precios de materiales de construcción anual..... | 201 |
| Figura N°87: Variación % mensual del índice de precios de materiales de construcción | 201 |
| Figura N°88: Índice de precios de materiales de construcción, Octubre 2022 | 201 |
| Figura N°89: Calles en la zona de Miraflores donde carecen de veredas | 202 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla N°1: Composición de los vidrios comerciales | 41 |
| Tabla N°2: Composición e información sobre los componentes | 42 |
| Tabla N°3: Clasificación de residuos de construcción y demolición | 44 |
| Tabla N°4: Requisitos para pavimentos especiales | 47 |
| Tabla N°5: Requerimiento de agregado grueso para bases de concreto hidráulico | 51 |
| Tabla N°6: Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra | 51 |
| Tabla N°7: Resistencia promedio a la compresión requerida | 52 |
| Tabla N°8: Estándares de control de concreto para $F'c \leq 35$ MPa | 52 |
| Tabla N°9: Muestra para ensayo de resistencia a la compresión | 54 |
| Tabla N°10: Muestra para ensayo de resistencia a la tracción indirecta | 54 |
| Tabla N°11: Muestra para ensayo de resistencia a la flexión..... | 55 |
| Tabla N°12: Muestra para ensayo de durabilidad por abrasión | 55 |
| Tabla N°13: Variables y Operacionalización..... | 56 |
| Tabla N°14: Técnicas de recolección de datos..... | 57 |
| Tabla N°15: Instrumentos de recolección de datos | 57 |
| Tabla N°16: Recolección de datos de granulometría del vidrio molido | 60 |
| Tabla N°17: Recolección de datos del peso específico del vidrio molido | 62 |
| Tabla N°18: Recolección de datos de la granulometría del RCD | 64 |
| Tabla N°19: Recolección de datos del contenido de humedad del RCD | 66 |
| Tabla N°20: Recolección de datos del peso unitario suelto y compactado del RCD..... | 69 |
| Tabla N°21: Recolección de datos del peso específico y grado de absorción del RCD..... | 72 |
| Tabla N°22: Recolección de datos de la granulometría del agregado fino | 74 |
| Tabla N°23: Recolección de datos del contenido de humedad del agregado fino | 74 |
| Tabla N°24: Recolección de datos del peso unitario suelto y compactado del agregado fino | 75 |
| Tabla N°25: Recolección de datos del peso específico y grado de absorción del agregado fino..... | 76 |
| Tabla N°26: Recolección de datos de la granulometría del agregado grueso | 77 |
| Tabla N°27: Recolección de datos del contenido de humedad del agregado grueso | 78 |
| Tabla N°28: Recolección de datos del peso unitario compactado del agregado grueso | 79 |
| Tabla N°29: Recolección de datos del peso específico y grado de absorción del agregado grueso | 80 |
| Tabla N°30: Recolección de datos del asentamiento | 81 |
| Tabla N°31: Recolección de datos de la temperatura..... | 82 |
| Tabla N°32: Recolección de datos del peso unitario del concreto fresco | 82 |
| Tabla N°33: Recolección de datos de resistencia a la compresión | 84 |
| Tabla N°34: Recolección de datos de resistencia a la tracción indirecta | 85 |

| | |
|---|------|
| Tabla N°35: Recolección de datos de resistencia a la flexión..... | 86 |
| Tabla N°36: Recolección de datos del ensayo de abrasión | 87 |
| Tabla N°37: Granulometría del agregado fino | 88 |
| Tabla N°38: Peso específico del vidrio | 89 |
| Tabla N°39: Granulometría del RCD..... | 90 |
| Tabla N°40: Contenido de Humedad del RCD | 91 |
| Tabla N°41: Peso unitario suelto y compactado del RCD | 91 |
| Tabla N°42: Peso específico y absorción del RCD..... | 92 |
| Tabla N°43: Granulometría del agregado fino | 92 |
| Tabla N°44: Contenido de humedad del agregado fino | 93 |
| Tabla N°45: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino..... | 94 |
| Tabla N°46: Peso específico y absorción del agregado fino | 94 |
| Tabla N°47: Granulometría del agregado grueso..... | 95 |
| Tabla N°48: Contenido de humedad del agregado grueso | 96 |
| Tabla N°49: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso | 96 |
| Tabla N°50: Peso específico y absorción del agregado grueso..... | 97 |
| Tabla N°51: Contenido de sales solubles, cloruros y sulfatos del RCD | 97 |
| Tabla N°52: Resistencia a la compresión promedio | 98 |
| Tabla N°53: Selección de asentamiento..... | 99 |
| Tabla N°54: Contenido de aire atrapado | 99 |
| Tabla N°55: Volumen unitario de agua..... | 100 |
| Tabla N°56: Relación agua/cemento por resistencia..... | 100 |
| Tabla N°57: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto | 102 |
| Tabla N°58: Resistencia de las muestras de la desviación estándar..... | 108 |
| Tabla N°59: Promedio de las F'c de las 60 muestras..... | 109 |
| Tabla N°60: Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra..... | 109 |
| Tabla N°61: Estándares de control de concreto para $F'c \leq 35$ MPa | 110 |
| Tabla N°62: Asentamiento o Slump..... | 110 |
| Tabla N°63: Pesos unitarios del concreto fresco..... | 111 |
| Tabla N°64: Variación de la temperatura..... | 112 |
| Tabla N°65: Resistencia a la compresión del concreto – 5% V con 10%, 20% y 30% RCD..... | 112 |
| Tabla N°66: Resistencia a la compresión del concreto – 10% con 10%, 20% y 30% | 113 |
| Tabla N°67: Resistencia a la compresión del concreto – 5% con 10%, 20% y 30% | 114 |
| Tabla N°68: Resistencia a la tracción indirecta..... | 1166 |
| Tabla N°69: Resistencia a la Flexión | 117 |

| | |
|--|-----|
| Tabla N°70: Resistencia a la Abrasión del concreto | 118 |
| Tabla N°71: Costo unitario solo del transporte y carguío del RCD | 119 |
| Tabla N°72: Costo unitario de la obtención de 1m3 de RCD | 120 |
| Tabla N°73: Costo unitario solo del empaquetado de botellas de vidrio | 120 |
| Tabla N°74: Costo unitario de la obtención de 1m3 de vidrio molido..... | 120 |
| Tabla N°75: Costo unitario del concreto patrón..... | 121 |
| Tabla N°76: Costo unitario del concreto con 5% vidrio y 10% RCD..... | 121 |
| Tabla N°78: Costo unitario del concreto con 5% vidrio y 30% RCD..... | 122 |
| Tabla N°77: Costo unitario del concreto con 5% vidrio y 20% RCD..... | 122 |
| Tabla N°79: Costo unitario del concreto con 10% vidrio y 10% RCD..... | 122 |
| Tabla N°81: Costo unitario del concreto con 10% vidrio y 30% RCD..... | 123 |
| Tabla N°80: Costo unitario del concreto con 10% vidrio y 20% RCD..... | 123 |
| Tabla N°82: Costo unitario del concreto con 15% vidrio y 10% RCD..... | 123 |
| Tabla N°83: Costo unitario del concreto con 15% vidrio y 20% RCD..... | 123 |
| Tabla N°84: Costo unitario del concreto con 15% vidrio y 30% RCD..... | 124 |
| Tabla N°85: Acciones más agresivas de la EIA..... | 125 |
| Tabla N°86: Acciones menos agresivas de la EIA..... | 126 |
| Tabla N°87: Factores más frágiles de la EIA | 126 |
| Tabla N°88: Factores menos frágiles de la EIA | 126 |
| Tabla N°89: Comparación de las propiedades físicas de los residuos de construcción y demolición (RCD)..... | 126 |
| Tabla N°90: Comparación de las propiedades físicas del vidrio molido | 127 |
| Tabla N°91: Comparación del asentamiento (slump) | 128 |
| Tabla N°92: Comparación del peso unitario del concreto en estado fresco..... | 129 |
| Tabla N°93: Comparación de la resistencia a la compresión del concreto | 130 |
| Tabla N°94: Comparación de la resistencia a la tracción del concreto | 131 |
| Tabla N°95: Comparación de la resistencia a la flexión del concreto..... | 132 |
| Tabla N°96: Comparación de la durabilidad por abrasión del concreto | 133 |
| Tabla N°97: Comparación económica del concreto tradicional con el reciclado..... | 134 |

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo principal determinar los porcentajes más óptimos del vidrio molido incoloro y del RCD reemplazando estos agregados reciclados por los agregados naturales en un concreto simple de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo en un 5%, 10% y 15% la arena por el vidrio y en un 10%, 20% y 30% la piedra chancada por el concreto triturado (RCD). El procedimiento se inició determinando las características de los agregados naturales y reciclados para realizar así el diseño de mezcla y posterior a ello producir las probetas del concreto patrón y del concreto modificado. Los ensayos que se realizaron fueron Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado; resistencia a la tracción indirecta y flexión a los 28 días de curado y finalmente un ensayo de durabilidad por abrasión al concreto que también se realizó pasando los 28 días de curado. Se obtuvo de resultado que el mejor porcentaje de vidrio y RCD que se puede reemplazar es el de 10% de Vidrio y 20% de RCD ya que dio una resistencia a la compresión de 251 kg/cm^2 ; para el ensayo a tracción indirecta el mejor resultado fue el del concreto con 5% Vidrio y 10% RCD ya que al aumentar el agregado reciclado más iba bajando la resistencia y finalmente para el ensayo a flexión el mejor porcentaje fue el de 10% Vidrio y 30% RCD. Cabe mencionar que en el ensayo por abrasión al concreto el menor porcentaje de desgaste fue el concreto con 5% Vidrio y 30% de RCD.

Palabras Clave: Concreto Simple, Vidrio Molido, RCD, Resistencia, Agregado.

Abstract

The main objective of this research is to determine the most optimal percentages of colorless ground glass and RCD, replacing these recycled aggregates with natural aggregates in a simple concrete of $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, substituting 5%, 10% and 15 % sand for glass and 10%, 20% and 30% crushed stone for crushed concrete (RCD). The procedure began by determining the characteristics of the natural and recycled aggregates in order to carry out the mix design and, after that, produce the standard concrete and modified concrete specimens. The tests that were carried out were Compression resistance at 7, 14 and 28 days of curing; indirect tensile strength and flexion at 28 days of curing and finally a concrete abrasion durability test that was also carried out after 28 days of curing. The result was obtained that the best percentage of glass and RCD that can be replaced is 10% Glass and 20% RCD since it gave a compressive strength of 251 kg/cm^2 ; For the indirect tensile test, the best result was that of concrete with 5% Glass and 10% RCD, since as the recycled aggregate increased, the resistance decreased, and finally, for the flexural test, the best percentage was 10% Glass and 30% RCD. It is worth mentioning that in the concrete abrasion test the lowest percentage of wear was concrete with 5% Glass and 30% RCD.

Keywords: Plain Concrete, Ground glass, RCD, Resistance, Aggregate

Introducción

La construcción es una de las industrias más importantes y uno de los mayores consumidores de materiales que generan una gran cantidad de residuos, el cual la gran mayoría no son reciclables [1].

Es por ello que existe una necesidad de mejorar el impacto ambiental de la producción de concreto. Por eso, estos últimos años se han realizado investigaciones utilizando residuos de construcción y demolición (RCD) como una alternativa para reemplazar a los agregados naturales para así reducir el impacto ambiental y también el aspecto económico. Por ello Glinka y Vedolla afirman que: la reutilización de materiales es un proceso más sencillo, que se beneficia desde la perspectiva económica y medioambiental. Por ello, es necesario empezar por la reutilización de materiales y componentes de construcción, para que en un futuro también podamos apostar por el reciclaje [2].

Este problema de la contaminación con residuos de construcción se puede evidencia en cualquier lugar. Por ejemplo, en Colombia según cifras del plan de manejo de residuos sólidos se están produciendo alrededor de 8000 toneladas de RCD por día, situación que es necesario controlar ya que el ciclo termina en los vertederos, orillas del río o quebradas [3].

Otro caso sería el del Chile, ya que el RCD es el residuo más generado en ese país y esto ha ido en aumento año tras año; el paradero de estos residuos son vertederos ilegales, el cual hay más ilegales que legales, es por esta problemática que no existe los controles adecuados para la recolección de RCD [1].

Otro caso similar es en el Perú, dado que el problema de los residuos de construcción y demolición no es la excepción, se han desarrollado métodos a las que beneficia al impacto ambiental en el sector de la construcción, ya sea la rehuso de recursos, el proceso de mejoramiento de residuos, el aprovechamiento de los residuos, etc. [4].

Por otra parte, Bazán afirma que: en el Perú, los residuos de la construcción y demolición no reciben suficiente atención por parte de las autoridades; es decir, no existe un proyecto fijo de manejo y disposición de residuos que nos deje reutilizar los potenciales servicios que podemos obtener de ellos [5].

Aun así, algunos departamentos del país presentan problemas respecto a este tema, por esta razón Teque analizo en un distrito de Lambayeque que está siendo afectado por la acumulación de residuos de construcción y demolición, esto debido al aumento del sector construcción en el distrito de San José. Estos problemas están causando daño del paisaje, polución del suelo y mal aspecto [6].

Es por eso que esta investigación puede reducir la contaminación ambiental de residuos de construcción y demolición (RCD) utilizándolos como agregados de un concreto simple. Este agregado simplemente se tiene que reciclar, ya que en todo Chiclayo vemos montones de estos residuos en terrenos abandonados, descampados, áreas libres, como se puede ver en el *Anexo 3*.

No es la primera vez que se intenta reemplazar estos residuos de construcción y demolición por los agregados naturales en el concreto, ya que Reyes O. reemplazó parcialmente estos agregados naturales por reciclados a su concreto para vías peatonales en Lima en el 2018, el cual logró una resistencia deseada para su proyecto. Utilizó diferentes porcentajes de agregado reciclado y llegó a la conclusión que con un 25% de estos residuos reciclables igualo una resistencia de 175kg/cm² en 28 días [4].

Sabiendo este estudio, se puede decir que al utilizar estos residuos parcialmente se puede llegar a igualar la resistencia requerida y también ayudara a economizar el concreto ya que vas a utilizar menos agregados naturales esto por el alza de los precios de los agregados.

Por una parte, se tiene a los residuos de las cuales ya se ha mencionado que son los residuos de construcción y demolición, pero también existen los residuos inorgánicos que son los vidrios. Debido al incremento de los pobladores en los centros urbanos ha incrementado la generación de residuos de vidrio posconsumo en su principal presentación, la botella de vidrio, la cual satura a los vertederos, contaminando las fuentes de agua por su inadecuada disposición [7].

Por ejemplo, Mareros y Pérez afirman que los frascos de vidrio, que es un material duradero y a la vez bastante débil, está sujeta a grandes daños, porque todos sus componentes contaminan el suelo y dañan al medio ambiente, ya que tardan unos 4000 años en descomponerse [8].

Es por eso que uno de los sectores más grandes como es la construcción debe empezar a innovar mucho más y darle un buen uso a este material que es 100% reciclable. Por ello

Almeida y Trujillo afirman que: el vidrio es un material sostenible y que la utilización de vidrio molido, dentro del campo de la Ingeniería Civil, ha tenido grandes usos entre las cuales ha servido como material de seguridad en tuberías o como agregado en la elaboración de baldosas [9].

Teniendo en cuenta el problema que el vidrio genera al ambiente, se puede también solucionar este problema de la misma manera que se soluciona el inconveniente de los residuos de construcción y demolición, y es simplemente reciclando este material y reutilizándolo en concreto simple.

Por esta razón, ya hay investigaciones sobre esta reutilización de este residuo. Guerson M. estudió la influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto comparándolo con un concreto tradicional, el cual reemplazo por un 5%, 10% y 15% como un reemplazo del cemento, los resultados salieron positivos ya que el vidrio mejora la absorción de humedad y la resistencia dando mayor durabilidad [10].

Sabiendo este estudio, se puede decir que el concreto al utilizar vidrio molido, ayudará a reciclar este material, pero también aportará a economizar más nuestro concreto y también se puede alcanzar una resistencia adecuada.

Ahora bien, como se sabe que tanto los residuos de construcción y demolición (RCD) y el vidrio son de preocupación por la contaminación que generan, puede ser reutilizarlos en construcción, ya que es uno de los sectores más importante en nuestro país económicamente. Dado que en el sector construcción peruano emplea, principalmente, el concreto como material de ingeniería, se cree conveniente que este proyecto se realice en base al concreto, produciendo así un concreto reciclado con residuos de construcción y demolición (RCD) y vidrio molido. Para así tener un material de construcción viable, ecológico y económico ya que los materiales reemplazan parcialmente a los agregados naturales del concreto.

Como se sabe, este último año el alza de los materiales de construcción ha sido notoria para todas las personas, entidades públicas y privadas. Por ello según lo analizando en la página de la INEI se puede afirmar que el índice de precios de los materiales de construcción ha aumentado desde el 2020 hasta ahora en la actualidad [11].

En el **Anexo 4** se verá, según INEI, la variación de los índices de precios de materiales de construcción en donde se ve un incremento desde el 2020 hasta el 2022.

Dicho aumento se debe a la raíz de la Pandemia que atravesó en el 2020 lo que afectó a la industria de la construcción. Además de todos los problemas que se ha hablado anteriormente, se ha buscado opciones o alternativas para la viabilidad y disminución de la contaminación del medio ambiente, de esta manera se plantea la percepción o idea en esta propuesta de contribuir a la búsqueda de una construcción viable y sostenible, buscando una gran repercusión en este campo de ingeniería que aporte a elaborar más obras de construcción con el aprovechamiento de concreto reciclado de vidrio incoloro y RCD, es por ello que se ha visto factible la utilización de estos recursos en una zona en la localidad de Pomalca. Ya que según SIGERSOL, en dicho distrito se produce 250.07 Ton/año de vidrio, el cual se divide en vidrio transparente (83.75 ton/año), vidrio de color marrón, verde, azul (84.94 ton/año) y vidrios de ventana (81.38 ton/año), también podemos decir que este distrito produce gran cantidad de RCD (229.15 ton/año). Sabiendo estos datos y dado que en algunos sectores carecen de veredas, se cree conveniente realizar esta investigación para poder aportar a la reducción del uso de nuevos agregados vírgenes y reutilizar los materiales que aún pueden servir para estos casos.

Sabiendo esto, podemos decir que este estudio sobre el concreto reciclado puede servir para realizar este tipo de obras que aun la municipalidad de Pomalca no realiza. Además, según la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS especifica que el concreto debe ser mayor o igual a $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, pero utilizando estos residuos parcialmente como reemplazo de agregado fino y grueso, se puede llegar hasta 210 kg/cm^2 en el concreto, ya que el vidrio nos ayudara a mejorar la resistencia en el concreto y ayudara a economizar nuestra mezcla ya que al reemplazar una cantidad de agregados finos y gruesos con los agregados naturales nuestro costo bajara.

Además, de evaluar el aspecto económico de la mezcla se evaluará el concreto en el aspecto fresco y endurecido el cual tiene los ensayos de: resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión. Para esta investigación no se considerará agregarle algún tipo de aditivo a la mezcla ya que el vidrio molido es un aditivo artificial, además si agregamos algún tipo de aditivo químico, este tema de investigación quedaría muy desviada de nuestro enfoque.

Finalmente, por todas estas razones se cree conveniente realizar este proyecto para poder evitar el problema de la contaminación y el tema económico por el alza de precios en los materiales. Además, es una alternativa beneficiosa ecológicamente y económicamente ya que el vidrio y el RCD reemplazarán a los agregados del concreto para así llegar a una resistencia

óptima para el uso que se le va a dar. Además de solucionar un problema que ya se lleva arrastrando varios años con esa población que carecen de veredas en sus calles como podemos ver en el *Anexo 5*. Esta propuesta de concreto reciclado sería una buena alternativa para solucionar el problema de esta zona en el distrito de Pomalca.

Formulación del problema

¿De qué manera será beneficioso el uso del concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD en vez del concreto simple tradicional para el uso de veredas en Pomalca?

Justificación

Un problema latente en todo el Perú sería la contaminación de residuos de construcción y también por botellas de vidrio, por eso al utilizar este concreto reciclado estaríamos minimizando estos residuos y a su vez le estaríamos dando otra vida útil en el factor de la construcción, además si se utilizaría para obras no estructurales utilizaríamos abundantes cantidades de estos residuos y así aminorar la contaminación al utilizar este concreto reciclado para dichas obras.

A parte de eliminar esta problemática de la contaminación y la economía del concreto, agregaremos una necesidad pública y esta es la falta de veredas en algunas zonas del distrito de Pomalca. Es por ello que según la norma CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, el $f'c$ debe ser mayor o igual a 175kg/cm^2 cosa que al reemplazar los agregados naturales con los agregados reciclados parcialmente puedes cumplir este requisito y posiblemente llegar a un $f'c$ de 210 kg/cm^2 .

Debido a la reutilización de materiales, la municipalidad de Pomalca puede recurrir a este estudio y utilizar este tipo de concreto reciclado para beneficiar a sus pobladores de la Urb. Miraflores el cual aún carecen de esta obra pública. Por esto, se cree conveniente realizar esta propuesta de proyecto justificable por lo siguiente:

En el aspecto Técnico, la fabricación de este concreto reciclado reemplazando diferentes porcentajes de vidrio molido incoloro y RCD como reemplazo parcial de los agregados puede llegar a desarrollar las propiedades mecánicas satisfactoriamente utilizando el cemento tipo I

que es el cemento general y así poder puede igualar o incluso superar la resistencia requerida para un pavimento urbano que es de 175 kg/cm².

En el aspecto económico, ayudara a evitar los altos costos de los agregados, ya que según el INEI los precios de los agregados en el mes de agosto del 2022 han subido en un 0.87%. Entonces al reemplazar estos agregados por material reciclable como RCD y vidrio molido, beneficiará la economía del distrito de Pomalca y también el reciclaje; aun reemplazando los agregados naturales por losreciclables la resistencia del concreto será óptima para las zonas afectadas.

En el aspecto ambiental, va a disminuir la cantidad de desperdicios de construcción y demolición y también la cantidad de botellas de vidrio que hay en todo Lambayeque. Así mismo, se utilizará el reciclaje para disminuir dichos residuos y reutilizarlos en un concreto reciclado, esto con el objetivo de enriquecer la calidad de vida de los pobladores del distritode Pomalca.

En el aspecto urbanístico, utilizaremos para este concreto los residuos que se encuentran en la carretera hacia Pomalca, para que así tenga un mejor aspecto la entrada de ese distrito. Al utilizar este concreto en veredas, se considera que tendrá una mejor apariencia en la zona afectada en el distrito de Pomalca

Cabe mencionar que esta investigación va a contribuir a la población afectada que aún no cuenta con esta obra pública, otra contribución seria el reciclaje de RCD y vidrio para así reutilizarlos en el concreto reciclado, cabe mencionar que el costo de este concreto bajará si se utiliza grandes cantidades de este material, entonces la municipalidad de Pomalca deberá tomar en cuenta esta propuesta para realizar dichas obras públicas que aún no se llega a realizar.

Los principales beneficiarios será la población que vive en este distrito porque en algunas zonas no cuentan con veredas, es por ello que la municipalidad debe realizar esta obra para darles una mejor calidad de vida a su población. También se beneficiará la misma municipalidad por el costo que le saldría realizar este tipo de concreto.

Objetivos de Investigación

Objetivo General

Determinar los porcentajes más óptimos mediante el diseño de mezcla para un concreto simple de $f'c=175$ kg/cm² reemplazando parcialmente al agregado fino por el vidrio molido en un 5, 10 y 15% y al agregado grueso por el RCD en un 10, 20 y 30% para la utilización de veredas.

Objetivos Específicos

- Determinar las características de los agregados finos, gruesos, el vidrio y de los residuos de construcción y demolición.
- Elaborar el diseño de mezcla para el concreto simple y también del concreto reciclado usando los diferentes porcentajes de vidrio molido y del RCD reemplazando al agregado fino y grueso.
- Evaluar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto patrón y del concreto simple reciclado utilizando diferentes porcentajes de vidrio molido incoloro y RCD a los 7, 14 y 28 días.
- Analizar la durabilidad del concreto reciclado con vidrio molido incoloro y RCD en diferentes porcentajes establecidos mediante el ensayo de abrasión.
- Analizar económicamente la muestra del concreto patrón y el concreto reciclado con vidrio molido incoloro y RCD.
- Elaborar una Evaluación de Impacto Ambiental.

Revisión de la Literatura

Antecedentes Internacionales:

Artículo científico: *Utilización de residuos de construcción y demolición como agregados reciclados en concreto 2016 (Malasia)*

Shahiron y Mohamad, afirman que esta investigación, realizada por ingenieros de concreto, quienes sugieren un posible tratamiento y reutilización adecuada como agregados de concreto nuevo, especialmente para aplicaciones de bajo nivel. En esta investigación se busca hallar una resistencia óptima del concreto en estado fresco y endurecido utilizando diferentes tamaños de agregados. Así que esta investigación se centra principalmente en la efectividad de uso de agregados reciclados como sustitución

de los áridos comunes en el concreto. Entonces, como utilizaran agregados reciclados, es normal que tengan mayor absorción de agua y una gravedad específica más baja, como también su porosidad es mucho mayor que los agregados naturales. Debido a este problema, utilizaron resina epoxica para cubrir la superficie de los agregados y minimizar la absorción de agua. Una vez que se tienen los agregados reciclados, pasan por la máquina trituradora y finalmente estos son tratados con la resina epoxica para reducir la absorción del agua en el interior del árido. Los tamaños de los agregados para las probetas fueron de 5mm, 10mm, 14mm, 20mm y 37.5mm. Para la prueba de asentamiento, el valor más alto de asentamiento fue de 50mm para un tamaño de agregado de 5mm y 10mm y el valor de asentamiento más bajo fue de 40mm para los tamaños de 20mm y 37.5mm. Para la prueba de tracción, la resistencia más baja fue en el agregado de 5mm y dio una resistencia de 1,24MPa. En los agregados de 10mm, 14mm y 20mm se registró la mayor resistencia con 2,2 MPa, 1.86MPa y 2.14MPa, mientras que en el agregado de 37.5mm su resistencia fue de 1,77MPa. En la resistencia a la compresión, las testigos curados 7 días nos dios estos resultados: 14MPa (5mm), 29.6MPa (10mm), 31.3MPa (14mm), 33.1MPa (20mm) y 32.5MPa (37.5mm). Y las probetas curadas los 28 días nos dio estos resultados: 13.8MPa (5mm), 41.1MPa (10mm), 37.8MPa (14mm), 38.8MPa (20mm) y 37.7MPa (37.5mm), entonces podemos decir que mientras mayor sea el tamaño de los áridos reutilizados, mayor será la resistencia a la compresión. Finalmente podemos concluir de este estudio científico que los resultados óptimos para la prueba de tracción, resistencia a la compresión es utilizar el agregado de 10mm de tamaño ya que con ese tamaño se obtuvieron cifras más altas en la prueba de compresión y tracción y en la prueba de absorción estuvo entre las menores [12].

Artículo Científico: *Comportamiento de los materiales de hormigón que contiene áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición (India)*

Shanko en su investigación evalúa el rendimiento de los materiales de hormigón que contiene agregados reciclados como sustituto de los agregados convencionales en diversas tasas para materiales de agregados grueso y finos. La tasa de sustitución varía para identificar la mejor versión del concreto, esta sustitución se realizó del 0 al 100% y se han analizado sus efectos. Cabe recalcar que esta sustitución va a depender de las condiciones y el propósito de los proyectos de ingeniería. Se ejecutó la prueba de trabajabilidad (asentamiento), resistencia a la compresión y de permeabilidad, cabe resaltar que los

agregados finos y gruesos fueron reemplazados por los residuos de construcción y demolición en 0 al 100%. Para el ensayo de trabajabilidad o asentamiento el concreto con sus agregados tradicionales dio un asentamiento de 2.505 cm, cuando se agregó un 10% de RCD su asentamiento nos dio un resultado de 2.612 cm, cuando se agregó un 20% se obtuvo un 2.725 cm, cuando se agregó 30% nos dio 2.851 cm de asentamiento; cada vez que se le agrega más porcentaje de RCD su trabajabilidad va aumentando y cuando llega al 100% de reemplazar el agregado fino con el RCD nos dio un asentamiento de 4.224 cm. Ahora al reemplazar el RCD con el agregado grueso en un 10% nos dio un asentamiento de 2.632 cm, cuando agregamos un 20% nos dio 2.885 cm y con un 30% nos dio 2.951 cm y así va aumentando hasta que se reemplaza un 100% y el resultado fue de 4.301 cm. Se puede concluir de este ensayo que al reemplazar el agregado grueso o fino con el RCD tu trabajabilidad aumentara, pero hay una mínima diferencia con el agregado grueso ya que este es mayor. En el ensayo a la compresión se realizó de la misma manera, el agregado fino y grueso fueron reemplazados con el RCD en diferentes porcentajes hasta llegar a un 100%. Los resultados de este ensayo nos dicen que la resistencias del concreto patrón fueron de 135 kg/cm² a los 7 días y 200 kg/cm² a los 28 días, luego se reemplazó un 10% de agregados reciclado y dio una resistencia de 130.2 kg/cm² a los 7 días y un 196.5 kg/cm² a los 28 días, de la misma manera se reemplazó un 20% y dio una resistencia de 122.6 kg/cm² a los 7 días y un 191.7 kg/cm² a los 28 días, igualmente se reemplazó 30% y se obtuvo una resistencia de 113.4 kg/cm² los 7 días y un 186.5 kg/cm² a los 28 días, se repite hasta reemplazar un 100% de los AF con el RCD que nos da una resistencia de 76.3 kg/cm² a los 7 días y un 158.4 kg/cm² a los 28 días. Ahora cuando se reemplaza el RCD con los agregados gruesos se obtiene los siguientes resultados: cuando agregas un 10% de material reciclado te da una resistencia de 131.2 kg/cm² a los 7 días y 197.2 kg/cm² a los 28 días, luego se reemplazó un 20% el cual nos da una resistencia de 119.6 kg/cm² a los 7 días y 194.7 kg/cm² a los 28 días, cuando se reemplaza un 30% obtenemos un 110.8 kg/cm² a los 7 días y un 193.4 kg/cm² a los 28 días, así sucesivamente hasta reemplazar un 100% que no da una resistencia de 77.9 kg/cm² a los 7 días y 161.4 kg/cm² a los 28 días. Podemos concluir de este artículo científico que reemplaza el RCD al agregado fino o grueso su resistencia baja dependiendo de los porcentajes que se le agrega, pero disminuye cuando se reemplaza estos agregados reciclados al agregado fino, por eso es más óptimo que sea reemplazado por el agregado grueso [13].

Artículo científico: *Residuos reciclados de hormigón de construcción y demolición como árido para hormigón estructural (Egipto)*

Ashraf en este artículo demuestra que los desechos reciclados de hormigón de construcción y demolición puede ser útiles para reemplazar los agregados naturales con los reciclados en ciertos porcentajes que son de 25, 50, 75 y 100%, se realizó el ensayo más importante del estado endurecido del concreto que es la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días de curado, el cual dio estos resultados: su probeta de muestra fue realizada con una resistencia de 283 kg/cm² a los 7 días y a los 28 días dio 400 kg/cm², cuando se le agrega un 25% su resistencia a los 7 días es de 278 kg/cm² y a los 28 días es de 378 kg/cm², cuando se agrega un 50% da una resistencia de 260 kg/cm² a los 7 días y a los 28 días da 346 kg/cm², ahora reemplazando un 75% da una resistencia de 244 kg/cm² a los 7 días y a los 28 nos da 295 kg/cm² y finalmente con 100% de agregados reciclados nos da una resistencia de 210 kg/cm² a los 7 días y a los 28 da 280 kg/cm². En este artículo también se puede confirmar que al agregarle estos residuos de construcción la resistencia baja, pero según Ashraf en este artículo se puede reemplazar hasta un 25% al 50% ya que se logró un buen desempeño en las mezclas de concreto y si reemplaza solo un 25% no va a tener ningún efecto adverso significativo en el desempeño del concreto estructural [14].

Artículo Científico: *Estudio del efecto del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas del concreto reciclado (Iraq)*

Los problemas ambientales que están relacionados con la fabricación de cemento hacen que los nuevos estudios que avanzan en el uso de materiales tengan un menor impacto ambiental, por lo tanto, en este trabajo utilizamos diferentes tipos de vidrio reciclado como (vidrio neón, vidrio marrón y vidrio verde) que tiene alto porcentaje de dióxido de silicio (SiO₂) con diferentes concentraciones. La utilización de estos materiales que llegan a tierra puede considerarse como un mantenimiento de los recursos. Se utilizan diferentes vidrios de desecho como reemplazo parcial del cemento con diferentes concentraciones 11%, 13% y 15% en peso de cemento para cada tipo, y analizar la secuela del mismo en las propiedades mecánicas del concreto. Después de mezclar, colar y curar en agua a (20±2) °C durante (7, 14 y 28) días, las propiedades mecánicas mostraron que la resistencia a la compresión y la flexión muestran los resultados más altos al 13 % del peso del cemento del vidrio de neón. ,mientras que la resistencia a la tracción por hendimiento

presentó el valor más alto en el mismo porcentaje pero del vidrio verde [15].

Tesis: Estudio de la resistencia a la compresión del concreto con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino (Colombia)

En esta investigación su objetivo principal es realizar el ensayo de compresión a un hormigón con sustitución del árido fino por el vidrio molido, su diseño de mezcla fue para un hormigón de $f'c$: 210 kg/cm² y con este reemplazo el intentara ver si llega a la misma resistencia o puede superar la resistencia de su diseño. Los porcentajes que reemplazo de vidrio molido son 4%, 5% y 6% por los agregados finos, así mismo hizo el ensayo de compresión a los 7, 14 y 28 días y este fueron los resultados: a los 7 días con un reemplazo de 4% su resistencia fue de 122 y 131 kg/cm², con un 5% fueron de 107 y 117 kg/cm² y con un 6% fueron de 124 kg/cm². Luego a los 14 días con un reemplazo de 4% su resistencia fue de 163.95 y 178.6 kg/cm², con un 5% fueron de 151.4 y 154.33 kg/cm² y con un 6% fueron de 158.53 y 172.57 kg/cm². Por ultimo a los 28 días con un reemplazo de 4% su resistencia fue de 213.8 y 218.8 kg/cm², con un 5% fue de 219.7 y 223.9 kg/cm², y con un 6% fue de 233.6 y 236.8 kg/cm². Finalmente se concluyó que con un porcentaje de 6% es el más óptimo para reemplazar el vidrio ya que alcanzo los mejores resultados al incrementar su resistencia a la compresión en un 6.5% respecto a la muestra patrón para un tiempo de curado de 28 días [16].

Artículo Científico: Resistencia a la compresión del hormigón fabricado con escoria de horno de arco eléctrico y vidrio molido reciclado en sustitución parcial del árido grueso y fino (Colombia)

La presente investigación busca validar la reutilización de estos residuos industriales dentro de la elaboración de hormigón para la realización de pavimentos rígidos. Esta indagación se realizó en fases, iniciando con la descripción física, química y mecánica de los materiales de diseño de la mezcla patrón guiándose de la metodología ACI 21. Después se sustituyó el agregado grueso por la escoria de horno de arco eléctrico en diferentes porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100% y finalmente el árido fino por el vidrio molido en los porcentajes de 20%, 30% y 40%. Utilizaron un tamaño máximo nominal para sus agregados gruesos de 0.019m y para los áridos finos un tamaño de 0.00475m. Al principio el estudio propuso un a/c de 0.47, pero en la verificación por la resistencia de diseño

esperada a los 28 días, la a/c vario entre 0.41 y 0.47. Al final los resultados de resistencia a compresión indican que es factible reemplazar parcialmente el agregado grueso por la escoria de horno de arco eléctrico y al agregado fino por el vidrio molido ya que al reemplazar un porcentaje de 75% para la escoria y un 40% para el vidrio dan el resultado más óptimo para la construcción de pavimentos rígidos [17].

Artículo científico: *Impacto de incorporación del vidrio reciclado en la capacidad fotocatalítica de los bloques de hormigón de pavimentación (Brasil)*

El objetivo principal del desarrollo del mortero translúcido era mejorar la capacidad fotocatalítica en Bloques de hormigón de doble capa. La incorporación de vidrio en el mortero se realizó reemplazando el agregado mineral en porcentajes que van del 20 al 61%. El vidrio reciclado utilizado en la investigación fue sometido al proceso de descontaminación, siendo luego triturado y tamizado en las fracciones deseadas. Él donde se evaluaron los efectos sobre la resistencia a la compresión simple debido a la incorporación de vidrio reciclado, así como la translucidez de la capa fotocatalítica. Basado en los resultados de fuerza y translucidez obtenida, se definió el mayor porcentaje de incorporación de vidrio al mortero. Como criterio final para la validación de este porcentaje optimizado, se realizó la prueba de reactividad álcali-sílice (ASR). Por último, se realizó una comparación de laboratorio para evaluar la eficiencia de degradación de Óxidos de Nitrógeno (NOx) de bloques con y sin incorporación de vidrio reciclado a la superficie del mortero bajo distintas posiciones ambientales. En conclusión, se demuestra que la incorporación de vidrio en un porcentaje optimizado es factible para la producción de morteros, ya que se obtuvo una resistencia a la compresión y una translucidez satisfactorias, sin reactividad álcali-sílice, proporcionando un aumento en la eficiencia fotocatalítica [18].

Artículo Científico: *Factores de emisión de concretos modificados con residuos de vidrio en reemplazo de los agregados finos (Colombia)*

Se generan grandes cantidades residuos de vidrio cada año y su eliminación inadecuada crea un problema creciente que debe abordarse. El objetivo de esta investigación es utilizar residuos de vidrio como reemplazo parcial de los agregados finos en la preparación de concretos con el fin de ahorrar recursos naturales de forma eficaz y resolver problemas de contaminación ambiental. Se elaboraron diferentes mezclas

reemplazando los agregados finos por 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 50% en peso de residuos de vidrio. Se elaboraron especímenes cilíndricos de concreto de 0,15 m de diámetro y 0,3 m de longitud, se evaluó el asentamiento y la resistencia a la compresión. Los resultados experimentales indicaron que el asentamiento disminuye con el aumento del porcentaje de vidrio. Se encontró que el mejor espécimen (20% de reemplazo) presentó un aumento del 5,5% en la resistencia a la compresión. La evaluación de los aspectos económicos y ambientales mostraron para este mismo espécimen se observó un ahorro del 0,7% en el costo de la preparación y una disminución del 6,4% en las emisiones de dióxido de carbono en comparación con el concreto tradicional. Los resultados demuestran que los agregados finos pueden ser reemplazados por residuos de vidrio en la elaboración de concreto. Este enfoque ofrece una solución amigable con el medio ambiente para el problema actual de los residuos de vidrio [19].

Artículo Científico: Efectos de la variabilidad del agregado RCD en el desempeño mecánico del concreto de cemento Portland (Brasil)

La generación de residuos de construcción y demolición (RCD) por parte de las empresas constructoras es un grave problema ambiental. Han surgido plantas de reciclaje de RCD en el país. Estas instalaciones reciben residuos de diversas procedencias, cuya diversidad de composición influye en el comportamiento de los áridos para mortero y hormigón. La variabilidad de composición conduce a una disminución de la calidad del árido producido, restringiéndolo a aplicaciones con bajos requerimientos de desempeño. En este trabajo, los agregados producidos por una planta de reciclaje fueron caracterizados de acuerdo con la norma brasileña vigente, con el objetivo de aplicación en hormigón. Se realizaron dos colectas de áridos reciclados, con un intervalo de seis meses, obteniendo tres fracciones granulométricas por cada colecta, correspondientes a arena, grava 0 y grava 1. Para cada muestra colectada, la composición gravimétrica de los áridos gruesos reciclados se determinó mediante análisis visual y los áridos gruesos se clasificaron como áridos mixtos (MRA). Los hormigones con pequeña sustitución de ARM mostraron resultados satisfactorios en resistencia a la compresión, con un aumento del 18% en relación al hormigón de referencia, mientras que los hormigones con áridos gruesos obtuvieron una reducción de hasta el 20,6%. Los ensayos de resistencia a la tracción indirecta mostraron que las cuatro mezclas con reemplazo total de ARM grandes presentaron una reducción

entre 5,2% y 19,5%, con relación a la referencia. Los demás hormigones obtuvieron resultados similares o superiores a la referencia. La mayor variación, entre los hormigones de las dos colecciones, en esta propiedad, fue del 13,2%. Con la inserción de agregados RCD gruesos, hubo una reducción en el módulo de elasticidad del hormigón, en relación al hormigón de referencia. Las reducciones obtenidas en esta propiedad estuvieron en el rango de 15.8% a 40.6%. La mayor variación de esta propiedad, 13,3%, entre los hormigones con áridos obtenidos en las dos colectas, fue para los hormigones con 100% de reposición de árido fino. Se obtuvieron mejores resultados para hormigón con ARM pequeño [20]

Tesis: Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino.

Este estudio tiene como objetivo brindar los resultados del ensayo a compresión del concreto en cuya composición se haya utilizado vidrio molido reemplazando parcialmente a la arena. Se comenzó determinando las propiedades de los agregados que se utilizó, luego se calculó la dosificación para un hormigón con $f'c$ de 210 kg/cm². Para esta investigación se realizó 45 probetas cilíndricas de concreto, de los cuales 9 son con cada porcentaje a usar, con 10%, 20%, 30% y 40% de vidrio reemplazando en peso a la arena. Los resultados dieron que el concreto patrón a los 28 días de curado en el ensayo a compresión fue de 227.73 kg/cm², con el 10% de vidrio dio 224.09 kg/cm², con el 20% de vidrio dio un resultado de 223.66 kg/cm², con el 30% de vidrio dio un resultado de 221.68 kg/cm² y con el 40% dio 234.76 kg/cm². Finalmente se concluyó que con el 40% de vidrio reemplazando a la arena se logró mejorar la resistencia a la compresión en un 111.18% [57]

Antecedentes Nacionales:

Tesis: Adición del vidrio molido reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural $f'c$: 210 kg/cm² – 2020

El propósito fundamental de la investigación es reducir la polución del medio ambiente teniendo en cuenta el aprovechamiento del vidrio para la producción de la combinación de concreto. Se realizaron ensayos que aportan a comprobar su máxima resistencia del concreto para la el testigo patrón (M-0) y la muestra patrón incorporando 3% y 5% de vidrio molido quienes se demostrarán cada 7, 14 y 28 días respectivamente. Se observó

que el concreto a lo largo de los 7 días dio como resultado la muestra patrón (M - 0) $f'c = 167 \text{ kg/cm}^2$ la fuerza a presión, al añadir el vidrio molido en porcentajes del 3% y 5% respectivamente, se alcanzó una fuerza a presión de $f'c = 170 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ por lo tanto da como producto la eficiencia a presión al 3% integrando el vidrio molido. A los 14 días resultó igual al 3% se alcanzó la mayor fuerza a presión de $f'c = 215 \text{ kg/cm}^2$ y agregando vidrio molido al 5% logró una fuerza de $f'c = 204 \text{ kg/cm}^2$ en relación con el modelo patrón de $f'c = 212 \text{ kg/cm}^2$. Y por último, para los 28 días, se logró un concreto patrón de $f'c = 244 \text{ kg/cm}^2$. Se concluyó que presenta un producto beneficioso en la resistencia a la flexión en la incorporación del cristal reciclado molido a través de la dosificación para incrementar las cualidades mecánicas del concreto estructural $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, y menciona que la porción del 3% aumenta a 62.9 kg/cm como sustitución del cemento es viable en su aprovechamiento [21].

Tesis: Influencia de la aplicación de residuos de construcción en las propiedades físico-mecánicas del concreto para vías peatonales – Lima – 2018

Reyes C. nos muestra que el concreto de muestra fue diseñado con un $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ pero como no se agregó ningún residuo sólido de construcción llegó hasta una resistencia de 187.33 kg/cm^2 , luego que se agregó un 25% de residuos como agregados gruesos y se hizo un ensayo a los 7, 14, 21 y 28 días de curado el cual su resistencia fue $125.33, 141.33, 158.33$ y 175 kg/cm^2 cumpliendo con lo requerido, luego se agregó un 50% de residuos como reemplazo del agregado grueso y sus resultados fueron de $110.67, 122.00, 138.67$ y 167 kg/cm^2 a los 7, 14, 21 y 28 días, podemos decir que con este porcentaje no llegó por poco a la resistencia requerida. Y finalmente se reemplazó 100% de los agregados gruesos por los agregados reciclados el cual nos dio las resistencias de $102.33, 110.00, 118.67$ y 142.00 kg/cm^2 a los 7, 14, 21 y 28 días de curado el cual su resistencia se va alejando cada vez más cuando tenemos más presencia de los RCD. Con estos resultados podemos concluir que el único porcentaje que alcanzó la resistencia óptima es la que tuvo un 25% de agregado reciclado [4]

Tesis: Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto en comparación del concreto convencional, Tarapoto - 2020

García M. nos indica que el principal objetivo de su investigación es analizar si el cemento se puede reemplazar por el vidrio molido en un porcentaje de 5%, 10% y 15% y ver si resiste más carga a la compresión. Realizo 2 probetas por cada día de curado para evaluar el concreto tradicional con el concreto con vidrio molido el cual muestra en sus resultados que al agregarle vidrio molido por cemento llegas a perder resistencia ya que mientras más vidrio se agrega por cemento más se perderá resistencia, es por eso que el resultado adecuado para esta investigación es solo agregarle un 5% de vidrio como reemplazo del cemento, ya que con ese porcentaje solo bajo un poco su resistencia. Cabe mencionar que el resultado mayor del concreto patrón le dio un $f'c$ de 301.47 kg/cm², mientras que el resultado mayor del concreto con vidrio fue el del 293.99 kg/cm², la diferencia fue de 7.48 kg/cm². Es por eso que García concluyo que fue el porcentaje adecuado para reemplazar por el cemento [22].

Tesis: Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175$ kg/cm² con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado, Cajamarca – 2018

El propósito de esta investigación es determinar la resistencia a compresión del concreto $f'c = 175$ kg/cm² en el cual el porcentaje de áridos sustituidos por concreto reciclado son tres porcentajes. Se comienza con una descripción y análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales y de los agregados reciclados; luego se realizó el diseño de mezcla para un $f'c = 175$ kg/cm². El tiempo de curado del concreto fue de 7, 14 y 28 días. Los resultados que se obtuvieron fue que a los 7 días de curado la resistencia promedio fue de 163.17 kg/cm² con el 100% de agregado natural; 141 kg/cm² con el 50% de agregado reciclado; 129.86 kg/cm² con el 75% de agregado reciclado y 96.37 kg/cm² con el 100% de agregado reciclado. Para un tiempo de curado de 14 días la resistencia fue de 224.33 kg/cm² con agregado natural; 175.61 kg/cm² con el 50% de agregado reciclado; 163.63 kg/cm² con el 75% de reemplazo y 150.11 kg/cm² con el 100% de agregado reciclado. Así mismo a los 28 días de curado se obtuvo un resultado de 252.60 kg/cm² con el 100% de agregado natural; 205.88 kg/cm² con el 50% de agregado reciclado; 191.24 kg/cm² con el 75% de reemplazo y por último 186.35 kg/cm² con el 100% de agregado reciclado [54].

Tesis: Uso del vidrio reciclado como adición en la elaboración de concreto $f'c = 315$ kg/cm² para obras portuarias.

Esta investigación analiza una posible adición del vidrio como una solución factible, al ser colocados en el concreto. Para esto, se realizaron diseños de mezclas con diferentes proporciones de vidrio molido, y se hicieron comparaciones para ver la influencia en las propiedades del concreto a través de ensayos de asentamientos, resistencia a la compresión. El porcentaje de vidrio que se agregó fue de 6%, 7%, 8% y 9%; cabe mencionar que el vidrio no reemplazo ningún agregado es por eso que se realizó varios diseños de mezcla. Para el ensayo a la compresión se obtuvo en el concreto patrón una resistencia de 47.6 Mpa a los 28 días de curado; agregándole un porcentaje de 6%, 7% y 8% de vidrio se obtuvo a los 28 días una resistencia de 53.8 MPa, con el 9% de vidrio se obtuvo una resistencia de 53.9 Mpa. Finalmente se concluye que el porcentaje ideal del vidrio en el concreto es el de 7% tanto en el aspecto físico, mecánico y económico [56].

Tesis: Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras aperticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental.

Esta investigación tuvo como objetivo la evaluación y comparación del comportamiento del concreto con varios porcentajes de sustitución del agregado grueso natural (AN) por agregados de concreto reciclado (ACR), esto con el propósito de tener un diseño de concreto con el que se pueda usar menos agregados naturales y más agregados reciclados para así disminuir la explotación de canteras y aumentar el reciclado de estos agregados reciclados. Se evaluaron el comportamiento del concreto de manera mecánica y también se evaluó la durabilidad de los diseños de mezclas realizados con el fin de tener una proporción de sustitución óptima de AN por ACR para que las propiedades estén dentro de los parámetros que indican las normas. El porcentaje de reemplazo de AN por ACR fue de 25, 30, 40, y 50%. Finalmente concluyen que un porcentaje óptimo fue el reemplazar en un 40% de ACR ya que este porcentaje dio mejores resultados en la resistencia a la compresión, en la resistencia a la flexión se obtuvo un valor de módulo de rotura muy similar a los del concreto estándar y para el ensayo a la tracción se obtuvo un resultado muy cercano al del concreto estándar [58].

Antecedentes Locales:

Tesis: Análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para el concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo

El objetivo general de esta investigación fue realizar un estudio del concreto simple con vidrio triturado para obtener un concreto de elevada resistencia. Las pruebas se realizaron primero tamizando el vidrio en las mallas #50, #100 y #200, luego se prefirió usar el 5% en peso de cemento, pero sin reponer parte del cemento, se probó con 3 modelos de volúmenes de vidrio de 0.15mm, 0.075mm y menores al 0.075mm. La tolerancia de tiempo de los ensayos para la resistencia a la compresión fue de 3 días, 7 días y 28 días, resultando $f'c = 150\text{kg/cm}^2$, $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 247\text{kg/cm}^2$. En conclusión, la realización de concreto añadiendo vidrio triturado, los componentes ambientales que se ven afectados negativamente son el sonido y condición de aire (polvo), que son generados por el proceso de elaboración del concreto con vidrio; el factor ambiental positivo es la reutilización y eliminación de desechos generada por las pruebas de laboratorio del concreto y la fabricación de concreto por adición de vidrio pulverizado [23].

Tesis: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el diseño de mezcla ($f'c = 175\text{ kg/cm}^2$) distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque

Este estudio involucra el uso de desechos de la demolición de estructuras en Chiclayo – Lambayeque para crear un nuevo concreto utilizando agregados reciclados como agregado grueso. Para conocer la durabilidad del concreto se realizaron dos diseños de mezcla utilizando agregados naturales y reciclados, luego se realizaron pruebas de concreto endurecido y luego fueron ensayadas por resistencia a la compresión. Se investigaron las propiedades del agregado reciclados para comprender su posible aplicación en la producción del concreto y, tras el análisis anterior, se obtuvo la dosificación ideal de tres tipos de concretos fabricados con diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado, estas fueron el 5%, 15% y 25% de AR con resistencia a compresión de $f'c = 175\text{ Kg/cm}^2$. Todo concreto utiliza arena natural. Se prepararon 36 muestras cilíndricas (con diferentes porcentajes de agregado reciclado), para las cuales se realizaron predicciones analíticas de los resultados experimentales. Se hicieron algunas propuestas sobre las propiedades de los agregados que se reciclan en el concreto. Finalmente, se analizan las propiedades mecánicas del concreto reciclado y se comparan

con las del concreto convencional [55].

Tesis: Elaboración de adoquines de concreto destinados al tránsito vehicular ligero utilizando parcialmente residuos de demolición como agregado fino y grueso.

Esta investigación tuvo como finalidad analizar la posibilidad de reciclar y reutilizar los residuos de construcción y demolición proporcionando un porcentaje de ese material como agregado para la producción de adoquines de concreto, esto con el fin de tener un buen comportamiento físico-mecánico. Para realizar el concreto se tuvo que analizar las características físicas y químicas del agregado reciclado que proveniente de los residuos de construcción y demolición; posteriormente una vez que se tenga dichas características se empezó a hacer el diseño de mezcla de un concreto de $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ y nuevos diseños de mezcla esta vez con diferentes porcentajes de reemplazo, luego sea realizo los testigos para evaluar resistencia a la compresión. Finalmente se realizaron los adoquines con el mejor resultado del diseño de mezcla y se estudiaron las características mecánicas de estas unidades de adoquines. Cabe mencionar que se reemplazó el 10, 20 y 30% del material reciclado con el agregado fino y grueso [59].

Tesis: Evaluación de la influencia del agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales, Chiclayo – 2020

Esta investigación busca estudiar la influencia que tiene el agregado reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ reemplazando un 25%, 50%, 75% y 100% del agregado grueso por el agregado reciclado en el concreto. Para esto, se comenzó por estudiar las características físicas de los agregados naturales y reciclados, encontrando a los agregados naturales un mayor grado de absorción respecto a los agregados naturales. Se utilizó cementos diferentes que son el GU y MS, debido a esto se realizó 4 diseños de mezcla (2 por cada tipo de cemento). Para el ensayo a la compresión los resultados salieron positivos utilizando el cemento GU con 0%AR y con 25%AR con valores de 218.04 kg/cm^2 y 196.68 kg/cm^2 . Respecto al cemento MS, también cumplió la resistencia adecuada en el concreto patrón y en el concreto reciclado. Luego se realizó un estudio económico, resultando que el concreto con 25% de AR utilizando el cemento GU es más rentable económicamente en un 2.13% que un concreto tradicional, de la misma forma el precio del concreto con los 4 reemplazos usando el cemento MS disminuye en un 2.06%, 4.08%, 6.13% y 8.16%. Sin embargo, viendo que

no cumple con la hipótesis debido a que la resistencia se ve influenciada por los porcentajes de reemplazo, con los resultados que se obtuvo se puede concluir que es técnica, económica y ambientalmente viable [60].

Bases teóricas

Concreto

El concreto es un elemento común, y una mezcla de cemento Portland, árido fino y grueso, aire y agua en cantidades apropiadas para alcanzar ciertas cualidades predeterminadas, en especial la resistencia. El cemento y el agua provocaran una reacción química que permitirá que las partículas acumuladas se unan. A veces se añaden materiales adicionales para mejorar las propiedades del concreto [24].

Concreto Simple

Es una combinación de cemento Portland, árido fino, árido grueso y agua. Este concreto no tiene elemento de refuerzo, además no se emplea en elementos sujetos a esfuerzos de tracción o cortante, y se usa principalmente para elementos que están completamente apoyados en el suelo o apoyados por otros elementos estructurales que pueden dar un soporte vertical continuo [24].

Cemento Portland

Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento Portland es un cemento hidráulico que está preparado por la molienda del Clinker; compuesto principalmente en silicato de calcio hidráulico y que generalmente tiene una o más formas añadidas de sulfato de calcio durante la molienda, es decir:

$$\text{Cemento Portland} = \text{Clinker Portland} + \text{Yeso}$$

El cemento Portland es un polvo verde muy fino. Cuando se mezcla con agua, forma una masa dúctil y también se le puede dar forma, después del procesamiento y endurecimiento, tendrá una alta resistencia y tenacidad

Tipos de cemento Portland:

- Cemento Tipo I: Es ampliamente utilizado en construcciones de concreto y trabajos de albañilería donde no se necesitan características o propiedades especiales.

- Cemento tipo II: Posee una resistencia moderada al ataque de sulfatos y se recomienda su utilización en ambientes agresivos. Los sulfatos son sustancias presentes en aguas subterráneas y suelos, que al entrar en contacto con el concreto pueden causar su deterioro.
- Cemento Tipo III: Este tipo de cemento tiene una alta capacidad de desarrollo rápido de resistencia. Se recomienda su uso cuando se desea acelerar el proceso de desencofrado en proyectos de construcción. Además, durante el fraguado, genera una cantidad significativa de calor, lo que lo hace especialmente adecuado para su aplicación en climas fríos.
- Cemento Tipo IV: Durante el proceso de fraguado, este tipo de cemento genera una cantidad reducida de calor, lo que lo hace adecuado para el vertido de grandes volúmenes de concreto. Por ejemplo, en presas de concreto.
- Cemento Tipo V: En el Perú, no se produce cemento tipo III y IV, los cuales son altamente resistentes a la corrosión causada por sales y se recomiendan para su uso en elementos de concreto expuestos a agua o ambientes salinos. [25].

Agregado Grueso

Agregado grueso se define como partículas mayores a 4.75 mm (Tamiz n°4) y sujeto a los términos dados por la Norma ITINTEC 400.037 o ASTM C33. Este árido puede contener grava triturada, grava natural o molida, o una combinación de estas. Este agregado tiene está conformado por partículas de perfil angulosa para que haya una mejor adhesión con el concreto. Este agregado debe ser calibrado dentro de los términos de la Norma NTP 400.037o ASTM C33 [26].

Granulometría del Agregado Grueso

Este ensayo tiene como fin obtener cuantitativamente los tamaños de partículas de agregados gruesos y finos de un material seco por separación, mediante el uso de tamices.

Los instrumentos y procedimiento que se utiliza para realizar este ensayo es de acuerdo a la norma NTP 400.012 son los siguientes [27]

- ✓ Instrumentos
 - Tamices
 - Rastrillo

- Cucharon
- Balanza
- Horno
- Recipientes
- ✓ Procedimiento
 - Primero se realiza un cuarteo del agregado para escoger el $\frac{1}{4}$ más gradada, luego pesas esa cantidad que va a depender de tu TMN, después del pesado lo colocas en el horno durante 24h a 110°C, al día siguiente se saca la muestra y se deja enfriar para luego pesar la muestra y finalmente pasarlo por los tamices obteniendo un peso retenido en cada uno de los tamices.

Contenido de Humedad

Este ensayo tiene como fin indicar la cantidad de agua que contiene un agregado. Los instrumentos y procedimientos que se utiliza para este ensayo es de acuerdo a la norma NTP 339.185 que son los siguientes [28]

- ✓ Instrumentos
 - Cucharon
 - Balanza
 - Horno
 - Recipientes
- ✓ Procedimiento
 - Primero se realiza un cuarteo del agregado para escoger el $\frac{1}{4}$ más gradada, luego pesas esa cantidad que va a depender de tu TMN, después del pesado lo colocas en el horno durante 24h a 110°C, al día siguiente se saca la muestra y se deja enfriar para luego ser pesada.

Peso Unitario Suelto y Compactado

Este ensayo tiene como fin indicar la capacidad de compactación del agregado. Los instrumentos y procedimiento que se utiliza en este ensayo es de acuerdo a la norma NTP 400.017 que son las siguientes [29]

- ✓ Instrumentos
 - Molde de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura
 - Varilla lisa

- Cucharon
- Balanza
- Martillo de Goma
- ✓ Procedimiento
 - Primero se deja secar durante 24 horas la muestra, luego se realiza un cuarteo para escoger 21.206 kg de muestra que es un 200% de la capacidad del molde como te indica la norma; después de escoger tu muestra pesas el molde y una vez lo tengas pesado coloca el agregado al molde y se retira el exceso con una regla lisa, finalmente se pesa la muestra con el molde. Para los pesos unitarios compactados se realiza en 3 capas, cada una se varilla 25 veces con 15 goles con un martillo de goma.

Peso Específico y Grado de Absorción

Este ensayo tiene como fin indicar la cantidad de agua que puede absorber un agregado y la densidad del mismo. Los instrumentos y el procedimiento que se utiliza para este ensayo es de acuerdo a la normal NTP 400.021 que son las siguientes [30]

- ✓ Instrumentos
 - Horno
 - Cucharon
 - Canastilla
 - Balanza
 - Recipientes
- ✓ Procedimiento
 - Primero se realiza un cuarteo y el peso mínimo del material va a depender de tu TMN, se lava el material y se deja saturando en un recipiente durante 24 horas, después se decanta el agua y para obtener la muestra saturada superficialmente seca (SSS), se seca con una franela y luego se pesa la muestra. Luego se pesa la canastilla sumergida y sin sumergir para luego colocar nuestro material y pesar el material junto con la canastilla sumergidos. Finalmente se saca el agregado y se coloca en el horno durante 24 horas para posteriormente sacar la muestra y pesarla para obtener el Peso seco de la muestra.

Agregado Fino

Se considera agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasen por el tamiz 9.5mm (3/8") y que cumple con todos los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037. Las arenas provienen de la desintegración de las rocas; y que arrastrados por corrientes aéreas se acumulan en lugares determinados. Para estos agregados se realizan algunos ensayos, los cuales son: [26]

Granulometría del Agregado Fino

Este ensayo tiene como fin obtener cuantitativamente los tamaños de partículas de agregados gruesos y finos de un material seco por separación, mediante el uso de tamices. Los instrumentos y el procedimiento se realizaron de acuerdo a la norma NTP 400.012 que son las siguientes [27]

- ✓ Instrumentos
 - Tamices
 - Brocha
 - Cucharon
 - Balanza
 - Horno
 - Recipientes
- ✓ Procedimiento
 - Primero se realiza un cuarteo del agregado para escoger el ¼ más gradada y homogénea, esa muestra tiene que ser como mínimo 300g para realizar este ensayo. Una vez teniendo la muestra se deja durante 24 horas en el horno para que luego se lave dicha muestra por el tamiz N°200 y lo que te queda de muestra se vuelve a meter al horno durante 24 horas para posteriormente sacarla del horno y pasarlo por los tamices correspondidos donde obtendremos pesos retenidos.

Contenido de Humedad

Este ensayo indica la cantidad de agua que posee dicho agregado; los instrumentos y el proceso de este ensayo se realizó de acuerdo a la norma NTP 339.185 que son los siguientes: [28]

- ✓ Instrumentos

- Cucharon
- Balanza
- Horno
- Recipientes
- ✓ Procedimiento
 - Primero se realiza un cuarteo del agregado para escoger el $\frac{1}{4}$ más gradada, luego pesas esa cantidad que va a depender de tu TMN, después del pesado lo colocas en el horno durante 24h a 110°C, al día siguiente se saca la muestra y se deja enfriar para luego ser pesada.

Peso Unitario Suelto y Compactado

Este ensayo tiene como fin indicar la capacidad de compactación del agregado. Los instrumentos y el proceso de este ensayo se realizaron basado en la norma NTP 400.017 el cual son los siguientes [29]

- ✓ Instrumentos
 - Moldes de 15cm de diámetro y 30 cm de altura
 - Varilla lisa
 - Cucharon
 - Balanza
 - Martillo de goma
- ✓ Procedimiento
 - Primero se deja secar durante 24 horas la muestra, luego se realiza un cuarteo para escoger 21.206 kg de muestra que es un 200% de la capacidad del molde como te indica la norma; después de escoger tu muestra pesas el molde y una vez lo tengas pesado coloca el agregado al molde y se retira el exceso con una regla lisa, finalmente se pesa la muestra con el molde. Para los pesos unitarios compactados se realiza en 3 capas, cada una se varilla 25 veces con 15 goles con un martillo de goma.

Peso Específico y Grado de Absorción

Este ensayo tiene como fin indicar la cantidad de agua que puede absorber un agregado y densidad del mismo. Los instrumentos y el procedimiento se realizaron de acuerdo a la norma NTP 400.022 y son los siguientes [31]

- ✓ Instrumentos

- Horno
 - Recipientes
 - Cucharón
 - Balanza
 - Fiolas
 - Cono
 - Pisón
- ✓ Procedimiento
- Primero se deja secar durante 24 horas la muestra, luego se realiza un cuarteo para escoger cierta cantidad de la muestra cuarteada la cual se va a saturar por 24 horas, después de ese tiempo se decanta el agua para dejarlo secar durante 2 horas, teniendo la muestra saturada superficialmente seca (SSS) se utiliza el cono, poniendo la primera de 3 capas y utilizando el pisón para dar 10 golpes por capa a excepción de la última que son 5 golpes. Una vez se realiza este proceso se levanta el cono y si la altura es mayor de $\frac{3}{4}$ del cono se ha obtenido la condición SSS. Luego se escoge 500 gramos de esta muestra SSS para realizar el ensayo de peso específico; para este ensayo se pesan las fiolas y se coloca la muestra para que después coloques agua de grifo hasta la marca que te da la fiola para luego agitar hasta eliminar las burbujas y se deja reposando durante 24 horas. Posteriormente se vacía en un recipiente y se decanta el agua usando un succionador, luego esa muestra se coloca al horno durante 24 horas; finalmente se saca la muestra y se pesa.

Agua

El agua como ingrediente del concreto es el componente que hidratará las moléculas de cemento y hará que se desarrollen sus cualidades de unión. Por cada cantidad de cemento, hay una proporción de agua del total de la agregada que se necesita para la hidratación del cemento; lo demás solo sirve para aumentarle la fluidez de la pasta. El agua constituye el 15-22% del concreto y es muy importante porque la trabajabilidad y la resistencia a la compresión dependerán de este componente [32]

Vidrio

El vidrio es un elemento duro, imperfecto y quebradizo que se produce por la combustión y fusión de la arena. Está compuesto por más del 70% de sílice, carbonato o sulfato de sodio/potasio. El vidrio se fabrica en un reactor de fusión, en el que se combina la arena silíceo y óxidos metálicos secos y pulverizados que se calientan a una temperatura de 1000°C, en el proceso se produce un líquido viscoso homogéneo de masa clara, incoloro, que una vez extraído adquiere una rigidez para que se pueda manipular y evitar la cristalización a la temperatura adecuada [33]

Tipos de vidrio

- Vidrio sódico-cálcico:

Se compone principalmente por sílice, sodio y calcio. La sílice es una de las sustancias más básicas, el sodio le da cierta sencillez de composición y el calcio le da equilibrio químico. Sin calcio, el vidrio se disuelve en agua y es casi inservible. Es el vidrio más barato y el que más fácil se funde, por esto el vidrio incoloro o transparente tiene esta composición.

- Vidrio de Plomo:

En este vidrio, el óxido de calcio se reemplaza por óxido de plomo, que es incoloro como el vidrio sódico-cálcico, pero más concentrado. Se trabaja mucho mejor con este vidrio porque se derrite a una temperatura más baja. Este tipo de vidrio se utiliza principalmente para vidrio óptico.

- Vidrio Borosilicato:

El principal componente de este vidrio es el óxido de boro. Es inerte, más complicado de derretir y trabajar. Posee una gran resistencia a cambios de temperatura, pero no tanto como el vidrio de sílice puro. Se utilizan en utensilios de cocina o de laboratorios ya que son resistentes al calor.

- Vidrio de Sílice:

Con casi el 96% de sílice es el más duro y más complicado de trabajar. Si se requiere para usos especiales, su procesamiento es muy costoso, ya que se usaría una técnica de vacío

| Elementos | Sodico-calcico | Plomo | Boro silicato | Sílice |
|-----------|----------------|---------|---------------|--------|
| Sílice | 70 - 75 | 53 - 68 | 73 - 82 | 96 |
| Sodio | 12 - 18 | 5 - 10 | 3 - 10 | |
| Potasio | 0 - 1 | 1 - 10 | 0.4 - 1 | |
| Calcio | 5 - 4 | 0 - 6 | 0 - 1 | |
| Plomo | | 15 - 40 | 0 - 10 | |
| Boro | | | 5 - 20 | 3 - 4 |
| Aluminio | 0.5 - 3 | 0 - 2 | 2 - 3 | |
| Magnesio | 0 - 4 | | | |

*Tabla N°1: Composición de los vidrios comerciales
Fuente: Tessa Lopez, Ana Martínez. "El mundo mágico del vidrio"*

Propiedades del vidrio

El vidrio tiene las siguientes propiedades [34]

- Propiedades física
 - Alta densidad
 - Impermeables
 - Incoloros
 - Mínima reacción al fuego
- Propiedades químicas:
 - Estables e inertes
- Propiedades mecánicas:
 - Duro
 - Resistente a la compresión y abrasión
 - Fractura frágil.

Reacción Alkali-Sílice

Esta reacción es una de las más comunes y la más estudiada en las reacciones álcali-áridos. Esta reacción se genera si la disolución alcalina de poros del concreto y los minerales síliceos de algunos áridos reaccionan para conformar un gel que, al estar en constante hidratación, aumenta de volumen. Para que ocurra una reacción álcali-sílice, se requiere sílice reactiva, álcalis sodio y potasio y agua. Pero para que esta reacción cause daño al concreto, es decir, grietas por expansión, la cantidad de álcalis reactivas debe ser grande [35].

Causas que influyen en la reacción álcali-sílice

- Características de los agregados:

- Composición:

Los áridos afectados por la reacción álcali-sílice son los que tienen en su composición los minerales silíceos. Si la cantidad de sílice reactiva en el total de los agregados es baja, la reacción lo consumirá rápidamente y la abundancia de gel que produce puede dañar el concreto.

- Granulometría:

La reacción álcali-sílice puede ocurrir mediante el deseo de usar arena o grava de un árido reactivo. Existen casos en los que se produce un ensanchamiento del concreto que tengan estos áridos reactivos que tienen un tamaño entre 1 a 5mm.

- Característica del cemento:

El contenido de álcali se expresa como el contenido del óxido de sodio y potasio, y se evalúa de acuerdo a la norma ASTM C114-18 usando la siguiente fórmula:

$$(Na_2O)_{eq} = Na_2O + 0.658 K_2O$$

Según la norma ASTM C150 especifica que el porcentaje de álcali de un cemento debe ser 0.6% es por eso que en esta investigación utilizaremos el cemento Tipo 1 el cual sus componentes químicos son los siguientes:

| SECCION III. COMPOSICION/INFORMACION SOBRE LOS COMPONENTES | | |
|--|----------------|---|
| Componentes | Porcentaje (%) | Límites y toxicidad |
| CaO (Óxido de calcio) | 63.15% | 8 hr TWA PEL |
| SiO ₂ (Óxido de silicio) | 20.59% | 10 mg/m ³ (polvo total) |
| Al ₂ O ₃ (Óxido de Aluminio) | 4.81% | |
| Fe ₂ O ₃ (Óxido de Hierro) | 3.34% | 8 hr TWA PEL |
| SO ₃ (Trióxido de Sulfuro) | 2.64% | 5 mg/m ³ (Fracc. respirable) |
| MgO (Óxido de Magnesio) | 1.92% | |
| K ₂ O (Óxido de Potasio) | 0.54% | ACGIH TLV.TWA |
| Na ₂ O (Óxido de Sodio) | 0.28% | 10 mg/m ³ |

Tabla N°2: Composición e información sobre los componentes
Fuente: Cemento Pacasmayo

- Humedad Ambiental:

Se considera que no habrá deterioro o se detendrá su crecimiento si la humedad ambiental es inferior a 80%. En cuanto a la zona en la que se realizara esta investigación es en el distrito de Pomalca, y según Bigorre, el cual es una página climatológica, nos dicen que la humedad en esta zona es del 78%, lo que es suficiente para evitar esta reacción.

- Temperatura:

Esta reacción cuando está en altas temperaturas se disipa en parte. Para esta investigación se tuvo en duda donde se puede aplicar y es por eso que se investigó la temperatura en Chiclayo y Pomalca. Finalmente se confirmó que el distrito de Pomalca tiene más temperatura que Chiclayo como se puede ver en la imagen y por esa razón se decidió enfocarla en ese lugar.

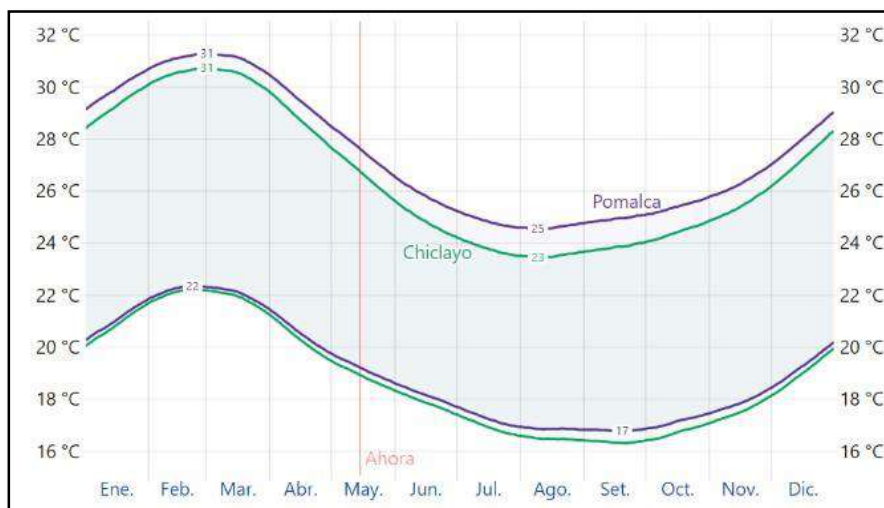


Figura N° 1: Temperatura máxima y mínima promedio
Fuente: Wather Spark

Residuos de construcción y demolición (RCD)

Los residuos de construcción y demolición (RCD) son elementos de desecho, provocados en las operaciones de edificación, demolición y reforma, de construcciones, obras públicas y espacios públicos. Son inertes –libres de riesgo- y altamente susceptibles de ser usados por conversión y recombinación como materias primas para agregados en la elaboración de nuevos productos [36]

También podemos decir que estos desperdicios provienen de la construcción, renovación y demolición de todo tipo de estructuras, ya sean públicas o privadas. Una de las clasificaciones internacionales es enumerar los RCD por su origen [37]:

- Materiales de excavación: tierra, arena, grava, rocas, etc.
- Construcción y mantenimiento de obras civiles: asfalto, arena, grava y metales, etc.
- Materiales de demolición: bloques de concreto, ladrillos, yeso, porcelana y cal-yeso.

Los RCD se dividen en 3 grupos el cual esta subdividido como se puede ver en la siguiente tabla:

| Categoría | Grupo | Clase | Componentes |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| RCD aprovechables | I. Residuos Mezclados | Residuos Pétreos | Concretos, ceramicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales no pasantes a tamiz #200 |
| | II. Residuos de material fino | Residuos finos no expansivos | Arcilla, limos y residuos inertes que sobrepasen el tamiz #200 |
| | | Residuos finos expansivos | Arcillas y todos los inertes con gran cantidad de finos altamente plasticos y expansivos que sobrepasen el tamiz #200 |
| | III. Otros residuos | Residuos no pétreos | Plásticos, PVC, maderas, papel, siliconas, cauchos |
| | | Residuos de carácter metálico | Acero, hierro, cobre, aluminio |
| | | Residuos orgánicos | Residuos de tierra negra |
| | | Residuos orgánicos vegetales | Residuos vegetales y otras especies bióticas |

| Categoría | Grupo | Clase | Componentes |
|---------------------|--|---|--|
| RCD No aprovechable | IV. Residuos peligrosos | Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, toxicos y patógenos | Desechos de productos quimicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes, aceites, resinas, plastificantes |
| | V. Residuos especiales | No definida | Poliestireno, icopor, cartón, yeso |
| | VI. Residuos contaminados con otros residuos | Residuos contaminados con residuos peligrosos | Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con |
| | | No definida | Residuos contaminados con otros residuos que hayan perdido las características propias de su aprovechamiento |
| Otros | VII. Otros residuos | No definida | Residuos que por requisitos tecnicos no es permitido de reúso de |

Tabla N°3: Clasificación de residuos de construcción y demolición
Fuente: C.A. Pacheco Bustos y L.G. Fuentes Pumarejo, "Residuos sólidos de construcción y demolición"

Residuos de Construcción y Demolición en el Perú

Las operaciones de construcción y demolición provocan mayores dimensiones de desechos mundialmente, que equivalen más del 70-90% del total de los RCD, produciendo a nivel mundial uno de los flujos de residuos más duros y pesados, donde la gran parte acaba en vertederos, no siendo la excepción el Perú. Conforme a la entidad de

análisis y supervisión ambiental (OEFA) expone que hay disponibilidad incorrecta de grandes dimensiones de RCD en distintos sectores no aprobados del territorio peruano. Por otro lado, se puede considerar como un elemento fundamental en la disponibilidad incorrecta de los RCD el nivel más alto del sector laboral informal en el Perú, se demuestra los habitantes con trabajo formal e informal donde el tercer trimestre del 2019 el sector informal laboral logró el 71.1% y al interior del campo de la construcción logró 78.4% [38]

El campo de la construcción en el país de acuerdo al INEI (2019) ha alcanzado un aumento de 6.1% desde hace 20 años atrás. Esto equivale la evolución del Perú, dado que posee ventajas sociales como por ejemplo la generación de plazas de empleo, mayor ímpetu en compañías implicadas, alza del PBI, potencia en la infraestructura del país, etc. [39]

Ventajas del uso del RCD

Se encuentran [40]:

- La utilización los desechos reducirá el desperdicio de concreto; estos materiales reciclados se pueden reutilizar, lo que puede resultar en un consumo de energía reducido asociado con el traslado y la producción de agregados. Esto posiblemente mejore la calidad del aire al reducir las emisiones de las fuentes de tráfico.
- Asimismo, el uso del concreto reciclado también podría traer beneficios económicamente porque al reemplazar parte del agregado grueso, se reducirá el costo del concreto
- La reutilización de RCD reduce la cantidad de residuos de concreto antiestéticos y, por lo tanto, reduce el impacto en el paisaje.
- La durabilidad del concreto reciclado significa que su larga vida puede tener una ventaja de sostenibilidad sobre otros materiales de construcción.

Propiedades del concreto en estado fresco

Trabajabilidad

La trabajabilidad del concreto se puede definir como la facilidad con la que el concreto puede manejarse, manipularse, transportarse y vaciarse en el lugar indicado generando una mínima pérdida. Además, va a depender de la pasta, de las proporciones de los agregados, en términos abreviados se puede definir como el “slump” el cual debe medirse en el ensayo del cono de Abrams [41].

Este ensayo se basó en la norma NTP 339.035 el cual tiene como fin establecer los pasos que se deben seguir para realizar un buen ensayo de asentamiento o slump que es de suma importancia para la elaboración y análisis de un diseño de mezcla de concreto. Para este ensayo se necesita del cono en el cual se vaciarán en 3 partes el concreto fresco y se varillará para evitar los vacíos en la mezcla, una vez terminado el varillado, se procederá a levantar el cono y medir la diferencia de altura entre el tumulto de material y el cono de Abrams. Esto servirá para comparar y modificar la dosificación hasta obtener un slump requerido por el diseño de mezcla justo antes de vaciar en los encofrados de los elementos. [42]

Temperatura

Esta propiedad se basó en la norma NTP 339.184, esta norma se aplica para medir la temperatura de mezclas de concreto en estado fresco. Los equipos que se necesita para realizar este ensayo es el recipiente donde colocaremos el concreto fresco y el dispositivo para medición de temperatura el cual tiene que estar calibrada para que realice una correcta lectura de la temperatura. El dispositivo tiene que estar en el concreto mínimo unos 2 minutos hasta que la lectura se estabilice para así registrar la temperatura. [43]

Peso Unitario

Este método de ensayo trata sobre la determinación del peso unitario del concreto recién mezclado. Este ensayo se realizó bajo la norma NTP 339.046, el cual nos indica los pasos e instrumentos con el que se debe contar. Para realizar este ensayo se necesita una balanza, varilla lisa, molde cilíndrico, enlazador, martillo de goma.

El procedimiento consta en pesar primero el molde cilíndrico, luego colocar el concreto en 3 capas y en cada capa se compacta con 25 golpes con la varilla y unos 10 a 15 golpes con el martillo de goma para cubrir los vacíos. Una vez enraizado, se pesa el molda más la muestra y se toma nota del peso. [44]

Propiedades del concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión

Es la medida máxima que puede aguantar un testigo cilíndrico de concreto de una carga de presión, y va a determinar el desempeño de la probeta fracturándola en un aparato de ensayos de compresión, donde cuantitativamente se halla su resistencia que ofrece. [24].

Este ensayo consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen; se realizó este ensayo siguiendo el procedimiento de la norma NTP 339.034 [45]

| Tipo de Pavimento | | Aceras o Veredas | Pasajes Peatonales | Cicloviás |
|--------------------------------|------------------------------|--|--------------------|-----------|
| Elemento | | | | |
| Sub-rasante | | 95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar | | |
| | | Espesor compactado: ≥ 150 mm | | |
| Base | | CBR ≥ 30 % | | CBR ≥ 60% |
| Espesor de la capa de rodadura | Asfáltico | ≥ 30 mm | | |
| | Concreto de cemento Portland | ≥ 100 mm | | |
| | Adoquines | ≥ 40 mm (Se deberán apoyar sobre una cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm) | | |
| Material | Asfáltico | Concreto asfáltico* | | |
| | Concreto de cemento Portland | f _c ≥ 175 Kg/cm ² (17,5 MPa) | | |
| | Adoquines | f _c ≥ 320 Kg/cm ² (32 MPa) | N.R. ** | |

Tabla N°4: Requisitos para pavimentos especiales
Fuente: Norma CE 01 – Pavimentos urbanos

Resistencia a la flexión

Esta prueba se expresa como módulo de rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y se determina utilizando el procedimiento de ensayo del ASTM C78 (carga en los puntos tercios) en el cual utilizas una viga de 15cm x 15cm x 50cm o ASTM C293 (carga en el punto medio). El módulo de rotura da del 10% al 20% de la resistencia a la compresión aproximadamente y depende del tamaño y volumen del árido grueso en el concreto. En esta investigación, utilizaremos el ensayo de módulo de rotura según la norma NTP 339.078 que es cargada en los puntos tercios [46]

Resistencia a la tracción indirecta

La prueba de tracción indirecta es un procedimiento sencillo y representativo que simula la respuesta del pavimento flexible y logra la carga máxima que la mezcla puede soportar antes de fallar. Esta prueba trata de aplicar a presión diametral un testigo cilíndrico aplicando una presión de manera uniforme a lo largo de dos líneas opuestas hasta su falla como podemos ver en la siguiente imagen N°2 [34].

La resistencia a la tracción indirecta se utiliza en el diseño de concreto ligero, para evaluar la resistencia al esfuerzo cortante del concreto, este ensayo se basará en la norma NTP 339.084 [47]

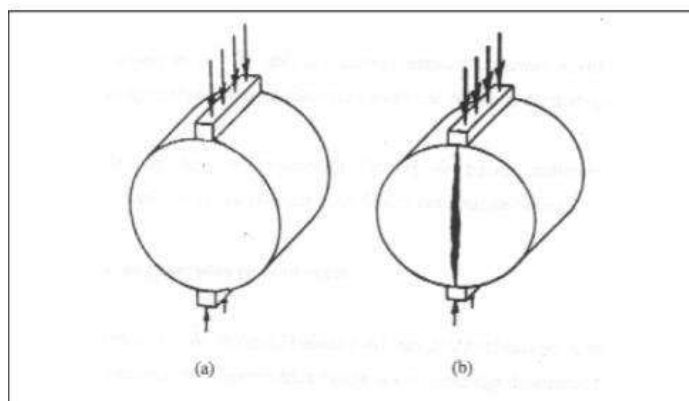


Figura N°2: Configuración de la carga y rotura por tracción indirecta
Fuente: UPC. Capítulo 2, "Ensayo de tracción indirecta"

Durabilidad

Según el comité 116 del ACI, esta propiedad es la capacidad del concreto que resiste las influencias ambientales, el ataque químico, el desgaste y otras condiciones de uso para que sus propiedades y características se mantengan durante de su vida útil [32]

Resistencia a la abrasión de superficies de concreto

Este ensayo da una indicación de la resistencia al desgaste relativo del concreto basado en pruebas de núcleos o especímenes fabricados. Este método se enfoca en medir la resistencia a la abrasión en los extremos de núcleos de concreto de 150mm de diámetro. El procedimiento se basó en la norma ASTC C-944, que nos indica que primero se toma la masa inicial del espécimen, se coloca en la máquina de corte, se pone en contacto con la cabeza de corte y se mantiene de esa forma durante 2 minutos. Al final se determina de nuevo la masa para obtener el porcentaje de pérdida por abrasión. [48]

Molienda del Vidrio

Para esta parte de la investigación, decimos que el vidrio a utilizar será de botellas procedentes de productos reciclados de cualquier tipo, menos los vidrios que tengan color ya que estos tienen químicos que afectarían nuestro concreto, así que solo utilizaremos vidrio incoloro. Por otra parte, muchas investigaciones han analizado su concreto con vidrio, el cual les ha producido incrementos ligeros en las propiedades de un concreto convencional, sin embargo, no ha habido antecedentes que se haya estudiado un concreto reciclado con vidrio y RCD juntos.

En esta parte de la investigación se definirá cómo será el procedimiento para la obtención de vidrio pulverizado (puzolana de vidrio) de botellas recicladas.

Limpieza en las botellas del vidrio

Las botellas recolectadas pasaran por un lavado intenso con detergente de uso común y agua caliente, esto para remover cualquier residuo acumulado, incluyendo las etiquetas que son fáciles de quitar. Después de lavar las botellas, se deben de secar completamente para evitar inconvenientes en la trituración como material pulverizado.

Trituración del vidrio

En nuestro caso para economizar esta investigación y los costos de ésta se decidió utilizar una licuadora, ya que esta tiene revoluciones altas. Pero antes el vidrio tiene que ser triturado, ya sea manualmente con una piedra grande y con las debidas medidas de seguridad. Una vez teniendo el vidrio en pequeñas fracciones, procedemos a licuar, esto con el fin de que se retenga en la malla N°100, ya que se trabajara con esa medida para reemplazar a los agregados finos.

Ensayos Químicos a los Residuos Sólidos de Construcción y Demolición (RCD)

Sales Solubles Totales

Este ensayo se encarga de establecer el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases estabilizantes de mezcla asfáltica. Para realizar este ensayo se necesita una muestra del agregado pétreo el cual se someterá a continuos lavados con agua destilada a la temperatura de ebullición, hasta la extracción total de sales. La presencia de estas se detecta mediante reactivos químicos que, al menos indicio de sales, forman precipitados fácilmente visibles. Del agua total del lavado se toma una alícuota y se procede a cristalizar para determinar la cantidad de sales presentes. [49]

Contenido de Sulfatos

Este ensayo te indicia el procedimiento para la determinación cuantitativa, en los agregados para el concreto, de los compuestos de azufre que se encuentran en las formas tanto de sulfatos como sulfuros, atacables y no atacables por ácido clorhídrico. El muestreo y el ensayo son importantes ya que el operador deberá tener siempre la precaución para obtener muestras que denoten la naturaleza y condiciones del material al cual representan. [49]

En el cuadro siguiente se podrá observar que cantidad como máximo debe tener dicho agregado para poder utilizarlo en el concreto. [50]

| Ensayo | | Norma MTC | Requerimientos Altitud | |
|---|----------------------|-----------|------------------------|--------------|
| | | | < 3.000 msnm | ≥ 3.000 msnm |
| Abrasion Los Angeles | | MTC E 207 | 40% max. | 40% max. |
| Particulas con una cara fracturada | | MTC E 210 | 80% min. | 80% min. |
| Particulas con dos caras fracturadas | | MTC E 210 | 70% min. | 80% min. |
| Particulas chatas y alargadas | | MTC E 221 | 10% max. | 10% max. |
| Sales Solubles Totales | | MTC E 219 | 0.5% max. | 0.5% max. |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | | MTC E 209 | -.- | 18% max. |
| Terrones de arcilla y particulas deleznales | | MTC E 212 | 0.25% max. | 0.25% max. |
| Particulas Livianas | | MTC E 211 | 0.5% max. | 0.5% max. |
| Contenido de Sulfatos expresados como SO4 | | MTC E 218 | 1.0% max. | 1.0% max. |
| 10% de finos | Valor en seco | BS 812 | 50 kN min | 50 kN min |
| | Relacion humedo/seco | part 110 | 70% min. | 70% min. |

Tabla N°5: Requerimiento de agregado grueso para bases de concreto hidráulico
Fuente: Especificaciones técnicas generales para construcción

Desviación Estándar

La desviación estándar es una medida de centralización o dispersión para variables y es de gran utilidad en la estadística descriptiva. [51]

La desviación estándar se aplica cuando se tenga un registro adecuado de 30 ensayos consecutivos; para saber que factor utilizaremos para la fórmula el cual dependerá del número de ensayos. [52]

| Numero de ensayos | Factor de modificacion para la desviacion estandar de la muestra |
|-------------------|--|
| Menos de 15 | Emplee la tabla 5.3.2.2 |
| 15 | 1.16 |
| 20 | 1.08 |
| 25 | 1.03 |
| 30 o más | 1 |

Tabla N°6: Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra
Fuente: ACI 318

La desviación estándar de la muestra (S_s) se calcula a partir de dichos resultados con la siguiente formula:

$$S_s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{prom})^2}{(n - 1)}}$$

Donde:

- S_s = Desviación estándar de la muestra, Mpa
- X_i = Ensayo individual de resistencia de cada muestra
- X_{Prom} = Promedio de n resultados de ensayos de resistencia
- n = Numero de ensayos consecutivos de resistencia

La desviación estándar de la muestra se emplea para determinar la resistencia promedio requerida (F'_{cr}) usada como base para la dosificación del concreto y debe ser determinada según la siguiente tabla:

| Resistencia especificada a la compresion, MPa | Resistencia Promedio Requerida a la compresion , MPa | |
|---|--|-------|
| $F'c \leq 35$ | Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2) | |
| | $F'_{cr} = F'c + 1.34 S_s$ | (5-1) |
| | $F'_{cr} = F'c + 2.33 S_s - 3.5$ | (5-2) |
| $F'c > 35$ | Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2) | |
| | $F'_{cr} = F'c + 1.34 S_s$ | (5-1) |
| | $F'_{cr} = 0.90F'c + 2.33 S_s$ | (5-3) |

Tabla N°7: Resistencia promedio a la compresión requerida
Fuente: ACI 318

Una vez que se realice la desviación estándar, se tiene que clasificar sin los estándares de control de concreto según la ACI 214.

| Variacion General | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Clase de operacion | Desviacion eestandar de diferentes estanares dee control, MPa (lb/pulg2) | | | | |
| | Excelente | Muy buena | Buena | Regular | Mala |
| Ensayos generales de construcción | Por debajo de 400 (por debajo de 2.8) | 400 a 500 (2.8 a 3.4) | 500 a 600 (3.4 a 4.1) | 600 a 700 (4.1 a 4.8) | Por encima de 700 (por encima de 4.8) |
| Tandas de ensayo en laboratorio | Por debajo de 200 (por debajo de 1.4) | 200 a 250 (1.4 a 1.7) | 250 a 300 (1.7 a 2.1) | 300 a 350 (2.1 a 2.4) | Por encima de 350 (por encima de 2.4) |

Tabla N°8: Estándares de control de concreto para $F'c \leq 35$ MPa
Fuente: ACI 214

Materiales y Métodos

Tipo de Investigación

Hernández menciona que el tipo y nivel de investigación va a depender si es que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes [53]

Es por ello que, en cuanto al nivel de investigación, este será cuantitativo, ya que se emplea la recopilación de información para comprobar la factibilidad de la hipótesis basándose en la cuantificación numérica; también será un estudio de tipo investigativo y de nivel experimental por la influencia que tendrá la manipulación de las variables independientes sobre las variables dependientes.

Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es experimental con un alcance descriptivo, ya que al manipular la variable en cuestión para ver los resultados que llega a alcanzar y así describir las propiedades y características del objeto en estudio.

Población, Muestra y Muestreo

Población

La población para esta investigación está conformada por el número de testigos que se realizara para analizar las propiedades mecánicas del concreto reciclado. Estos números de probetas que se han propuesto es según el Reglamento nacional de edificaciones, el ASTM C78 y el ASTM C944.

Muestra

Para este estudio se tomará como muestra las probetas cilíndricas que se realizará para este estudio; para el ensayo a compresión tenemos 90 probetas que se divide en 3 por cada diseño de mezcla, para el ensayo de tracción indirecta se tiene 30 muestras que se ensayara a los 28 días de curado, para el ensayo de flexión se tiene 20 vigas ensayadas a los 28 días y finalmente el ensayo por abrasión el cual se tiene 10 muestras ensayadas a los 28 días.

| Ensayos | Probetas | Tiempo de rotura de probetas/ N° de probetas | | | Parcial | Total |
|-----------------------------|---|--|---------|---------|---------|-------|
| | | 7 días | 14 días | 28 días | | |
| Resistencia a la compresion | Concreto reciclado simple patrón | 3 | 3 | 3 | 9 | 90 |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 10% de RCD) | 3 | 3 | 3 | 9 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 20% de RCD) | 3 | 3 | 3 | 9 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 30% de RCD) | 3 | 3 | 3 | 9 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 10% de RCD) | 3 | 3 | 3 | 9 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 20% de RCD) | 3 | 3 | 3 | 9 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 30% de RCD) | 3 | 3 | 3 | 9 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 10% de RCD) | 3 | 3 | 3 | 9 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 20% de RCD) | 3 | 3 | 3 | 9 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 30% de RCD) | 3 | 3 | 3 | 9 | |

Tabla N°9: Muestra para ensayo de resistencia a la compresión
Fuente: Propia

| Ensayos | Probetas | Tiempo de rotura de probetas/ N° de probetas | Total |
|---------------------------|---|--|-------|
| | | 28 días | |
| Resistencia a la Traccion | Concreto reciclado simple patrón | 3 | 30 |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 10% de RCD) | 3 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 20% de RCD) | 3 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 30% de RCD) | 3 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 10% de RCD) | 3 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 20% de RCD) | 3 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 30% de RCD) | 3 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 10% de RCD) | 3 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 20% de RCD) | 3 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 30% de RCD) | 3 | |

Tabla N°10: Muestra para ensayo de resistencia a la tracción indirecta
Fuente: Propia

| Ensayos | Probetas | Tiempo de rotura de probetas/ N° de probetas | Total |
|--------------------------|---|--|-------|
| | | 28 días | |
| Resistencia a la flexion | Concreto reciclado simple patrón | 2 | 20 |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 10% de RCD) | 2 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 20% de RCD) | 2 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 30% de RCD) | 2 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 10% de RCD) | 2 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 20% de RCD) | 2 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 30% de RCD) | 2 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 10% de RCD) | 2 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 20% de RCD) | 2 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 30% de RCD) | 2 | |

Tabla N°11: Muestra para ensayo de resistencia a la flexión

Fuente: Propia

| Ensayos | Probetas | Tiempo de rotura de probetas/ N° de probetas | Total |
|--------------------------|---|--|-------|
| | | 28 días | |
| Durabilidad por abrasion | Concreto reciclado simple patrón | 1 | 10 |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 10% de RCD) | 1 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 20% de RCD) | 1 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (5% de vidrio molido y 30% de RCD) | 1 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 10% de RCD) | 1 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 20% de RCD) | 1 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (10% de vidrio molido y 30% de RCD) | 1 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 10% de RCD) | 1 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 20% de RCD) | 1 | |
| | Concreto reciclado simple patrón (15% de vidrio molido y 30% de RCD) | 1 | |

Tabla N°12: Muestra para ensayo de durabilidad por abrasión

Fuente: Propia

Criterios de Selección

Para esta investigación se seleccionó el distrito de Pomalca por el hecho que algunas zonas carecen de veredas, también por el tema de la contaminación por botellas de vidrio y RCD que se presenta a las afueras de este distrito y finalmente para controlar la reacción álcali-sílice ya que este distrito tiene más temperatura que Chiclayo.

Operacionalización de variables

| Variable | INDICADORES | DIMENSIONES | Variabilidad | UNIDAD DE MEDIDA | INSTRUMENTOS | |
|--------------------------|---|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--|--|
| INDEPENDIENTE | vidrio incoloro molido | Granulometria | 5%, 10% y 15% | % en peso | Balanza electronica con aproximacion de 1g | |
| | | Peso especifico | | g/cm3 | NTP 400.021 | |
| | Residuos solidos de construccion y demolicion | Dosificacion en peso | Granulometria | 10%, 20% y 30% | % en peso | Balanza electronica con aproximacion de 1g |
| | | Contenido de humedad | % | | NTP 339.185 | |
| | | Peso unitario suelto | kg/m3 | | NTP 400.017 | |
| | | Peso unitario compactado | kg/m3 | | NTP 400.017 | |
| | | Peso especifico | g/cm3 | | NTP 400.021 | |
| Grado de absorcion | % | NTP 400.021 | | | | |
| DEPENDIENTE | Propiedades mecanicas del concreto reciclado | Estado Fresco | Trabajabilidad | - | pulg | NTP 339.035 |
| | | | Peso unitario | - | kg/m3 | NTP 339.046 |
| | | | Porcentaje de aire atrapado | - | % | NTP 339.046 |
| | | | Temperatura | - | C° | NTP 339.184 |
| | | Estado Endurecido | Ensayo de resistencia a la compresion | - | kg/cm2 | NTP 339.034 |
| | Ensayo de resistencia a la traccion | | - | kg/cm3 | NTP 339.084 | |
| | Ensayo de resistencia a la flexion | | - | | ASTM C78 | |
| | Evaluacion del costo del concreto | Variacion economica | Ensayo de Abrasion | - | mg/min | NTP 400.019 |
| | INTERVINIENTE | Agregados Naturales | Agregado fino | Valor economico de la mezcla | - | S/ |
| Granulometria | | | | - | % | NTP 400.012 |
| Contenido de humedad | | | | - | % | NTP 339.185 |
| Peso unitario suelto | | | | - | kg/m3 | NTP 400.017 |
| Peso unitario compactado | | | | - | kg/m3 | NTP 400.017 |
| Peso especifico | | | - | g/cm3 | NTP 400.022 | |
| Grado de Absorcion | | | - | % | NTP 400.022 | |
| Agregado grueso | | | Granulometria | - | % | NTP 400.012 |
| | | | Contenido de humedad | - | % | NTP 339.185 |
| | | | Peso unitario suelto | - | kg/m3 | NTP 400.017 |
| | | Peso unitario compactado | - | kg/m3 | NTP 400.017 | |
| | | Peso especifico | - | g/cm3 | NTP 400.021 | |
| | | | Grado de Absorcion | - | % | NTP 400.021 |

Tabla N°13: Variables y Operacionalizacion
Fuente: Propia

Métodos y técnicas de recolección de datos

Técnicas

En este estudio se utilizará como técnica la observación, ya que radica en el registro sistémico, valida y confiable de las conductas o condiciones que se presentan en la investigación. También utilizaremos la experimentación por los nuevos agregados que se agregará al concreto y finalmente el análisis de datos por los resultados que se va a generar.

| Técnicas | |
|---------------------|--|
| Observacion Directa | Técnica donde observaremos cómo se comporta nuestro concreto con sustitución parcial del vidrio incoloro molido y RCD mediante los |
| Experimentos | Ya que esta investigacion consta de experimentar con nuevos agregados el comportamiento del concreto |
| Analisis de datos | Tecnica donde analizaremos con graficos los resultados de los ensayos del concreto |

Tabla N°14: Técnicas de recolección de datos

Fuente: Propia

Instrumentos

La herramienta de recolección de información para la técnica se conoce como ficha de monitoreo. Esta hoja se trabajará únicamente para recolectar registros del laboratorio sobre el concreto patrón como el concreto reciclado experimental (concreto reciclado con vidrio molido incoloro y RCD) en diferentes proporciones y en diferentes edades. También utilizaremos las normativas respectivas para realizar un procedimiento correcto de cada ensayo y finalmente los ensayos para ver si el concreto reciclado cumpla con los requisitos necesarios.

| Instrumentos | |
|-------------------------------|--|
| Ficha de recoleccion de datos | Para poder registrar toda la información que se obtendrá en el laboratorio y también para el procesamiento de información de datos |
| Ensayos | Para analizar si el concreto reciclado cumple con los parametros necesarios para la utilizacion en veredas |
| Normativas, articulos, tesis | Para guiarse en analizar los resultados obtenidos de los ensayos y asi realizar el analisis estadistico |

Tabla N°15: Instrumentos de recolección de datos

Fuente: Propia

Métodos

Ensayos al vidrio molido

Para corroborar las propiedades del vidrio molido incoloro, se realizó el ensayo de granulometría al vidrio el cual no es necesario que cumpla ya que el tamaño de este tiene que pasar la malla N°50 y quedar retenido en el N°100 para así evitar la reacción álcali-sílice, cabe mencionar que en triturado del vidrio se realizó manualmente. Además de este ensayo también se realizó el ensayo del peso específico para ver cuánto variaba el peso específico del vidrio y la arena y de esto dependía realizar un nuevo diseño de mezcla, pero como no vario por mucho se optó por no realizar un nuevo diseño de mezcla. Cabe mencionar que no existe una norma para realizar la granulometría del vidrio molido, es por eso que este ensayo se realizó con la norma NTP 400.012.

Ensayo de granulometría

Este ensayo tiene como fin obtener cuantitativamente los tamaños de partículas de agregados gruesos y finos de un material seco por separación, mediante el uso de tamices.

✓ Normativa

NTP 400.012: AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

✓ Instrumentos



Figura N°3: Balanza



Figura N° 5: Brocha



Figura N° 4: Cucharon



Figura N° 6: Rastrillo



Figura N° 7: Tamices



Figura N° 8: Horno.



Figura N° 9: Recipientes.

✓ Muestra

Según la normativa, para el agregado fino son como mínimo 300 g, pero en este caso utilizamos 885 g de muestra de vidrio molido incoloro.

✓ Procedimiento

- Realización de cuarteo, al separar en 4 partes el agregado en condiciones húmedas, de esta manera se escogerá la $\frac{1}{4}$ parte más gradada u heterogénea y se combinará con la de enfrente, siendo esta la muestra a utilizar.
- Se escogió 885 g de la muestra cuarteada
- Se pasa la muestra tamiz por tamiz, obteniendo el peso retenido en cada uno de ellos y colocando lo que pasa en el de menor abertura próxima.
- Se limpian los tamices con el rastrillo para aberturas grandes y con la brocha para las más pequeñas.



Figura N° 10: Muestra de vidrio para realizar el ensayo



Figura N° 11: Cada tamiz con su muestra retenida de vidrio

✓ Recolección de datos

| Material: | Vidrio molido incoloro | | P. Inicial H. | % de | | |
|-----------|------------------------|------|---------------|-----------|-----------|-------------------|
| | | | P. Inicial S. | Humedad = | | |
| Malla | | Peso | (%) | (%) Acum. | (%) Acum. | Especificaciones: |
| Pulg. | (mm.) | Ret. | Ret. | Ret. | Que Pasa | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | |
| 3/8" | 9.500 | | | | | |
| Nº 04 | 4.750 | | | | | |
| Nº 08 | 2.360 | | | | | |
| Nº 16 | 1.180 | | | | | |
| Nº 30 | 0.600 | | | | | |
| Nº 50 | 0.300 | | | | | |
| Nº 100 | 0.150 | | | | | |
| Fondo | | | | | | |

Tabla N°16: Recolección de datos de granulometría del vidrio molido

✓ Cálculo

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso total}} \times 100$$

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido Anterior} + \% \text{ Retenido Actual}$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

Modulo de Fineza

$$= \frac{\%RA \text{ del tamiz } (3 + 1\frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

Ensayo de Peso Especifico

El presente ensayo tiene como objetivo determinar la densidad promedio de partículas de agregado, la densidad relativa y la absorción del agregado

✓ Normativa

NTP 400.022: AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

✓ Instrumentos



Figura N° 8: Horno



Figura N° 12: Fiola



Figura N° 9: Recipientes.



Figura N° 4: Cucharon



Figura N° 13: Gramera

✓ Muestra

Se tomó una muestra de 500g de vidrio molido.

✓ Procedimiento

- Se pesan las Fiolas y se coloca la muestra.
- Se coloca agua del grifo hasta la marca y se tapan.
- Se agita hasta eliminar las burbujas dentro del recipiente y se dejan reposar por 24 h.
- Vaciar el contenido en un recipiente y decantar toda el agua, inclinando el recipiente y usando un succionador.
- Se seca en el horno por 24 h a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Se saca del horno y se deja enfriar hasta que la base del recipiente se encuentre fría.
- Se pesa la muestra seca.



Figura N° 14: Muestra para el ensayo



Figura N° 15: Peso de la Fiola



Figura N° 16: Peso de la Fiola + Peso de la Muestra + Agua

✓ Cálculo

$$\text{Peso seco} = \text{Peso con Tara} - \text{Peso de la Tara}$$

$$\gamma = \text{Peso específico} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Volumen del frasco} - \text{Peso del agua}} \times 100$$

✓ Recolección de datos

| | | M1 | M2 |
|---|-----|----|----|
| 1.- Peso del vidrio+ Peso del Frasco + Peso del Agua | (g) | | |
| 2.- Peso del vidrio + Peso del Frasco | (g) | | |
| 3.- Peso del Agua | (g) | | |
| 4.- Peso del vidrio Secada al Horno + Peso del Frasco | (g) | | |
| 5.- Peso del Frasco | (g) | | |
| 6.- Peso del vidrio Secada al Horno | (g) | | |
| 7.- Volumen del frasco | (g) | | |

Tabla N°17: Recolección de datos del peso específico del vidrio molido

Ensayos para los residuos de construcción y demolición (RCD)

Para los residuos de construcción y demolición se hizo los ensayos de granulometría, contenido de humedad, peso específico, absorción, peso unitario suelo y compactado. Cabe mencionar que para este material no existe una norma, es por eso que se utilizó las normas que se utiliza para un agregado grueso común.

Ensayo de granulometría

Este ensayo tiene como fin obtener cuantitativamente los tamaños de partículas de agregados gruesos y finos de un material seco por separación, mediante el uso de tamices.

✓ Normativa

NTP 400.012: AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

✓ Instrumentos



Figura N° 7: Tamices



Figura N° 8: Horno.



Figura N° 4: Cucharon



Figura N° 6: Rastrillo



Figura N° 3: Balanza



Figura N° 9: Recipientes.

✓ Procedimiento

- Realización de cuarteo, al separar en 4 partes el agregado en condiciones húmedas, de esta manera se escogerá la 1/4 parte más gradada u heterogénea y se combinará con la de enfrente, siendo esta la muestra a utilizar.
- Se escogió 6308 g de la muestra cuarteada
- Se pasa la muestra tamiz por tamiz, obteniendo el peso retenido en cada uno de ellos y colocando lo que pasa en el de menor abertura próxima.
- Se limpian los tamices con el rastrillo para aberturas grandes
- Finalmente, se pesa la cantidad retenida en cada malla

✓ Cálculo

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso total}} \times 100$$

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido Anterior} + \% \text{ Retenido Actual}$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

✓ Ficha recolección de datos

| Material | : Residuos solidos de construccion y demolicion | | | P. Inicial H. | | % de | |
|----------|---|------|------|---------------|-----------|-----------|------------------|
| | Malla | Peso | (%) | P. Inicial S. | | Humedad = | |
| | | | | (%) Acum. | (%) Acum. | Que Pasa | Especificaciones |
| Pulg. | (mm.) | Ret. | Ret. | Ret. | Que Pasa | | USO 56 |
| 2" | 50.00 | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.00 | | | | | | |
| 1" | 25.00 | | | | | | |
| 3/4" | 19.00 | | | | | | |
| 1/2" | 12.70 | | | | | | |
| 3/8" | 9.52 | | | | | | |
| Nº 04 | 4.75 | | | | | | |
| Nº 08 | 2.36 | | | | | | |
| Nº 16 | 1.19 | | | | | | |
| Fondo | | | | | | | |

Tabla N°18: Recolección de datos de la granulometría del RCD

Contenido de humedad

Este ensayo tiene como fin indicar la cantidad de agua que contiene un agregado

✓ Normativa:

NTP 339.185: AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

✓ Instrumentos:



Figura N° 3: Balanza



Figura N° 4: Cucharon



Figura N° 9: Recipientes.



Figura N° 8: Horno.

✓ Muestra:

Se utilizó la misma muestra del ensayo de granulometría, lo cual cumple porque según normativa para un TMN de 1" lo mínimo es de 4 kg.

✓ Procedimiento:

- Realización de cuarteo, al separar en 4 partes el agregado en condiciones húmedas, de esta manera se escogerá la $\frac{1}{4}$ parte más gradada u heterogénea y se combinará con la de enfrente, siendo esta la muestra a utilizar.

- Se escogió la misma muestra de la granulometría que son 6.308 kg
- Se seca en el horno por 24 h a 110 °C ± 5 °C.
- Se saca del horno y se deja enfriar hasta que la base del recipiente se encuentre fría.
- Se pesa la muestra seca.

✓ Cálculo

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{Peso Humedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

✓ Recolección de datos

| | | M1 | M2 |
|-------------------------------------|-------|----|----|
| A.- Peso de muestra húmeda | (gr.) | | |
| B.- Peso de muestra seca | (gr.) | | |
| C.- Peso de recipiente | (gr.) | | |
| D.- Contenido de humedad | (%) | | |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | (%) | | |

Tabla N°19: Recolección de datos del contenido de humedad del RCD

Ensayos de Pesos unitarios sueltos y compactados

Este ensayo tiene como fin indicar la capacidad de compactación del agregado

✓ Normativa:

NTP 400.017: AGREGADOS: Método de ensayo normalizado determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

✓ Instrumentos:



Figura N° 4: Cucharón.



Figura N° 17: Moldes de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.



Figura N° 18: Varilla.



Figura N° 19: Martillo de goma



Figura N° 3: Balanza.

✓ **Muestra:**

Según normativa, se debe utilizar 200% de la capacidad del molde (volumen), por lo que se utilizaron 21.206 kg.

✓ **Procedimiento:**

- Se seca al aire la muestra por 24 h.
- Realización de cuarteo, al separar en 4 partes el agregado en condiciones húmedas, de esta manera se escogerá la $\frac{1}{4}$ parte más gradada u heterogénea y se combinará con la de enfrente, siendo esta la muestra a utilizar.
- Se escogen 21.206 kg de la muestra cuarteada.
- Pesar los moldes metálicos vacíos.
- Para los pesos unitarios sueltos, se llenan los dos recipientes metálicos, previamente pesados.
- Se retira el exceso con una regla lisa.
- Se pesan los moldes llenos.

- Para los pesos unitarios compactados, se realizan en 3 capas, cada una se varilla 25 veces con 15 golpes con un martillo de goma.
- Se retira el exceso con una regla lisa.
- Se pesan los moldes llenos.



Figura N° 20: Peso unitario suelto húmedo 1 del RCD



Figura N° 21: Peso unitario suelto húmedo 2 del RCD



Figura N° 22: Peso unitario compactado húmedo 1 del RCD



Figura N° 23: Peso unitario compactado húmedo 2 del RCD

✓ Cálculo:

$$PUSH = \text{Peso unitario suelto húmedo} = \frac{\text{Peso suelto}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$PUSS = \text{Peso unitario suelto seco} = \frac{PUSH}{1 - \frac{\%H}{100}}$$

$$PUCH = \text{Peso unitario compactado húmedo} = \frac{\text{Peso compactado}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$PUCS = \text{Peso unitario compactado seco} = \frac{PUCH}{1 - \frac{\%H}{100}}$$

✓ Recolección de datos

| A.- PESO UNITARIO SUELTO | | M1 | M2 |
|--|----------------------|----|----|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | | |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | | |
| 3.- Peso del material | | | |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | | |
| 5.- Peso unitario suelto húmedo | (kg/m ³) | | |
| 6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) | (kg/m ³) | | |
| B.- PESO UNITARIO COMPACTADO | | M1 | M2 |
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | | |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | | |
| 3.- Peso del material | | | |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | | |
| 5.- Peso unitario compactado húmedo | (kg/m ³) | | |
| 6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) | (kg/m ³) | | |

Tabla N°20: Recolección de datos del peso unitario suelto y compactado del RCD

Ensayo de Absorción y Peso específico

Este ensayo tiene como fin indicar la cantidad de agua que puede absorber un agregado y la densidad del mismo.

✓ Normativa:

NTP 400.021: AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

✓ Instrumentos:



Figura N° 8: Horno.



Figura N° 9: Recipientes.



Figura N° 4: Cucharón.



Figura N° 24: Canastilla



Figura N° 3: Balanza

✓ Muestra:

Se utilizó 2890g de RCD para este ensayo.

✓ Procedimiento:

- Realización de cuarteo, al separar en 4 partes el agregado en condiciones húmedas, de esta manera se escogerá la $\frac{1}{4}$ parte más gradada u heterogénea y se combinará con la de enfrente, siendo esta la muestra a utilizar.
- Se escogen 2.890 kg de la muestra cuarteada
- Se lava el material.
- Se satura la muestra en un recipiente por 24 h.
- Se decanta el agua con mucho cuidado de no derramar el material.
- Para obtener la consistencia Saturada Superficialmente Seca (SSS), se seca cuidadosamente el material con una franela si ejercer mucha presión.
- Se escogen y pesan 2.5 kg para absorción.
- Se seca en el horno por 24 h a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Se saca del horno y se deja enfriar hasta que la base del recipiente se encuentre fría.
- Se pesa la muestra seca.
- De la condición SSS se utilizan 2.890 kg para realizar el ensayo de peso específico.
- Se pesa la canastilla en la balanza de Penfield.
- Se pesa la canastilla sumergida.
- Se pesa el material y la canastilla sumergidos.
- Se seca en el horno por 24 h a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Se saca del horno y se deja enfriar hasta que la base del recipiente se encuentre fría.
- Se pesa la muestra seca.



Figura N° 25: Peso de la muestra superficialmente seca



Figura N° 26: Peso de la muestra sumergida al agua



Figura N° 27: Peso de la muestra seca

✓ Cálculo:

$$\text{Peso Seco} = \text{Peso con recipiente} - \text{Peso del recipiente}$$

$$\%A = \% \text{Absorción} = \frac{\text{Peso Saturado Superficialmente Seco} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

$$\gamma = \text{Peso Específico} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Peso Saturado superficialmente seco} - \text{peso aparente}} \times 100$$

✓ Recolección de datos

| | | M1 | M2 |
|--|-----|----|----|
| 1.- Peso de la muestra secada al horno | (g) | | |
| 2.- Peso de la muestra superficialmente seca | (g) | | |
| 3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla | (g) | | |
| 4.- Peso de la canastilla | (g) | | |
| 5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua | (g) | | |

Tabla N°21: Recolección de datos del peso específico y grado de absorción del RCD

Ensayos al agregado fino

Para corroborar las propiedades del agregado fino que es la arena amarilla, el cual se obtuvo de la cantera de Patapo, se realizó el ensayo de granulometría, el ensayo de contenido de humedad, el ensayo del peso unitario suelto y compactado, el ensayo de peso específico y absorción.

Ensayo de granulometría

Este ensayo tiene como fin obtener cuantitativamente los tamaños de partículas de agregados gruesos y finos de un material seco por separación mediante el uso de tamices. Este ensayo se realizó según la norma NTP 400.012 el cual te indica que el peso mínimo de la muestra es 300g, pero para esta investigación se tomó el peso de la muestra que fue elegida en el cuarteo el cual fue de 810g. A continuación, se puede ver algunas imágenes de algunos procesos de este ensayo que se realizó en el laboratorio.



Figura N° 28: Muestra siendo lavada por la malla N°200



Figura N° 29: Cada tamiz con su muestra retenida



Figura N° 30: Muestra seca junto con los tamices

✓ Recolección de datos

| Cantera | | | P. Inicial H. | | % de | | |
|---------|--------|------|---------------|-----------|-----------|-------------------|--|
| | | | P. Inicial S. | | Humedad = | | |
| Malla | | Peso | (%) | (%) Acum. | (%) Acum. | Especificaciones: | |
| Pulg. | (mm.) | Ret. | Ret. | Ret. | Que Pasa | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | | |
| 3/8" | 9.500 | | | | | | |
| Nº 04 | 4.750 | | | | | | |
| Nº 08 | 2.360 | | | | | | |
| Nº 16 | 1.180 | | | | | | |
| Nº 30 | 0.600 | | | | | | |
| Nº 50 | 0.300 | | | | | | |
| Nº 100 | 0.150 | | | | | | |
| Fondo | | | | | | | |

Tabla N°22: Recolección de datos de la granulometría del agregado fino

Contenido de humedad

Este ensayo tiene como fin indicar la cantidad de agua que contiene un agregado. Para este ensayo se tomó de guía la Norma NTP 339.185 el cual te indica que se debe primero cuartear tu muestra y seleccionar la que este mejor gradada, en este caso esa muestra peso 876.07g. A continuación, se podrá ver algunas imágenes del proceso de este ensayo.

✓ Recolección de datos

| | | M1 | M2 |
|-------------------------------------|-------|----|----|
| A.- Peso de muestra húmeda | (gr.) | | |
| B.- Peso de muestra seca | (gr.) | | |
| C.- Peso de recipiente | (gr.) | | |
| D.- Contenido de humedad | (%) | | |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | (%) | | |

Tabla N°23: Recolección de datos del contenido de humedad del agregado fino

Ensayos de Pesos unitarios sueltos y compactados

Este ensayo tiene como fin indicar la capacidad de compactación del agregado. Este procedimiento se realizó bajo la norma NTP 400.017 el cual te indica que la muestra que se utiliza es un 200% la capacidad del molde, es por eso que se utilizó una cantidad de 21.206 kg de material. Cabe mencionar que este ensayo se debe realizar hasta que los pesos unitarios sueltos y compactados tengan una mínima diferencia en el peso para así calcular un promedio entre ellos. A continuación, se podrá ver los pesos que se utilizó para esta investigación.



Figura N° 31: Peso unitario suelto húmedo 1 del agregado fino



Figura N° 32: Peso unitario suelto húmedo 2 del agregado fino

✓ Recolección de datos

| A.- PESO UNITARIO SUELTO | | M1 | M2 |
|--|----------------------|----|----|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | | |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | | |
| 3.- Peso del material | | | |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | | |
| 5.- Peso unitario suelto húmedo | (kg/m ³) | | |
| 6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) | (kg/m ³) | | |
| B.- PESO UNITARIO COMPACTADO | | M1 | M2 |
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | | |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | | |
| 3.- Peso del material | | | |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | | |
| 5.- Peso unitario compactado húmedo | (kg/m ³) | | |
| 6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) | (kg/m ³) | | |

Tabla N°24: Recolección de datos del peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Ensayo de Absorción y Peso Específico

Este ensayo tiene como fin indicar la cantidad de agua que puede absorber un agregado y la densidad del mismo. Cabe mencionar que este ensayo se basó en la norma NTP 400.022 el cual nos indica el procedimiento de cómo se realiza este ensayo. Para esta investigación se utilizó 1000g de arena el cual distribuimos en 2 fiolas. A continuación, se puede observar las imágenes más representativas del procedimiento de este ensayo.



Figura N° 33: Fiolas con la muestra



Figura N° 34: Condición SSS



Figura N° 35: Muestra seca



Figura N° 36: Muestra saturada

✓ Recolección de datos

| | | M1 | M2 |
|--|-----|----|----|
| 1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua | (g) | | |
| 2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco | (g) | | |
| 3.- Peso del Agua | (g) | | |
| 4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco | (g) | | |
| 5.- Peso del Frasco | (g) | | |
| 6.- Peso de la Arena Secada al Horno | (g) | | |
| 7.- Volumen del frasco | (g) | | |

Tabla N°25: Recolección de datos del peso específico y grado de absorción del agregado fino

Ensayos al agregado grueso

Ensayo de Granulometría

Este ensayo tiene como fin obtener cuantitativamente los tamaños de partículas de agregados gruesos y finos de un material seco por separación, mediante el uso de tamices. Este ensayo se basó en la norma NTP 400.012 el cual te indica todo el procedimiento que se debe seguir, para esta investigación se trabajó con un peso de 8.440kg que fue el peso que nos dio la muestra mejor gradada producto del cuarteo del agregado. A continuación, unas imágenes del proceso de este ensayo.



Figura N° 37: Cuarteo del agregado grueso



Figura N° 38: Peso de la muestra cuarteada + tara

✓ Recolección de datos

| Cantera | | | | P. Inicial H. | | % de | |
|---------|-------|------|------|---------------|-----------|------------------|--|
| | | | | P. Inicial S. | | Humedad = | |
| Malla | Peso | (%) | | (%) Acum. | (%) Acum. | Especificaciones | |
| Pulg. | (mm.) | Ret. | Ret. | Ret. | Que Pasa | USO 56 | |
| 2" | 50.00 | 0.0 | | | | | |
| 1 1/2" | 38.00 | 0.0 | | | | | |
| 1" | 25.00 | 0.0 | | | | | |
| 3/4" | 19.00 | 0.0 | | | | | |
| 1/2" | 12.70 | 0.0 | | | | | |
| 3/8" | 9.52 | 0.0 | | | | | |
| N° 04 | 4.75 | 0.0 | | | | | |
| N° 08 | 2.36 | 0.0 | | | | | |
| N° 16 | 1.19 | 0.0 | | | | | |
| Fondo | | 0 | | | | | |

Tabla N°26: Recolección de datos de la granulometría del agregado grueso

Ensayo de Humedad

Este ensayo tiene como fin indicar la cantidad de agua que contiene un agregado. El procedimiento de este ensayo se basó en la norma NTP 339.185 el cual te indica una cantidad del agregado según tu TMN, para esta investigación se tomó una muestra de 8.440kg. A continuación, se aprecia el pesaje del agregado en su estado húmedo y seco.



Figura N° 39: Peso de la muestra húmeda + tara



Figura N° 40: Peso de la muestra seca

✓ Recolección de datos

| | | M1 | M2 |
|-------------------------------------|-------|----|----|
| A.- Peso de muestra húmeda | (gr.) | | |
| B.- Peso de muestra seca | (gr.) | | |
| C.- Peso de recipiente | (gr.) | | |
| D.- Contenido de humedad | (%) | | |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | (%) | | |

Tabla N°27: Recolección de datos del contenido de humedad del agregado grueso

Ensayos de Pesos unitarios sueltos y compactados

Este ensayo tiene como fin indicar la capacidad de compactación del agregado, cabe mencionar que para este ensayo se utilizó la norma NTP 400.17 para saber el procedimiento y realizarlo de forma correcta. Según la norma se utiliza el 200% de la capacidad del molde por lo que se utilizó 21.206kg de agregado para sacar estos pesos. A continuación, las imágenes de los pesos que se utilizó para esta investigación.



Figura N° 41: Peso unitario suelto húmedo 1 del agregado grueso



Figura N° 42: Peso unitario suelto húmedo 2 del agregado grueso



Figura N° 43: Peso unitario compactado húmedo 1 del agregado grueso



Figura N° 44: Peso unitario compactado húmedo 2 del agregado grueso

✓ Recolección de datos

| A.- PESO UNITARIO SUELTO | | M1 | M2 |
|--|----------------------|----|----|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | | |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | | |
| 3.- Peso del material | | | |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | | |
| 5.- Peso unitario suelto húmedo | (kg/m ³) | | |
| 6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) | (kg/m ³) | | |
| B.- PESO UNITARIO COMPACTADO | | M1 | M2 |
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | | |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | | |
| 3.- Peso del material | (gr.) | | |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | | |
| 5.- Peso unitario compactado húmedo | (kg/m ³) | | |
| 6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) | (kg/m ³) | | |

Tabla N°28: Recolección de datos del peso unitario compactado del agregado grueso

Ensayos de Absorción y Peso Especifico

Este ensayo tiene como fin indicar la cantidad de agua que puede absorber un agregado y la densidad del mismo. Para esta investigación nos basamos en la norma NTP 400.021 el cual nos indica el proceso de este ensayo; se tomó una cantidad de 4.616kg para realizar este ensayo ya que el mínimo peso según nuestro TMN era de 3k como indica la norma. A continuación, se muestra algunas fotos del proceso de este ensayo que se realizó.



Figura N° 45: Peso de la muestra superficialmente seca



Figura N° 46: Peso de la muestra seca



Figura N° 47: lavado de la muestra



Figura N° 48: Peso de la muestra sumergida

✓ Recolección de datos

| | | M1 | M2 |
|--|-----|----|----|
| 1.- Peso de la muestra secada al horno | (g) | | |
| 2.- Peso de la muestra superficialmente seca | (g) | | |
| 3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla | (g) | | |
| 4.- Peso de la canastilla | (g) | | |
| 5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua | (g) | | |

Tabla N°29: Recolección de datos del peso específico y grado de absorción del agregado grueso

Ensayos del estado fresco del concreto

Ensayo de Asentamiento o Slump

Este ensayo tiene como objetivo indicar la trabajabilidad del concreto en estado fresco. Además, este ensayo se realizó bajo la norma NTP 339.035 el cual nos indica que debemos utilizar una cantidad de concreto para una probeta más un 30% de desperdicio el cual utilizamos para realizar este ensayo. Se utilizó los instrumentos y se realizó el procedimiento de este ensayo como se indica en la normal.

✓ Recolección de datos

| f'c | Descripcion | % de Vidrio y RCD | Slump | Variacion al patron |
|-----|-------------|-------------------|-------|---------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Tabla N°30: Recolección de datos del asentamiento

Temperatura del concreto

Para obtener la temperatura del concreto patrón y con adiciones esta investigación se basó en la norma NTP 339.184, el cual nos indica que se debe utilizar un dispositivo de medición de temperatura calibrado para tomar la temperatura correctamente.



*Figura N° 49:
Temperatura del concreto*

✓ Recolección de datos

| f'c | Descripcion | % de Vidrio y RCD | Temperatura °C | Variacion al patron |
|-----|-------------|-------------------|----------------|---------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Tabla N°31: Recolección de datos de la temperatura

Peso unitario del concreto fresco

Este método de ensayo trata sobre la determinación de la densidad del concreto recién mezclado. Para este método se utilizó los instrumentos y se realizó el procedimiento basándose en la norma ASTM C138. A continuación, se podrá observar algunas densidades del concreto fresco.



Figura N° 50: Peso unitario del concreto

✓ Recolección de datos

| f'c | Descripcion | Peso del molde (kg) | Peso del concreto + molde (kg) | Peso del concreto (kg) |
|-----|-------------|---------------------|--------------------------------|------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Tabla N°32: Recolección de datos del peso unitario del concreto fresco

Elaboración de probetas cilíndricas de concreto

Este ensayo tiene como objetivo elaborar las probetas cilíndricas de concreto para que sean evaluadas a compresión, tracción indirecta y durabilidad por abrasión al concreto. Esta elaboración se basó en la norma NTP 339.033, el cual nos indica como es la manera de realizar un correcto vaciado en las probetas cilíndricas utilizando los instrumentos adecuados. A continuación, se podrá observar algunas imágenes de las probetas recién vaciadas esperando a ser desencofradas y curadas.



Figura N° 51: Probetas recién vaciadas

Ensayos del estado endurecido del concreto

Ensayo de Resistencia a la Compresión

El objetivo de este ensayo es la capacidad que tiene el concreto de resistir los esfuerzos axiales. Para realizar este ensayo se basó en la norma NTP 339.034 el cual te indica el procedimiento y los instrumentos que necesitas para realizar correctamente este ensayo. Se ensayó 90 probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura para compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. A continuación, se presenta la imagen de la prensa donde se realizó este ensayo.



Figura N° 52: Compresora

✓ Recolección de datos

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | Fecha de vaciado | Fecha de ensayo | Dias | Diámetro (d) (cm) | Carga (P) (kg) | f'c (kg/cm ²) |
|------------|----------------|------------------|-----------------|------|-------------------|----------------|---------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Tabla N°33: Recolección de datos de resistencia a la compresión

Ensayo de Resistencia a la Tracción Indirecta

Este ensayo sirve para evaluar la resistencia al esfuerzo cortante del concreto, este ensayo se realizó basado en la norma NTP 339.084 el cual nos indica los instrumentos y el procedimiento para realizar un correcto ensayo. Se ensayó 30 probetas de diámetro 15 cm y 30 cm de largo a los 28 días de curado. A continuación, se muestra algunas imágenes representativas de este ensayo.



Figura N° 53: Falla por tracción indirecta



Figura N° 54: Falla a un lado de la probeta por tracción indirecta

✓ Recolección de datos

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | Fecha de vaciado | Fecha de ensayo | Dias | Diámetro (d) (cm) | Carga (P) (kg) | f'c (kg/cm ²) |
|------------|----------------|------------------|-----------------|------|-------------------|----------------|---------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Tabla N°34: Recolección de datos de resistencia a la tracción indirecta

Ensayo de Resistencia a la Flexión

Para este ensayo se realizó basado en la norma ASTM C78 el cual te indica los instrumentos y el procedimiento correcto para realizar este ensayo, esta norma te indica que la viga se carga en los puntos tercios para realizar este ensayo. Se ensayó 20 probetas tipo viga de 15cm x 15cm x 50cm. A continuación, se podrá apreciar algunas imágenes representativas de este ensayo.



Figura N° 55: Marcado de los puntos tercios



Figura N° 56: Falla por flexión

✓ Recolección de datos

| Muestra N° | IDENTIFICACIÓN | | Días de Curado | Fecha de vaciado | Fecha de ensayo | Carga (N) | Carga (P) (Kgf) |
|------------|----------------|--|----------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Tabla N°35: Recolección de datos de resistencia a la flexión

Resistencia a la abrasión en superficies de concreto

Este ensayo da una indicación de la resistencia al desgaste relativo del concreto, se realizó este ensayo basado en la norma ASTM C944, el cual te indica los instrumentos y procedimiento el cual se realizó correctamente. Se ensayó un total de 10 muestras extraídas de las probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. A continuación, unas imágenes representativas del ensayo.



Figura N° 57: Abrasión al concreto

✓ Recolección de datos

| REEMPLAZOS | MUESTRA | MASA DE MUESTRA (g) | | | | DESGASTE (%) |
|------------|---------|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| | | Masa inicial | Primer ciclo | Segundo ciclo | Tercer ciclo | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Tabla N°36: Recolección de datos del ensayo de abrasión

Resultados y Discusión

Resultados

Propiedades del Vidrio Molido

Ensayo de Granulometría del vidrio molido

Este ensayo tiene como fin obtener cuantitativamente los tamaños de la partícula del vidrio molido mediante el uso de los tamices.

Para realizar este ensayo nos guiamos de la norma NTP 400.012 el cual se utilizó para el agregado fino ya que para este material no se cuenta con una norma exactamente. Cabe mencionar que se siguió el mismo procedimiento y el resultado fue el siguiente:

| Malla | | Peso Ret. | (% Ret.) | (% Acum. Ret.) | (% Acum. Que Pasa) | Especificaciones: | |
|------------------|--------|-----------|----------|----------------|--------------------|-------------------|-----|
| Pulg. | (mm.) | | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 |
| 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 |
| Nº 04 | 4.750 | 24.8 | 2.8 | 2.8 | 97.2 | 95 | 100 |
| Nº 08 | 2.360 | 214.28 | 24.2 | 27.0 | 73.0 | 80 | 100 |
| Nº 16 | 1.180 | 252.46 | 28.5 | 55.5 | 44.5 | 50 | 85 |
| Nº 30 | 0.600 | 156.95 | 17.7 | 73.3 | 26.7 | 25 | 60 |
| Nº 50 | 0.300 | 109.31 | 12.4 | 85.6 | 14.4 | 10 | 30 |
| Nº 100 | 0.150 | 61.7 | 7.0 | 92.6 | 7.4 | 2 | 10 |
| Fondo | | 65.5 | 7.4 | 100.0 | 0.0 | | |
| Módulo de Fineza | | | | 3.369 | | | |

Tabla N°37: Granulometría del agregado fino

Por los valores de Peso Retenido, se puede decir que es un agregado fino porque hay una cantidad retenida desde la malla N°4 hasta la N° 100. Una vez sabiendo los datos, se realizó la gráfica de la curva granulométrica el cual fue:

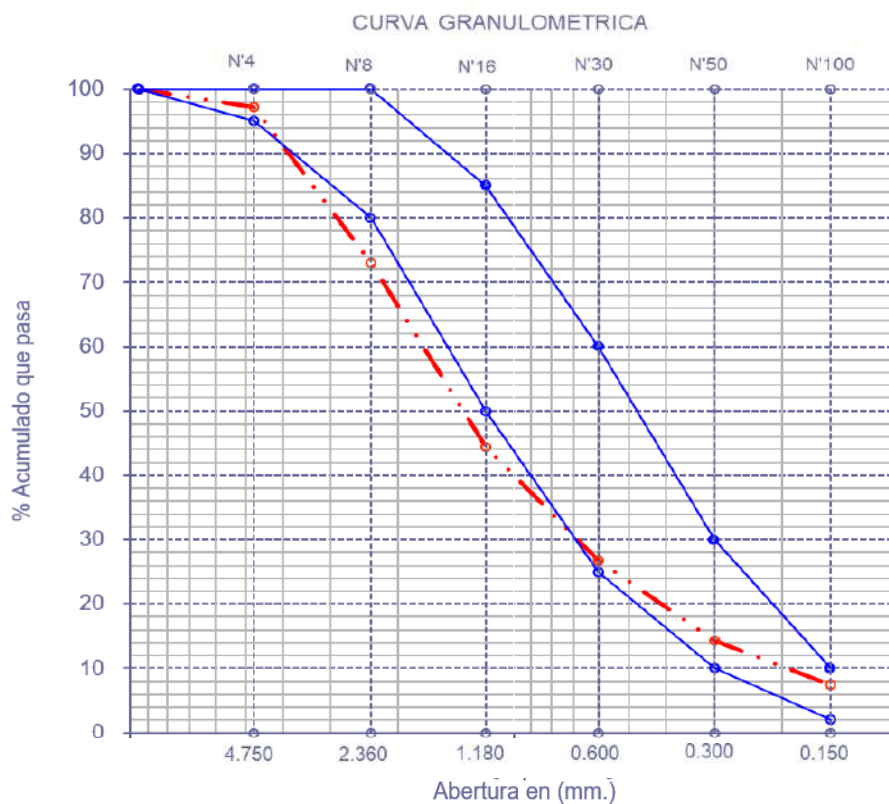


Figura N°58: Curva granulométrica del vidrio molido

Como se ve en la gráfica, el vidrio molido no está dentro de los límites que te indica la norma, pero como solo se utilizó la norma para referenciar el procedimiento no es necesario que cumpla ya que el vidrio molido tiene que pasar la malla N°50 y quedar retenido en el N°100, esto con el fin de evitar la reacción álcali – sílice. La ficha resumen de este ensayo se podrá observar en el **Anexo 6**.

Ensayo de Peso específico del vidrio

Los resultados fueron los siguientes:

I.- Datos.

| | | | |
|---|-----|---------------|---------------|
| 1.- Peso del vidrio+ Peso del Frasco + Peso del Agua | (g) | 939.4 | 939.4 |
| 2.- Peso del vidrio + Peso del Frasco | (g) | 640.38 | 640.38 |
| 3.- Peso del Agua | (g) | 299.06 | 299.06 |
| 4.- Peso del vidrio Secada al Horno + Peso del Frasco | (g) | 639.56 | 639.56 |
| 5.- Peso del Frasco | (g) | 140.38 | 140.38 |
| 6.- Peso del vidrio Secada al Horno | (g) | 499 | 499 |
| 7.- Volumen del frasco | (g) | 500 | 500 |

II.- Resultados

| | | |
|--------------------------------------|----------------------|--------------|
| A.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (g/cm ³) | 2.484 |
| B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO | (g/cm ³) | 2.488 |
| C.- PESO ESPECIFICO APARENTE | (g/cm ³) | 2.494 |
| D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | (%) | 0.16 |

Tabla N°38: Peso específico del vidrio

Para este ensayo tampoco hubo una normativa para el vidrio, por eso se optó por guiarse del procedimiento de la norma NTP 400.022.

La Ficha Resumen de este ensayo se puede observar en el **Anexo 7**

Propiedades de los residuos de construcción y demolición

Ensayo de Granulometría del residuo de construcción y demolición

Para este ensayo se guio de la norma NTP 400.012 ya que para este material no existe una norma para su granulometría. Para esta investigación se obtuvo los siguientes datos:

| Malla | | Peso Ret. | (% Ret.) | (% Acum. Ret.) | (% Acum. Que Pasa) | Especificaciones USO 56 | |
|---------------|-------|-----------|----------|----------------|--------------------|-------------------------|-------|
| Pulg. | (mm.) | | | | | | |
| 2" | 50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 1 1/2" | 38.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 1" | 25.00 | 1330.0 | 21.3 | 21.3 | 78.7 | 90.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.00 | 1460.0 | 23.4 | 44.8 | 55.2 | 40.0 | 85.0 |
| 1/2" | 12.70 | 1540.0 | 24.7 | 69.5 | 30.5 | 10.0 | 40.0 |
| 3/8" | 9.52 | 840.0 | 13.5 | 82.9 | 17.1 | 0.0 | 15.0 |
| Nº 04 | 4.75 | 970.0 | 15.6 | 98.5 | 1.5 | 0.0 | 5.0 |
| Nº 08 | 2.36 | 72.0 | 1.2 | 99.6 | 0.4 | 0.0 | 0.0 |
| Nº 16 | 1.19 | 8.7 | 0.1 | 99.8 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Fondo | | 13.35 | 0.2 | 100.0 | 0.0 | | |
| Tamaño Maximo | | | 1 1/2" | 38.00 | | | |

Tabla N°39: Granulometría del RCD

En cuanto a la gráfica de la curva granulométrica se obtuvo lo siguiente:

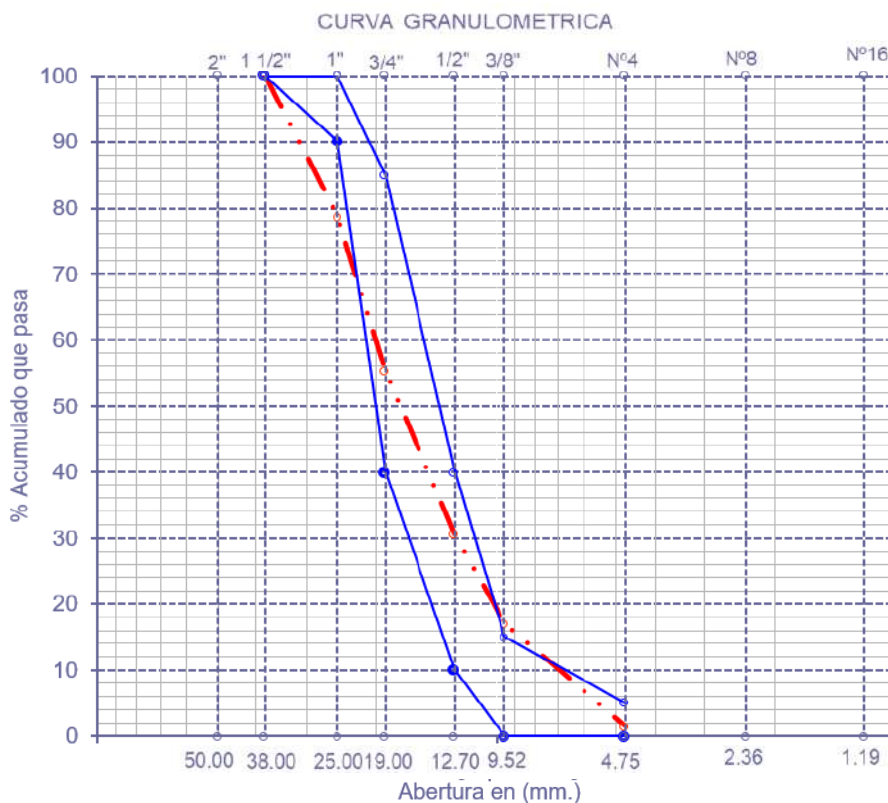


Figura N°59: Curva granulométrica del RCD

Como se ve en la gráfica, el RCD no está totalmente dentro de los límites que te indica la norma, ya que como se ve en el grafico para la malla de 1" no retuvo mucho material, pero como solo se utilizó la norma para referenciar del procedimiento no es necesario que cumpla.

Cabe mencionar que la ficha resumen de este ensayo se puede observar en el **Anexo 8**.

Ensayo de Contenido de Humedad

| | | | |
|-------------------------------------|-------|------|------|
| A.- Peso de muestra húmeda | (gr.) | 6308 | 6308 |
| B.- Peso de muestra seca | (gr.) | 6234 | 6234 |
| C.- Peso de recipiente | (gr.) | 0.0 | 0 |
| D.- Contenido de humedad | (%) | 1.2 | 1.2 |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | (%) | 1.19 | |

Tabla N°40: Contenido de Humedad del RCD

Como se puede observar, el contenido de humedad del RCD es un poco alto a comparación que tiene con la piedra chancada, eso quiere decir que absorberá un poco de agua de más por lo que la trabajabilidad o slump del concreto baje un poco.

La ficha resumen de este ensayo se puede observar en el **Anexo 9**

Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado

Se obtuvo los siguientes datos:

A.- PESO UNITARIO SUELTO

| | | | |
|--|----------------------|--------------|--------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 16490 | 16500 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 10070.0 | 10070.0 |
| 3.- Peso del material | | 6420 | 6430 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00544 | 0.00544 |
| 5.- Peso unitario suelto húmedo | (kg/m ³) | 3029 | 3031 |
| 6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) | (kg/m ³) | 2995 | |

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

| | | | |
|--|----------------------|--------------|--------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 17780 | 17780 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 10070.0 | 10070.0 |
| 3.- Peso del material | | 7710.0 | 7710.0 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00544 | 0.00544 |
| 5.- Peso unitario compactado húmedo | (kg/m ³) | 3266 | 3266 |
| 6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) | (kg/m ³) | 3228 | |

Tabla N°41: Peso unitario suelto y compactado del RCD

La ficha resumen del ensayo del peso unitario suelto y compactado se puede observar en el **Anexo 9**.

Ensayo de Peso Específico y Absorción

Se obtuvo los siguientes datos:

I. - Datos.

| | | | |
|---|-----|-------------|-------------|
| 1. - Peso de la muestra secada al horno | (g) | 2550 | 2550 |
| 2. - Peso de la muestra superficialmente seca | (g) | 2680 | 2680 |
| 3. - Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla | (g) | 2500 | 2500 |
| 4. - Peso de la canastilla | (g) | 920 | 920 |
| 5. - Peso de la muestra saturada dentro del agua | (g) | 1580 | 1580 |

II. - Resultados

| | | |
|---------------------------------------|----------------------|--------------|
| A. - PESO ESPECIFICO DE MASA | (g/cm ³) | 2.318 |
| B. - PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO | (g/cm ³) | 2.436 |
| C. - PESO ESPECIFICO APARENTE | (g/cm ³) | 2.629 |
| D. - PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | (%) | 5.10 |

Tabla N°42: Peso específico y absorción del RCD

Propiedades del Agregado Fino

Ensayo de Granulometría

Se obtuvo los siguientes datos:

| Malla | | Peso Ret. | (%) Ret. | (%) Acum. Ret. | (%) Acum. Que Pasa | Especificaciones: | |
|------------------|--------|-----------|----------|----------------|--------------------|-------------------|-----|
| Pulg. | (mm.) | | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 |
| 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 |
| N° 04 | 4.750 | 41.95 | 5.2 | 5.2 | 94.8 | 95 | 100 |
| N° 08 | 2.360 | 104.63 | 12.9 | 18.1 | 81.9 | 80 | 100 |
| N° 16 | 1.180 | 138.24 | 17.1 | 35.1 | 64.9 | 50 | 85 |
| N° 30 | 0.600 | 165.81 | 20.5 | 55.6 | 44.4 | 25 | 60 |
| N° 50 | 0.300 | 163.43 | 20.2 | 75.8 | 24.2 | 10 | 30 |
| N° 100 | 0.150 | 95.1 | 11.7 | 87.5 | 12.5 | 2 | 10 |
| Fondo | | 101.22 | 12.5 | 100.0 | 0.0 | | |
| Módulo de Fineza | | | | 2.773 | | | |

Tabla N°43: Granulometría del agregado fino

Por los valores de Peso Retenido, se puede decir que es un agregado fino porque hay una cantidad retenida desde las mallas N°4 hasta la N° 100.

En cuanto a la gráfica, se obtuvo lo siguiente:

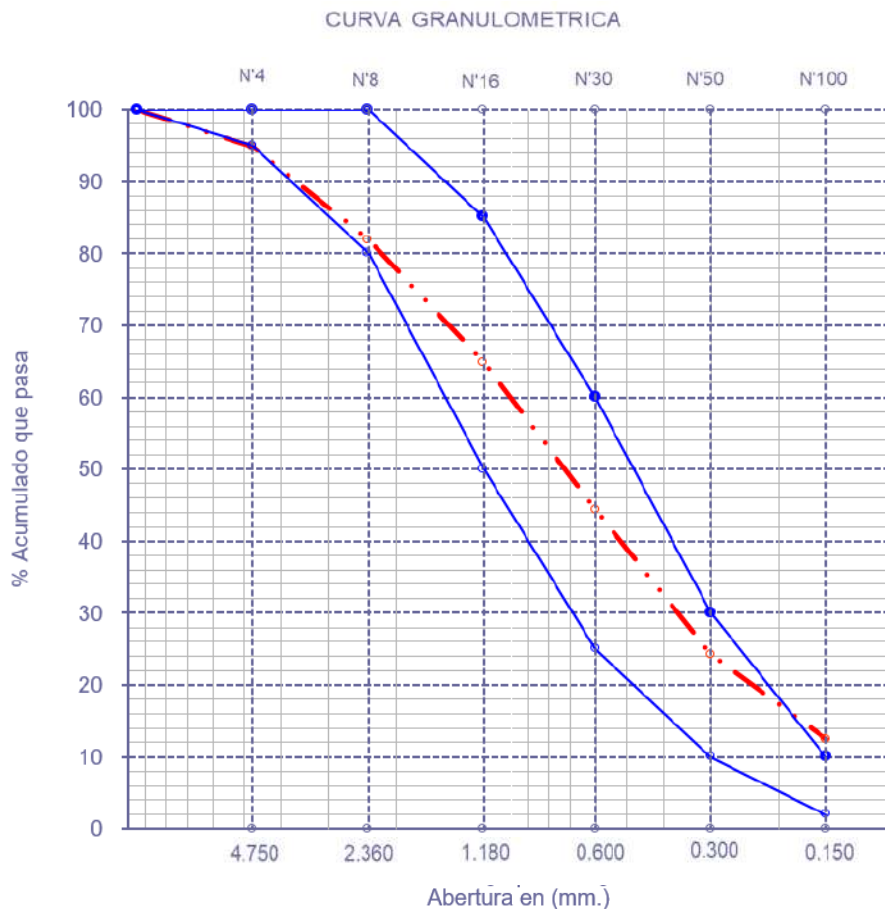


Figura N°60: Curva granulométrica del agregado fino

Como se puede ver en el gráfico, la curva granulométrica cumple con los límites establecidos por la norma NTP 400.012, lo que significa que se encuentra bien gradada. La ficha resumen de este ensayo se puede observar en el *Anexo 10*

Ensayo de Contenido de Humedad

Se obtuvo los siguientes datos:

| | | | |
|-------------------------------------|-------|---------------|---------------|
| A.- Peso de muestra húmeda | (gr.) | 876.07 | 876.07 |
| B.- Peso de muestra seca | (gr.) | 872.77 | 872.77 |
| C.- Peso de recipiente | (gr.) | 0.0 | 0 |
| D.- Contenido de humedad | (%) | 0.38 | 0.38 |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | (%) | 0.38 | |

Tabla N°44: Contenido de humedad del agregado fino

Se puede decir que la humedad de la arena no es ni muy elevada ni muy baja, pero que igual se tendría que realizar un reajuste en la elaboración del concreto para que el slump cumpla.

La ficha resumen de este ensayo se puede observar en el *Anexo 11*

Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado

Se obtuvo los siguientes datos:

1.- PESO UNITARIO SUELTO

| | | | |
|--|----------------------|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 8724 | 8700 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 0.0 | 0.0 |
| 3.- Peso del material | | 8724 | 8700 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00555 | 0.00555 |
| 5.- Peso unitario suelto húmedo | (kg/m ³) | 1571 | 1567 |
| 6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) | (kg/m ³) | 1563 | |

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

| | | | |
|--|----------------------|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 9708 | 9726 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 0.0 | 0.0 |
| 3.- Peso del material | | 9708 | 9726 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00555 | 0.00555 |
| 5.- Peso unitario compactado húmedo | (kg/m ³) | 1748 | 1752 |
| 6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) | (kg/m ³) | 1743 | |

Tabla N°45: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

La ficha resumen de este ensayo se puede observar en el *Anexo 11*

Ensayo de Peso Específico y Absorción

Se obtuvo los siguientes datos:

I.- Datos.

| | | | |
|--|-----|---------------|---------------|
| 1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua | (g) | 946.7 | 946.7 |
| 2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco | (g) | 641.52 | 641.52 |
| 3.- Peso del Agua | (g) | 305.18 | 305.18 |
| 4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco | (g) | 639.34 | 639.34 |
| 5.- Peso del Frasco | (g) | 141.52 | 141.52 |
| 6.- Peso de la Arena Secada al Horno | (g) | 498 | 498 |
| 7.- Volumen del frasco | (g) | 500 | 500 |

II.- Resultados

| | | |
|--------------------------------------|----------------------|--------------|
| A.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (g/cm ³) | 2.555 |
| B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO | (g/cm ³) | 2.566 |
| C.- PESO ESPECIFICO APARENTE | (g/cm ³) | 2.584 |
| D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | (%) | 0.44 |

Tabla N°46: Peso específico y absorción del agregado fino

La ficha resumen de este ensayo se puede observar en el *Anexo 12*

Propiedades del Agregado Grueso

Ensayo de Granulometría

Se obtuvo los siguientes datos:

| Malla | | Peso Ret. | (%) Ret. | (%) Acum. Ret. | (%) Acum. Que Pasa | Especificaciones USO 89 | |
|-----------------------|-------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|-------|
| Pulg. | (mm.) | | | | | | |
| 2" | 50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 1 1/2" | 38.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 1" | 25.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 90.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.00 | 3080.0 | 36.6 | 36.6 | 63.4 | 40.0 | 85.0 |
| 1/2" | 12.70 | 3990.0 | 47.4 | 84.0 | 16.0 | 10.0 | 40.0 |
| 3/8" | 9.52 | 1060.0 | 12.6 | 96.6 | 3.4 | 0.0 | 15.0 |
| Nº 04 | 4.75 | 270.0 | 3.2 | 99.8 | 0.2 | 0.0 | 5.0 |
| Nº 08 | 2.36 | 10.0 | 0.1 | 99.9 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Nº 16 | 1.19 | 2.5 | 0.0 | 99.9 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Fondo | | 7 | 0.1 | 100.0 | 0.0 | | |
| Tamaño Maximo | | | 1" | 38.00 | | | |
| Tamaño Maximo Nominal | | | 3/4" | 25.00 | | | |

Tabla N°47: Granulometría del agregado grueso

En cuanto a la gráfica:

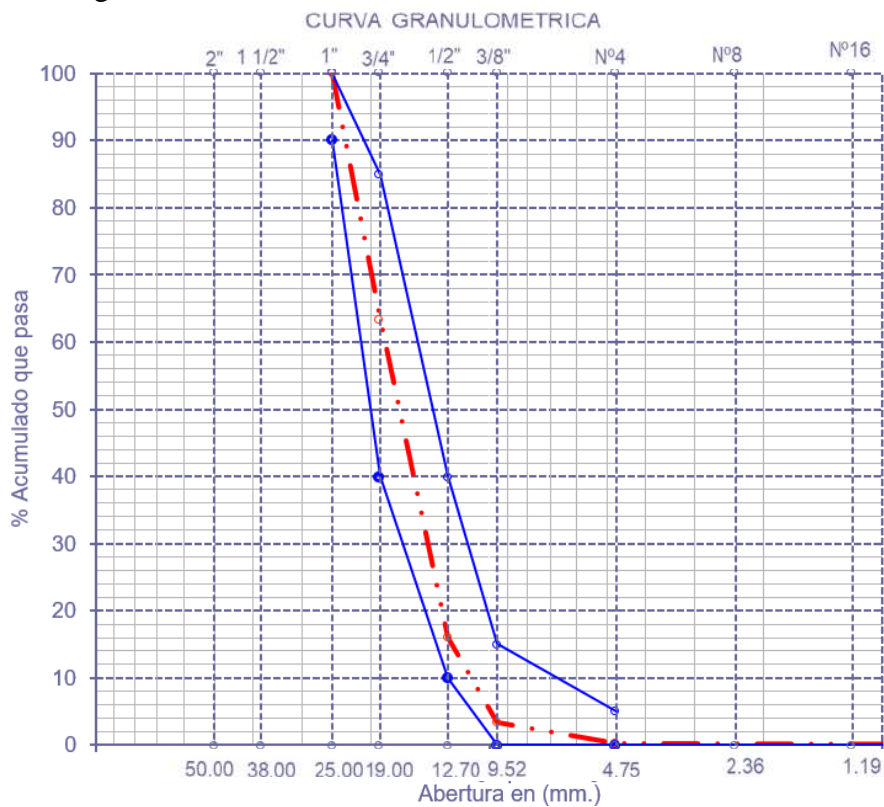


Figura N°61: Curva granulométrica del agregado grueso

Como se ve en la gráfica, la curva del agregado grueso cumple con los requisitos de los límites del HUSO 89, lo se significa que se encuentra bien gradado. La ficha resumen de este ensayo se puede observar en el **Anexo 13**.

Ensayo de Contenido de Humedad

Se obtuvo los siguientes datos:

| | | | |
|-------------------------------------|-------|-------------|-------------|
| A.- Peso de muestra húmeda | (gr.) | 8440 | 8440 |
| B.- Peso de muestra seca | (gr.) | 8420 | 8420 |
| C.- Peso de recipiente | (gr.) | 0.0 | 0 |
| D.- Contenido de humedad | (%) | 0.2 | 0.2 |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | (%) | 0.24 | |

Tabla N°48: Contenido de humedad del agregado grueso

La ficha resumen de este ensayo se puede observar en el **Anexo 14**.

Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado

Se obtuvo los siguientes datos:

A.- PESO UNITARIO SUELTO

| | | | |
|--|----------------------|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 7594 | 7608 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 0.0 | 0.0 |
| 3.- Peso del material | | 7594 | 7608 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00544 | 0.00544 |
| 5.- Peso unitario suelto húmedo | (kg/m ³) | 1395 | 1398 |
| 6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) | (kg/m ³) | 1393 | |

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

| | | | |
|--|----------------------|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 8730 | 8716 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 0.0 | 0.0 |
| 3.- Peso del material | | 8730.0 | 8716.0 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00544 | 0.00544 |
| 5.- Peso unitario compactado húmedo | (kg/m ³) | 1604 | 1601 |
| 6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) | (kg/m ³) | 1599 | |

Tabla N°49: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

La ficha resumen de este ensayo se puede observar en el **Anexo 14**.

Ensayo de Peso Específico y Absorción

Se obtuvo los siguientes datos:

I.- Datos.

| | | | |
|--|-----|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra secada al horno | (g) | 4174 | 4174 |
| 2.- Peso de la muestra superficialmente seca | (g) | 4206 | 4206 |
| 3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla | (g) | 3570 | 3570 |
| 4.- Peso de la canastilla | (g) | 930 | 930 |
| 5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua | (g) | 2640 | 2640 |

II.- Resultados

| | | |
|--------------------------------------|----------------------|--------------|
| A.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (g/cm ³) | 2.665 |
| B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO | (g/cm ³) | 2.686 |
| C.- PESO ESPECIFICO APARENTE | (g/cm ³) | 2.721 |
| D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | (%) | 0.77 |

Tabla N°50: Peso específico y absorción del agregado grueso

La ficha resumen de este ensayo se puede observar en el **Anexo 12**.

Ensayo Químico al residuo de construcción y demolición (RCD) Sales Solubles Totales, Cloruros y Sulfatos a

| | | M-01 |
|--|-----|-------------|
| Sales Solubles Totales | ppm | 3526 |
| | % | 0.35 |
| Cloruros CO ⁻ | ppm | 1980 |
| | % | 0.20 |
| Sulfatos SO ₄ ²⁻ | ppm | 985 |
| | % | 0.10 |

Tabla N°51: Contenido de sales solubles, cloruros y sulfatos del RCD

Analizando el resultado del ensayo químico al residuo de construcción y demolición (RCD), según la norma MTC E 219 y MTC E 218, la cantidad de sales solubles totales como máximo es de 0.5% para utilizar ese material como agregado grueso en el concreto, lo cual el RCD que se utilizó para esta investigación cumple con esa especificación.

Y en el caso de cloruros en el agregado, la norma te indica una cantidad máxima de 1%, lo cual el RCD que se utilizó cumple con ese requerimiento.

La ficha resumen de este ensayo que se realizó en otro laboratorio se puede observar en el *Anexo 15*.

Elaboración del diseño de mezcla

El diseño de mezcla de las dosificaciones, se realizaron según ACI y se tiene como consideración que no se trabajó la relación a/c según durabilidad, solo se trabajó únicamente con los valores de resistencia.

Además, los porcentajes de vidrio molido incoloro y RCD se reemplazó en peso por los agregados naturales ya que sus pesos específicos no variaban en casi nada, es por eso que no se realizó otro diseño de mezcla ya que con el diseño de nuestro concreto patrón se realizó toda esta investigación.

A continuación, se realizará el procedimiento del diseño de mezcla patrón para un concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Paso 1: Determinación de la resistencia requerida

Se utilizó la siguiente tabla

| Resistencia a la compresion especificada $F'c$ | Resistencia promedio requerida $F'cr$ |
|---|---------------------------------------|
| $F'c < 210 \text{ kg/cm}^2$ | $F'cr = F'c + 70 \text{ kg/cm}^2$ |
| $210 \text{ kg/cm}^2 \leq F'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$ | $F'cr = F'c + 85 \text{ kg/cm}^2$ |
| $F'c > 350 \text{ kg/cm}^2$ | $F'cr = 1.10F'c + 50 \text{ kg/cm}^2$ |

*Tabla N°52: Resistencia a la compresión promedio
Fuente: ACI 211*

Entonces, como el $f'c$ es de 175, se debió utilizar el primer criterio, pero para esta investigación se optó por darle un factor de seguridad de 15 para que el concreto patrón no de resultados muy elevados en resistencia y así realizar un mejor diseño con estos agregados reciclados. Cabe mencionar que para verificar este factor que se ha tomado se realizará una desviación estándar de 30 ensayos para justificar el factor de seguridad.

$$f'cr = 175 + 15$$

$$f'cr = 190 \text{ kg/cm}^2$$

Paso 2: Selección del TMN del agregado grueso

Según nuestra granulometría del agregado grueso:

$$TMN = 3/4''$$

Paso 3: Selección del asentamiento

Se utilizó la siguiente tabla:

| Tipo de construcción | Asentamiento | |
|--|--------------|--------|
| | Maximo | Minimo |
| Zapatas y muros de cimentacion armados | 3" | 1" |
| Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros | 3" | 1" |
| Vigas y muros armados | 4" | 1" |
| Columnas de edificios | 4" | 1" |
| Losas y pavimentos | 3" | 1" |
| Concreto Ciclópeo | 2" | 1" |

*Tabla N°53: Selección de asentamiento
Fuente: ACI 211*

Entonces, como el concreto que se realizo es para un pavimento urbano se escogió un asentamiento máximo de:

$$Slump = 3''$$

Paso 4: Contenido de Aire

Se utilizó solo el aire atrapado y no incorporado, ya que el diseño no lo amerita. Se utilizó la siguiente tabla:

| Contenido de Aire Atrapado | |
|----------------------------|---------------|
| Tamaño Maximo Nominal | Aire Atrapado |
| 3/8" | 3% |
| 1/2" | 2.50% |
| 3/4" | 2% |
| 1" | 1.50% |
| 1 1/2" | 1% |
| 2" | 0.50% |
| 3" | 0.3% |
| 6" | 0.2% |

*Tabla N°54: Contenido de aire atrapado
Fuente: ACI 211*

Entonces, como el TMN fue de $\frac{3}{4}$ ", se obtuvo lo siguiente:

$$\text{Aire} = 2\%$$

Paso 5: Contenido de Agua

Se utilizó la siguiente tabla:

| Asentamiento | Agua, en lit/m ³ , para los tamaños max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| Concretos 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 | ... |
| Concretos 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 | ... |

*Tabla N°55: Volumen unitario de agua
Fuente: ACI 211*

Entonces, como el TMN fue de $\frac{3}{4}$ ", el slump va de 3" a 4" y no se utiliza aire incorporado, se obtuvo lo siguiente:

$$\text{Agua} = 205 \text{ lt/m}^3$$

Paso 6: Relación agua cemento (a/c)

✓ Por resistencia:

Se utilizó la siguiente tabla:

| F'cr (28 días) | Relacion agua-cemento de diseño en peso | |
|----------------|---|--------------------------------|
| | Concretos sin aire incorporado | Concretos con aire incorporado |
| 150 | 0.8 | 0.71 |
| 200 | 0.7 | 0.61 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.4 |
| 400 | 0.43 | ... |
| 450 | 0.38 | ... |

*Tabla N°56: Relación agua/cemento por resistencia
Fuente: ACI 211*

Entonces, como el f'_{cr} se encuentra entre 150 y 200, se tendrá lo siguiente:

$$\begin{array}{rcl} 150 & \longrightarrow & 0.80 \\ 195 & \longrightarrow & x \\ 200 & \longrightarrow & 0.70 \end{array}$$

$$\frac{x - 0.80}{190 - 150} = \frac{0.70 - 0.80}{200 - 150}$$

$$a/c = 0.72$$

✓ Por durabilidad:

Se optó por no tomar los valores de la relación agua cemento por durabilidad ya que en nuestra zona no presenta una condición de congelamiento y deshielo y no habría presencia de sulfatos debido que está muy alejado del mar.

Paso 7: Contenido de cemento

Para determinar la cantidad de cemento en peso, se realizó lo siguiente:

$$C = \frac{\textit{Agua}}{a/c}$$

$$C = \frac{205}{0.72}$$

$$C = 284.72 \text{ kg/m}^3$$

Para determinar la cantidad de cemento en bolsas, se realiza lo siguiente:

$$c = \frac{\textit{Peso del cemento}}{\textit{Peso de una bolsa de cemento}}$$

$$c = \frac{284.72}{42.5}$$

$$c = 6.70 \text{ bls/m}^3$$

Paso 8: Pesos de los agregados

- ✓ Cálculo del b/b_0 y PS_{ag}

Se utilizó la siguiente tabla

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

*Tabla N°57: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto
Fuente: ACI 211*

Entonces, como el TMN del agregado grueso es $3/4''$ y el MF del agregado fino es 2.773, se obtuvo lo siguiente:

$$\begin{array}{rcl}
 2.60 & \longrightarrow & 0.64 \\
 2.773 & \longrightarrow & x \\
 2.80 & \longrightarrow & 0.62 \\
 \\
 \frac{x - 0.64}{2.773 - 2.60} & = & \frac{0.62 - 0.64}{2.80 - 2.60} \\
 \\
 \frac{b}{b_0} & = & 0.623
 \end{array}$$

Entonces, el peso seco del agregado grueso será:

$$PS_{Ag} = PUCS_{Ag} * b/b_0$$

$$PS_{Ag} = 1599 * 0.623$$

$$PS_{Ag} = 996.18 \text{ kg/m}^3$$

✓ Volúmenes Absolutos

Se obtuvo lo siguiente:

- Cemento:

$$C = \frac{C_{(paso\ 7)}}{\gamma_{cemento}}$$

$$C = \frac{284.72}{3150}$$

$$C = 0.090\ m^3$$

- Agua:

$$A = \frac{Agua}{\gamma_{cemento}}$$

$$A = \frac{205}{1000}$$

$$A = 0.205\ m^3$$

- Aire:

$$Aire = \frac{Aire}{100}$$

$$Aire = \frac{2}{100}$$

$$Aire = 0.020\ m^3$$

- Agregado grueso:

$$AG = \frac{PS_{Ag}}{\gamma_{Ag}}$$

$$AG = \frac{995.70}{2665}$$

$$AG = 0.374\ m^3$$

- Agregado fino:

$$AF = 1 - \sum \text{volumenes}$$

$$AF = 1 - 0.689$$

$$AF = 0.311 \text{ m}^3$$

✓ Cálculo de PS_{Af}

$$PS_{Af} = AF * \gamma_{Af}$$

$$PS_{Af} = 0.311 * 2555$$

$$PS_{Af} = 794.605 \text{ kg/m}^3$$

Paso 9: Condiciones secas

Se obtuvo lo siguiente:

$$C = C_{\text{Paso 7}}$$

$$AF = PS_{Af}$$

$$AG = PS_{AG}$$

$$\text{Agua} = \text{Agua}_{\text{Paso 5}}$$



$$C = 284.72 \text{ kg/m}^3$$

$$AF = 794.605 \text{ kg/m}^3$$

$$AG = 996.18 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 205 \text{ lt/m}^3$$

Paso 10: Corrección de humedad del agregado

Se obtuvo lo siguiente:

✓ Cálculo del PH_{Af}

$$PH_{Af} = PS_{Af} * \left(1 + \frac{\%H_{Af}}{100}\right)$$

$$PH_{Af} = 794.605 * \left(1 + \frac{0.38}{100}\right)$$

$$PH_{Af} = 797.624 \text{ kg/m}^3$$

- ✓ Calculo del PH_{AG}

$$PH_{Ag} = PS_{Ag} * \left(1 + \frac{\%H_{Ag}}{100}\right)$$

$$PH_{Ag} = 996.18 * \left(1 + \frac{0.24}{100}\right)$$

$$PH_{Af} = 998.571 \text{ kg/m}^3$$

Paso 11: Calculo de agua efectiva

- ✓ Aportes de Humedad

- Calculo del AP_{Af}

$$AP_{Af} = PS_{Af} * \left(\frac{\%H_{Af} - \%A_{Af}}{100}\right)$$

$$AP_{Af} = 794.605 * \left(\frac{0.38 - 0.44}{100}\right)$$

$$AP_{Af} = -0.477 \text{ lt/m}^3$$

- Calculo del AP_{Ag}

$$AP_{Ag} = PS_{Ag} * \left(\frac{\%H_{Ag} - \%A_{Ag}}{100}\right)$$

$$AP_{Ag} = 996.18 * \left(\frac{0.24 - 0.77}{100}\right)$$

$$AP_{Ag} = -5.280 \text{ lt/m}^3$$

- Calculo del AP_T

$$AP_T = AP_{Af} + AP_{Ag}$$

$$AP_T = -0.477 - 5.280$$

$$AP_T = -5.757 \text{ lt/m}^3$$

✓ Agua efectiva


$$Aef = Agua_{paso 5} - AP_T$$

$$Aef = 205 + 5.757$$

$$Aef = 210.757 \text{ lt/m}^3$$

Paso 12: Condiciones Húmedas

Se obtuvo lo siguiente:

| | | |
|------------------|---|-------------------------------|
| $C = C_{Paso 7}$ |  | $C = 284.72 \text{ kg/m}^3$ |
| $AF = PH_{AF}$ | | $AF = 797.624 \text{ kg/m}^3$ |
| $AG = PH_{AG}$ | | $AG = 998.571 \text{ kg/m}^3$ |
| $Agua = Aef / c$ | | $Agua = 31.46 \text{ lt/m}^3$ |

Paso 13: Dosificación en peso

Cemento : Agregado fino : Agregado grueso / Agua

$$\frac{C_{Paso 12}}{C_{Paso 12}} : \frac{PH_{Af}}{C_{Paso 12}} : \frac{PH_{Ag}}{C_{Paso 12}} / Agua_{Paso 12}$$

$$\frac{284.72}{284.72} : \frac{797.625}{284.72} : \frac{998.571}{284.72} / 31.46$$

$$1 : 2.8 : 3.51 / 31.46 \text{ (lt/bls)}$$

Cabe mencionar que, si el concreto cumple con el slump de diseño, se considera correcta el diseño de mezcla, pero si el slump no cumple se realizara ajuste de proporción y se sigue los mismos pasos para obtener el valor deseado.

Se procedió a vaciar las probetas con una tanda para 4 de ellas, por lo que la dosificación en peso fue de:

$$C = 7.563 \text{ kg}$$

$$AF = 18.474 \text{ kg}$$

$$AG = 26.586 \text{ kg}$$

$$Agua = 5.506 \text{ lt}$$

A continuación, se podrá observar la Cantidad que se añadió de vidrio molido que fue en una proporción de 5, 10 y 15% reemplazando al agregado fino y del RCD en un 10, 20 y 30% reemplazando al agregado grueso, en una tanda alcanza para 4 probetas.

| | | |
|--|--|---|
| <p><u>5% Vidrio y 10% RCD</u></p> <p>C = 7.563 kg AF = 17.550 kg AG = 23.927 kg AGUA = 5.506 lt Vidrio = 0.9237 kg RCD = 2.6586 kg</p> | <p><u>5% Vidrio y 20% RCD</u></p> <p>C = 7.563 kg AF = 17.550 kg AG = 21.269 kg AGUA = 5.506 lt Vidrio = 0.9237 kg RCD = 5.3171 kg</p> | <p><u>5% Vidrio y 30% RCD</u></p> <p>C = 7.563 kg AF = 17.550 kg AG = 18.610 kg AGUA = 5.506 lt Vidrio = 0.9237 kg RCD = 7.9757 kg</p> |
| <p><u>10% Vidrio y 10% RCD</u></p> <p>C = 7.563 kg AF = 16.626 kg AG = 23.927 kg AGUA = 5.506 lt Vidrio = 1.8474 kg RCD = 2.6586 kg</p> | <p><u>10% Vidrio y 20% RCD</u></p> <p>C = 7.563 kg AF = 16.626 kg AG = 21.269 kg AGUA = 5.506 lt Vidrio = 1.8474 kg RCD = 5.3171 kg</p> | <p><u>10% Vidrio y 30% RCD</u></p> <p>C = 7.563 kg AF = 16.626 kg AG = 18.610 kg AGUA = 5.506 lt Vidrio = 1.8474kg RCD = 7.9757 kg</p> |
| <p><u>15% Vidrio y 10% RCD</u></p> <p>C = 7.563 kg AF = 15.702 kg AG = 23.927 kg AGUA = 5.506 lt Vidrio = 2.771 kg RCD = 2.6586 kg</p> | <p><u>15% Vidrio y 20% RCD</u></p> <p>C = 7.563 kg AF = 15.702 kg AG = 21.269 kg AGUA = 5.506 lt Vidrio = 2.771 kg RCD = 5.3171 kg</p> | <p><u>15% Vidrio y 30% RCD</u></p> <p>C = 7.563 kg AF = 15.702 kg AG = 18.610 kg AGUA = 5.506 lt Vidrio = 2.771 kg RCD = 7.9757 kg</p> |

Elaboración de la desviación estándar

Para comprobar que se ha utilizado un factor de seguridad correcto en el diseño de mezcla se optó por hacer 60 probetas más para realizar la desviación estándar. El procedimiento

es el mismo del diseño de mezcla, la única diferencia es que se tomó el factor de seguridad de 70. Los resultados se pueden observar en el **Anexo 23** proceso dio los siguientes resultados:

| Muestras de ensayo | | | |
|--------------------|--------------|------------|-------------|
| N° | F'c | xi - X | (xi - X)^2 |
| 1 | 266 | 8.66666667 | 75.111 |
| 2 | 275 | 17.6667 | 312.111 |
| 3 | 255 | -2.3333 | 5.444 |
| 4 | 245 | -12.3333 | 152.111 |
| 5 | 256 | -1.3333 | 1.778 |
| 6 | 248 | -9.3333 | 87.111 |
| 7 | 265 | 7.6667 | 58.778 |
| 8 | 243 | -14.3333 | 205.444 |
| 9 | 266 | 8.6667 | 75.111 |
| 10 | 270 | 12.6667 | 160.444 |
| 11 | 252 | -5.3333 | 28.444 |
| 12 | 248 | -9.3333 | 87.111 |
| 13 | 245 | -12.3333 | 152.111 |
| 14 | 260 | 2.6667 | 7.111 |
| 15 | 265 | 7.6667 | 58.778 |
| 16 | 265 | 7.6667 | 58.778 |
| 17 | 260 | 2.6667 | 7.111 |
| 18 | 249 | -8.3333 | 69.444 |
| 19 | 261 | 3.6667 | 13.444 |
| 20 | 269 | 11.6667 | 136.111 |
| 21 | 257 | -0.3333 | 0.111 |
| 22 | 266 | 8.6667 | 75.111 |
| 23 | 263 | 5.6667 | 32.111 |
| 24 | 265 | 7.6667 | 58.778 |
| 25 | 260 | 2.6667 | 7.111 |
| 26 | 265 | 7.6667 | 58.778 |
| 27 | 266 | 8.6667 | 75.111 |
| 28 | 245 | -12.3333 | 152.111 |
| 29 | 259 | 1.6667 | 2.778 |
| 30 | 263 | 5.6667 | 32.111 |
| 31 | 260 | 2.6667 | 7.111 |
| 32 | 247 | -10.3333 | 106.778 |
| 33 | 255 | -2.3333 | 5.444 |
| 34 | 263 | 5.6667 | 32.111 |
| 35 | 261 | 3.6667 | 13.444 |
| 36 | 249 | -8.3333 | 69.444 |
| 37 | 246 | -11.3333 | 128.444 |
| 38 | 258 | 0.6667 | 0.444 |
| 39 | 261 | 3.6667 | 13.444 |
| 40 | 247 | -10.3333 | 106.778 |
| 41 | 249 | -8.3333 | 69.444 |
| 42 | 261 | 3.6667 | 13.444 |
| 43 | 250 | -7.3333 | 53.778 |
| 44 | 247 | -10.3333 | 106.778 |
| 45 | 249 | -8.3333 | 69.444 |
| 46 | 260 | 2.6667 | 7.111 |
| 47 | 243 | -14.3333 | 205.444 |
| 48 | 266 | 8.6667 | 75.111 |
| 49 | 263 | 5.6667 | 32.111 |
| 50 | 254 | -3.3333 | 11.111 |
| 51 | 266 | 8.6667 | 75.111 |
| 52 | 254 | -3.3333 | 11.111 |
| 53 | 261 | 3.6667 | 13.444 |
| 54 | 258 | 0.6667 | 0.444 |
| 55 | 250 | -7.3333 | 53.778 |
| 56 | 269 | 11.6667 | 136.111 |
| 57 | 264 | 6.6667 | 44.444 |
| 58 | 260 | 2.6667 | 7.111 |
| 59 | 252 | -5.3333 | 28.444 |
| 60 | 245 | -12.3333 | 152.111 |
| Σ | 15440 | | 3895 |

Tabla N°58: Resistencia de las muestras de la desviación estándar
Fuente: Propia

Una vez que se obtuvo la resistencia, a los 28 días de las 60 probetas, se sacó el promedio de todas ellas y se obtuvo el siguiente resultado:

| Promedio | | N° ensayos |
|-----------------|--------|-------------------|
| X= | 257.33 | 60 |

Tabla N°59: Promedio de las F'c de las 60 muestras

Fuente: Propia

Después se escoge el factor de modificación para la desviación estándar según el ACI 318, entonces como se realizó 60 roturas se procede a escoger el factor 1

| Numero de ensayos | Factor de modificacion para la desviacion estandar de la muestra |
|-------------------|--|
| Menos de 15 | Emplee la tabla 5.3.2.2 |
| 15 | 1.16 |
| 20 | 1.08 |
| 25 | 1.03 |
| 30 o más | 1 |

Tabla N°60: Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra

Fuente: ACI 318

Una vez que se escoge el factor de modificación, se reemplaza valores en la fórmula de la desviación estándar (Ss)

$$S_s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_{Prom})^2}{(n - 1)}}$$

$$S_s = \sqrt{\frac{3895}{(60 - 1)}}$$

$$S_s = 8.1254$$

Luego reemplazamos en las fórmulas para hallar nuestra resistencia promedio requerida a la compresión de las cuales se escoge el mayor de ambas

$$F'cr = f'c + 1.34Ss$$

$$F'cr = 175 + 1.34 * 8.1254$$

$$F'cr = 185.88 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = f'_c + 2.33S_s - 3.5$$

$$F'_{cr} = 175 + 2.33 * 8.1254 - 3.5$$

$$F'_{cr} = 190.43 \text{ kg/cm}^2$$

Después se comparó y se eligió el mayor el cual fue de 190.43 kg/cm², que también coincide con el factor de seguridad que se utilizó en el diseño de mezcla, por lo tanto, nuestro diseño de mezcla es correcto. Finalmente se tiene que ver los estándares de control de concreto de la desviación estándar según la ACI 214, en el cual nuestra desviación estándar se encuentra en la clase excelente.

| Variación General | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Clase de operación | Desviación estándar de diferentes estándares de control, MPa (lb/pulg ²) | | | | |
| | Excelente | Muy buena | Buena | Regular | Mala |
| Ensayos generales de construcción | Por debajo de 400 (por debajo de 2.8) | 400 a 500 (2.8 a 3.4) | 500 a 600 (3.4 a 4.1) | 600 a 700 (4.1 a 4.8) | Por encima de 700 (por encima de 4.8) |
| Tandas de ensayo en laboratorio | Por debajo de 200 (por debajo de 1.4) | 200 a 250 (1.4 a 1.7) | 250 a 300 (1.7 a 2.1) | 300 a 350 (2.1 a 2.4) | Por encima de 350 (por encima de 2.4) |

Tabla N°61: Estándares de control de concreto para $F'_c \leq 35 \text{ MPa}$
Fuente: ACI 214

Propiedades del Estado Fresco del Concreto

Ensayo Trabajabilidad del Concreto

Se obtuvo los siguientes datos

| F'c | descripción | ASENTAMIENTO | Variación con patron |
|------------------------|----------------------|--------------|----------------------|
| 175 kg/cm ² | Patron | 3 | 0 |
| | 5% Vidrio y 10 %RCD | 2.75 | 0.25 |
| | 5% Vidrio y 20 %RCD | 2.5 | 0.5 |
| | 5% Vidrio y 30 %RCD | 2 | 1 |
| | 10% Vidrio y 10 %RCD | 2.5 | 0.5 |
| | 10% Vidrio y 20 %RCD | 2.75 | 0.25 |
| | 10% Vidrio y 30 %RCD | 2 | 1 |
| | 15% Vidrio y 10 %RCD | 3 | 0 |
| | 15% Vidrio y 20 %RCD | 2.5 | 0.5 |
| | 15% Vidrio y 30 %RCD | 1.5 | 1.5 |

Tabla N°62: Asentamiento o Slump

Analizando los datos que se obtuvieron se puede decir que al agregarle RCD por piedra chancada, el slump bajará debido a que el RCD absorberá un poco más de agua que el agregado común es por eso que el slump tiende a bajar cada vez más. Se puede comprobar los resultados con el panel fotográfico en el **Anexo 16**.

Peso unitario del Concreto

Se obtuvo los siguientes datos:

| F'c | Descripcion | Peso del molde (g) | Peso del molde + Peso del concreto (g) | Volumen del molde (m3) | Peso Unitario del concreto (kg/m3) | Peso Unitario Promedio (kg/m3) |
|-----------------|-----------------|--------------------|--|------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 175 kg/cm2 | Patron | 374 | 13358 | 0.00552 | 2352.174 | 2346.135 |
| | Patron | 374 | 13308 | 0.00552 | 2343.116 | |
| | Patron | 374 | 13308 | 0.00552 | 2343.116 | |
| | 5% V y 10% RCD | 374 | 13222 | 0.00552 | 2327.536 | 2330.556 |
| | 5% V y 10% RCD | 374 | 13220 | 0.00552 | 2327.174 | |
| | 5% V y 10% RCD | 374 | 13274 | 0.00552 | 2336.957 | |
| | 5% V y 20% RCD | 374 | 13146 | 0.00552 | 2313.768 | 2315.338 |
| | 5% V y 20% RCD | 374 | 13200 | 0.00552 | 2323.551 | |
| | 5% V y 20% RCD | 374 | 13118 | 0.00552 | 2308.696 | |
| | 5% V y 30% RCD | 374 | 13158 | 0.00552 | 2315.942 | 2316.184 |
| | 5% V y 30% RCD | 374 | 13194 | 0.00552 | 2322.464 | |
| | 5% V y 30% RCD | 374 | 13126 | 0.00552 | 2310.145 | |
| | 10% V y 10% RCD | 374 | 13100 | 0.00552 | 2305.435 | 2302.657 |
| | 10% V y 10% RCD | 374 | 13050 | 0.00552 | 2296.377 | |
| | 10% V y 10% RCD | 374 | 13104 | 0.00552 | 2306.159 | |
| | 10% V y 20% RCD | 374 | 13100 | 0.00552 | 2305.435 | 2301.812 |
| | 10% V y 20% RCD | 374 | 13050 | 0.00552 | 2296.377 | |
| | 10% V y 20% RCD | 374 | 13090 | 0.00552 | 2303.623 | |
| | 10% V y 30% RCD | 374 | 12950 | 0.00552 | 2278.261 | 2301.329 |
| | 10% V y 30% RCD | 374 | 13050 | 0.00552 | 2296.377 | |
| | 10% V y 30% RCD | 374 | 13232 | 0.00552 | 2329.348 | |
| | 15% V y 10% RCD | 374 | 12800 | 0.00552 | 2251.087 | 2272.222 |
| | 15% V y 10% RCD | 374 | 13050 | 0.00552 | 2296.377 | |
| | 15% V y 10% RCD | 374 | 12900 | 0.00552 | 2269.203 | |
| | 15% V y 20% RCD | 374 | 12900 | 0.00552 | 2269.203 | 2291.546 |
| | 15% V y 20% RCD | 374 | 13122 | 0.00552 | 2309.420 | |
| | 15% V y 20% RCD | 374 | 13048 | 0.00552 | 2296.014 | |
| 15% V y 30% RCD | 374 | 13010 | 0.00552 | 2289.130 | 2281.884 | |
| 15% V y 30% RCD | 374 | 12950 | 0.00552 | 2278.261 | | |
| 15% V y 30% RCD | 374 | 12950 | 0.00552 | 2278.261 | | |

Tabla N°63: Pesos unitarios del concreto fresco

Analizando los resultados que se obtuvo, podemos decir que el peso unitario varía dependiendo la cantidad de arena y RCD que reemplaces, como se puede observar en la tabla los de menor peso son los que tienen el 15% de vidrio, entonces se puede decir que al reemplazar la arena por el vidrio molido el concreto tiende a pesar un poco menos de lo habitual. Se puede comprobar los resultados con el panel fotográfico del **Anexo 17**.

Temperatura del concreto

Se obtuvo los siguientes resultados:

| F'c | descripcion | Temperatura °C | Variacion con patron |
|------------|----------------------|----------------|----------------------|
| 175 kg/cm2 | Patron | 21.8 °C | 0 |
| | 5% Vidrio y 10 %RCD | 19.8 °C | 2 °C |
| | 5% Vidrio y 20 %RCD | 20.1 °C | 1.7 °C |
| | 5% Vidrio y 30 %RCD | 20.4 °C | 1.4 °C |
| | 10% Vidrio y 10 %RCD | 24.1 °C | -2.3 °C |
| | 10% Vidrio y 20 %RCD | 22.4 °C | -0.6 °C |
| | 10% Vidrio y 30 %RCD | 20.2 °C | 1.6 °C |
| | 15% Vidrio y 10 %RCD | 20.5 °C | 1.3 °C |
| | 15% Vidrio y 20 %RCD | 22.8 °C | -1 °C |
| | 15% Vidrio y 30 %RCD | 22.9 °C | -1.1 °C |

Tabla N°64: Variación de la temperatura

Analizando los resultados de temperatura, se puede decir que la temperatura del concreto patrón comparado con el concreto que tiene vidrio y RCD son variables ya que algunos superan la temperatura del concreto patrón y otros están por debajo de la temperatura del concreto patrón, es por eso que se calculó también cada variación que tiene cada concreto. El concreto con 10% vidrio y 10% de RCD es el que mayor temperatura tiene y el concreto con 5% de vidrio y 10% de RCD es el que tiene la menor temperatura. Se puede comprobar los resultados con el panel fotográfico en el **Anexo 18**.

Propiedades del Estado Endurecido del Concreto

Ensayo de Resistencia a la compresión

Comparación del concreto Patrón con el concreto de 5% vidrio y 10%, 20% y 30% de RCD

| Dia | F'c | | | | |
|-----|--------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Requisitos minimos | Concreto Patrón | 5% V y 10% RCD | 5% V y 20% RCD | 5% V y 30% RCD |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 117.25 | 155 | 153 | 150 | 163 |
| 14 | 143.5 | 186 | 178 | 182 | 187 |
| 28 | 175 | 215 | 216 | 213 | 225 |

Tabla N°65: Resistencia a la compresión del concreto – 5%V con 10%, 20% y 30% RCD

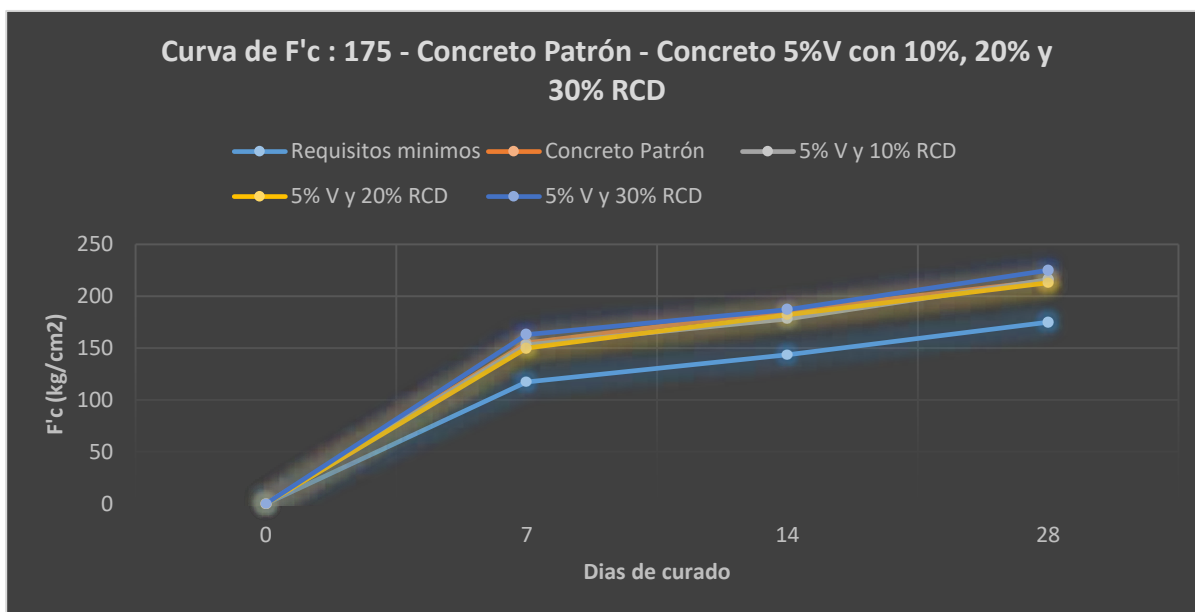


Figura N°62: Curva de F'c: 175 – concreto con 5%V y 10, 20 y 30% de RCD

Como se observa en el gráfico N°5, tanto el concreto patrón como el reciclado superan los requisitos mínimos de resistencia a la compresión. Comparando los concretos se puede decir que a los 7 días de curado el que mayor resistencia presenta es del concreto con 5% de vidrio y 30% de RCD ya que llega a los 163 kg/cm² a comparación del concreto patrón que llega a los 155 kg/cm². A los 14 días la resistencia mayor fue de 187 kg/cm² del mismo concreto reciclado superando al concreto patrón que tiene 186 kg/cm². Finalmente, a los 28 días de curado el concreto patrón tuvo una resistencia de 215 kg/cm² pero fue superado por el concreto con 5% de vidrio y 10 y 30% de RCD con una resistencia de 216 kg/cm² y 225 kg/cm² que fue la mayor resistencia.

Comparación del concreto Patrón con el concreto de 10% vidrio y 10%, 20% y 30% de RCD

| Dia | F'c | | | | |
|-----|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Requisitos minimos | Concreto Patrón | 10% V y 10% RCD | 10% V y 20% RCD | 10% V y 30% RCD |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 117.25 | 155 | 145 | 160 | 160 |
| 14 | 143.5 | 186 | 188 | 190 | 195 |
| 28 | 175 | 215 | 222 | 251 | 225 |

Tabla N°66: Resistencia a la compresión del concreto – 10% con 10%, 20% y 30%

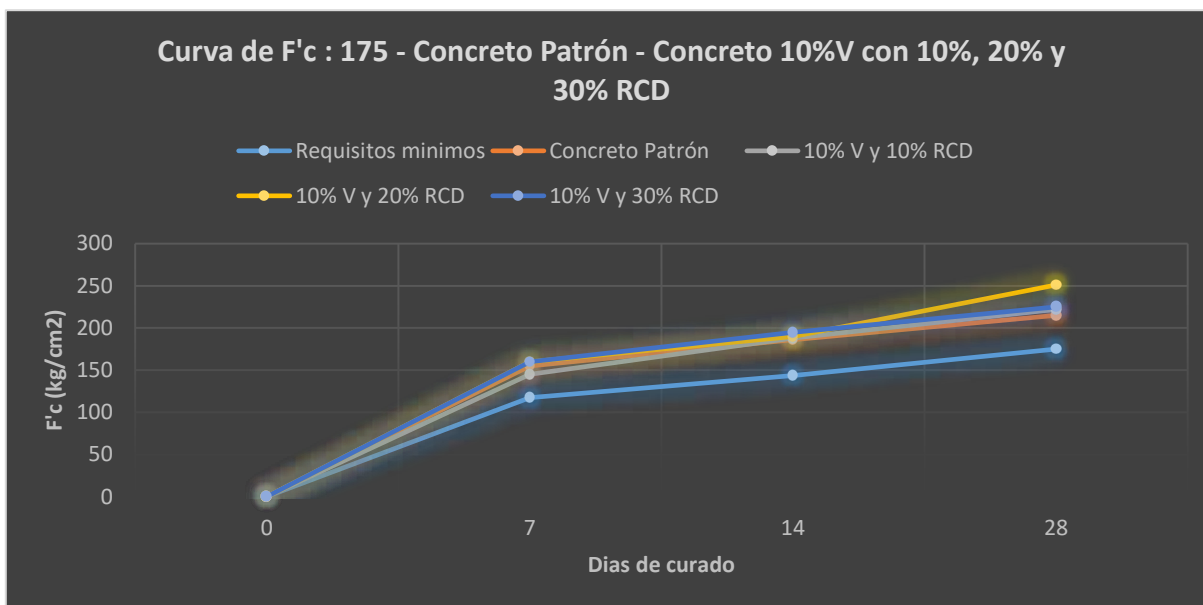


Figura N°63: Curva de F'c: 175 – concreto con 10%V y 10, 20 y 30% de RCD

En el grafico N°6 de igual manera el concreto reciclado y patrón superan los requisitos mínimos de la resistencia a la compresión. A los 7 días de curado la mayor resistencia fue del concreto con 10% de vidrio y 20 y 30% de RCD el cual dio un resultado de 160 kg/cm² superando al concreto patrón por 5 kg/cm². A los 14 días de curado el concreto con 10% vidrio y 30% de RCD fue el mayor superando a los demás con un resultado de 195 kg/cm² y tiene una diferencia de 9 kg/cm² con respecto al concreto patrón. Y finalmente a los 28 días los tres tipos de concretos reciclados superaron al concreto patrón, pero el que mayor resistencia obtuvo fue el concreto con 10% de vidrio y 20% de RCD que tuvo una resistencia de 251 kg/cm² y tiene una diferencia de 36 kg/cm² con respecto al concreto patrón.

Comparación del concreto Patrón con el concreto de 15% vidrio y 10%, 20% y 30% de RCD

| Dia | F'c | | | | |
|-----|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Requisitos mínimos | Concreto Patrón | 15% V y 10% RCD | 15% V y 20% RCD | 15% V y 30% RCD |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 117.25 | 155 | 152 | 143 | 152 |
| 14 | 143.5 | 186 | 178 | 173 | 164 |
| 28 | 175 | 215 | 210 | 211 | 215 |

Tabla N°67: Resistencia a la compresión del concreto – 5% con 10%, 20% y 30%

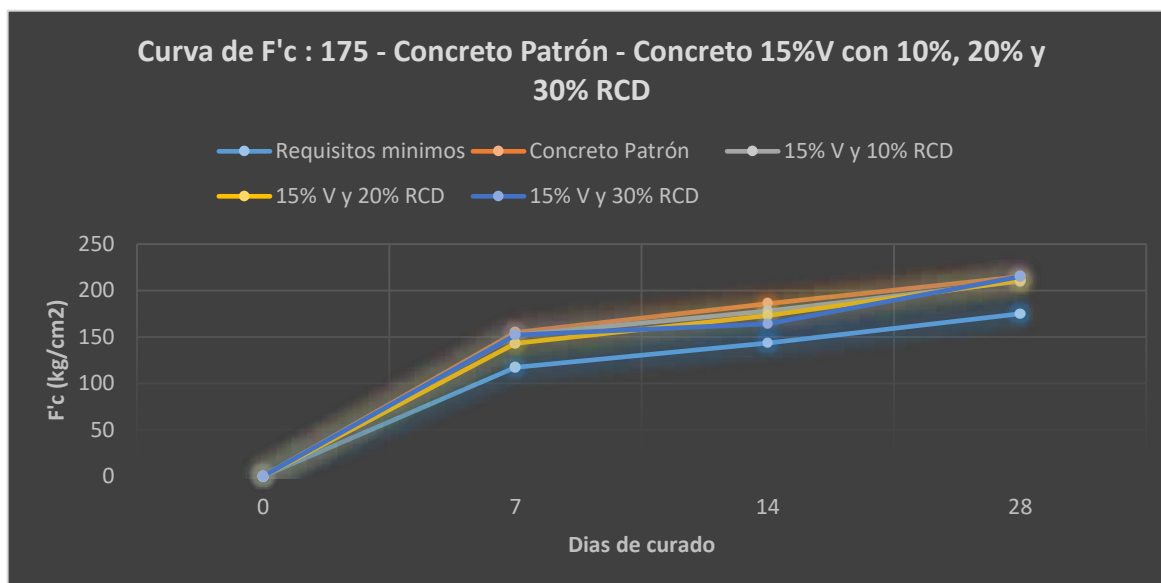


Figura N°64: Curva de F'c: 175 – concreto con 10%V y 10, 20 y 30% de RCD

Como se observa en el grafico N°7, de igual forma tanto el concreto simple como el reciclado superan los requisitos mínimos. A los 7 días de curado ninguno supera la resistencia del concreto patrón que es de 155 kg/cm². A los 14 días de curado de igual forma la mayor resistencia fue la del patrón con una resistencia de 186 kg/cm². Y finalmente a los 28 días de curado el concreto con 15% de vidrio y 30% de RCD iguala la resistencia del patrón con una resistencia de 215 kg/cm².

Se tiene como un análisis previo que al reemplazar la arena por el vidrio molido y la piedra chancada por el RCD el f'c se mantiene en algunos casos, pero en la mayoría presenta una mejoría en la resistencia a la compresión, esto indica que los reemplazos de estos materiales reciclados cumplen con llegar a un f'c requerido. Cabe mencionar que la resistencia que fue mayor fue la del concreto con 10% de vidrio y 20% de RCD el cual dio un f'c de 251 kg/cm². La segunda mejor resistencia fue de 225 kg/cm² el cual fue del concreto con 10% Vidrio y 30% RCD y del concreto con 5% Vidrio y 30% RCD. Cabe mencionar que todos los resultados del ensayo a compresión y el panel fotográfico están en el *Anexo 17*.

Ensayo de Resistencia a la Tracción indirecta

Se obtuvieron los siguientes datos:

| Descripcion | Dia | f'c (kg/cm ²) |
|----------------------|-----|---------------------------|
| Concreto Patron | 28 | 23 |
| 5% Vidrio y 10 %RCD | 28 | 21 |
| 5% Vidrio y 20 %RCD | 28 | 19 |
| 5% Vidrio y 30 %RCD | 28 | 19 |
| 10% Vidrio y 10 %RCD | 28 | 19 |
| 10% Vidrio y 20 %RCD | 28 | 19 |
| 10% Vidrio y 30 %RCD | 28 | 17 |
| 15% Vidrio y 10 %RCD | 28 | 16 |
| 15% Vidrio y 20 %RCD | 28 | 17 |
| 15% Vidrio y 30 %RCD | 28 | 18 |

Tabla N°68: Resistencia a la tracción indirecta

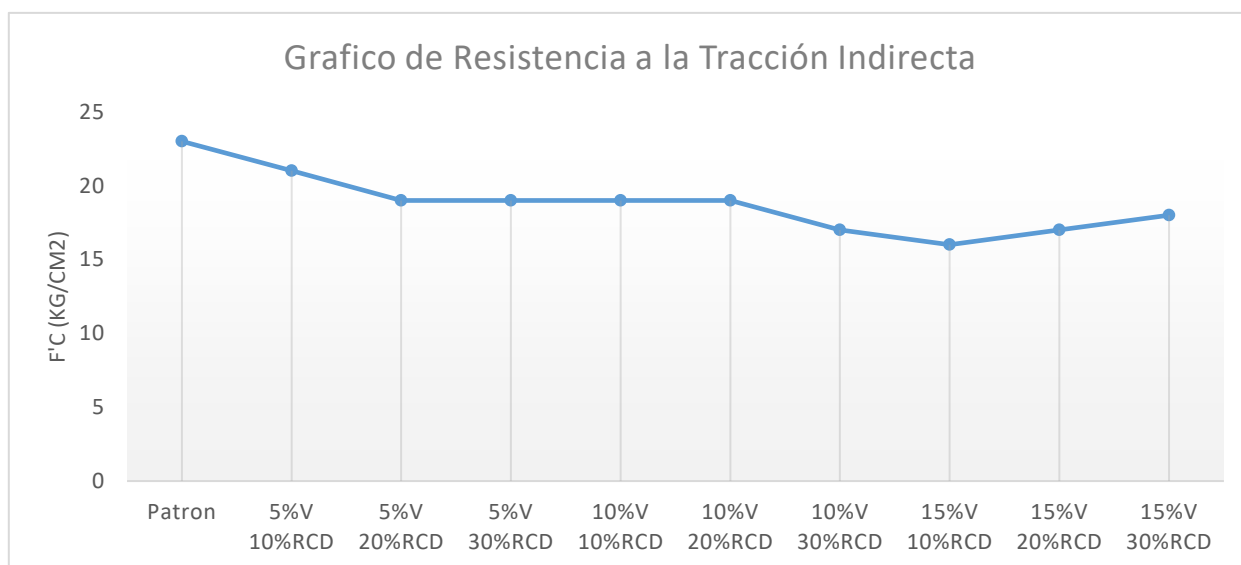


Figura N°65: Resistencia a la tracción indirecta

Se tiene como un primer analisis, que para este ensayo de traccion indirecta el concreto con vidrio y RCD no sobrepasaron al concreto patron en este ensayo ya que como se ve en el grafico mientras mas vidrio tenga, la resistencia por traccion indirecta va bajando. Por lo que se puede decir que el que mas se acerca al concreto patron el el concreto con el 5% de vidrio y 10% de RCD que es la minima cantidad de agregados reciclados que se utilizó en el concreto. La ficha resumen de los resultados de este ensayo junto con el panel fotografico se encuentra en el **Anexo 20**.

Ensayo de Resistencia a la Flexión

Se obtuvieron los siguientes datos:

| Descripcion | Dia | Modulo de rotura (kg/cm2) |
|----------------------|-----|---------------------------|
| Concreto Patron | 28 | 37 |
| 5% Vidrio y 10 %RCD | 28 | 40.07 |
| 5% Vidrio y 20 %RCD | 28 | 39.93 |
| 5% Vidrio y 30 %RCD | 28 | 41.2 |
| 10% Vidrio y 10 %RCD | 28 | 40.07 |
| 10% Vidrio y 20 %RCD | 28 | 38.2 |
| 10% Vidrio y 30 %RCD | 28 | 46.87 |
| 15% Vidrio y 10 %RCD | 28 | 38.73 |
| 15% Vidrio y 20 %RCD | 28 | 43.6 |
| 15% Vidrio y 30 %RCD | 28 | 35.13 |

Tabla N°69: Resistencia a la Flexión

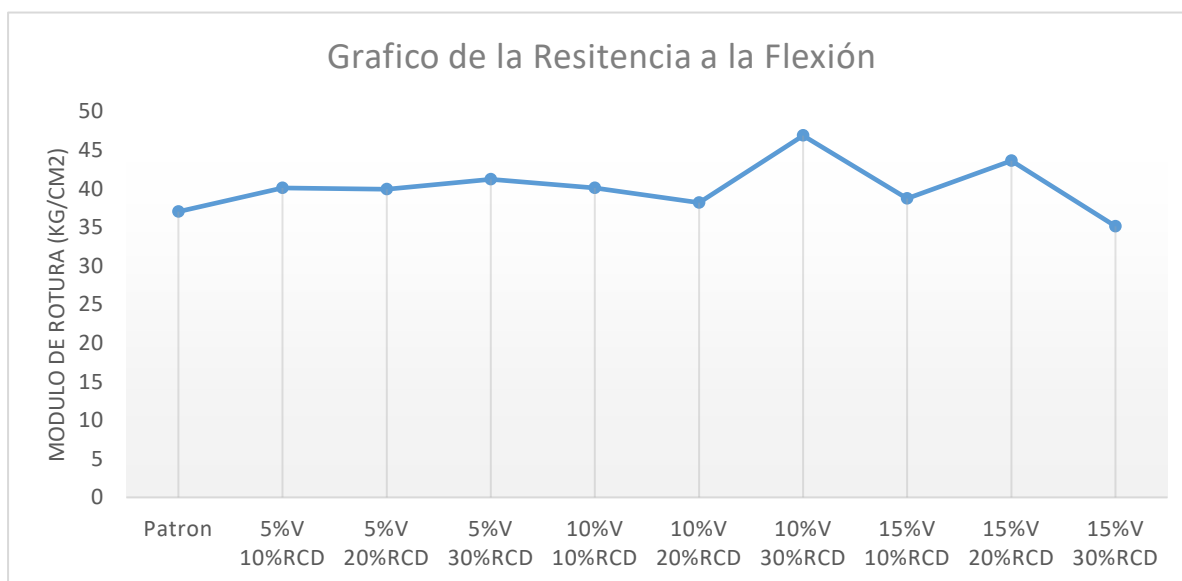


Figura N°66: Resistencia a la Flexión

Se tiene como un primer análisis que, para el ensayo de flexión, el concreto con vidrio molido y RCD pasa por poco al concreto patrón, pero en los casos del concreto con 10% de vidrio y 30% de RCD y de 15% de vidrio y 20% de RCD, superan por mucho al concreto patrón y son los que más elevados tienen el módulo de rotura. Entonces se puede decir que al añadirle vidrio y RCD al concreto es beneficioso para este ensayo por los resultados que sobrepasan al diseño del concreto patrón. Cabe mencionar que los resultados de este ensayo junto con el panel fotográfico se encuentran en el **Anexo 21**.

Ensayo de Resistencia a la Abrasión del concreto

Este ensayo es para analizar la durabilidad del concreto mediante el ensayo por abrasión. La ficha resumen se encuentra en el *Anexo 20*, los datos que nos arrojaron son los siguientes:

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA | MASA DE MUESTRA (g) | | | | DESGASTE (%) |
|---------------|---------|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| | | Masa inicial | Primer ciclo | Segundo ciclo | Tercer ciclo | |
| Patron | M1 | 1548.56 g. | 1548.22 g. | 1544.13 g. | 1541.47 g. | 0.46 |
| 5%V + 10%RCD | M2 | 1492.36 g. | 1490.03 g. | 1489.14 g. | 1488.30 g. | 0.27 |
| 5%V + 20%RCD | M3 | 1619.45 g. | 1618.10 g. | 1617.26 g. | 1616.80 g. | 0.16 |
| 5%V + 30%RCD | M4 | 1409.18 g. | 1408.66 g. | 1408.01 g. | 1407.06 g. | 0.15 |
| 10%V + 10%RCD | M5 | 1539.14 g. | 1537.99 g. | 1537.00 g. | 1536.17 g. | 0.19 |
| 10%V + 20%RCD | M6 | 1443.35 g. | 1438.72 g. | 1435.25 g. | 1433.24 g. | 0.70 |
| 10%V + 30%RCD | M7 | 1581.73 g. | 1576.39 g. | 1572.58 g. | 1570.87 g. | 0.69 |
| 15%V + 10%RCD | M8 | 1418.88 g. | 1416.65 g. | 1415.80 g. | 1413.13 g. | 0.41 |
| 15%V + 20%RCD | M9 | 1456.83 g. | 1450.82 g. | 1447.85 g. | 1445.09 g. | 0.81 |
| 15%V + 30%RCD | M10 | 1469.12 g. | 1468.01 g. | 1465.38 g. | 1463.86 g. | 0.36 |

Tabla N° 70: Resistencia a la Abrasión del concreto

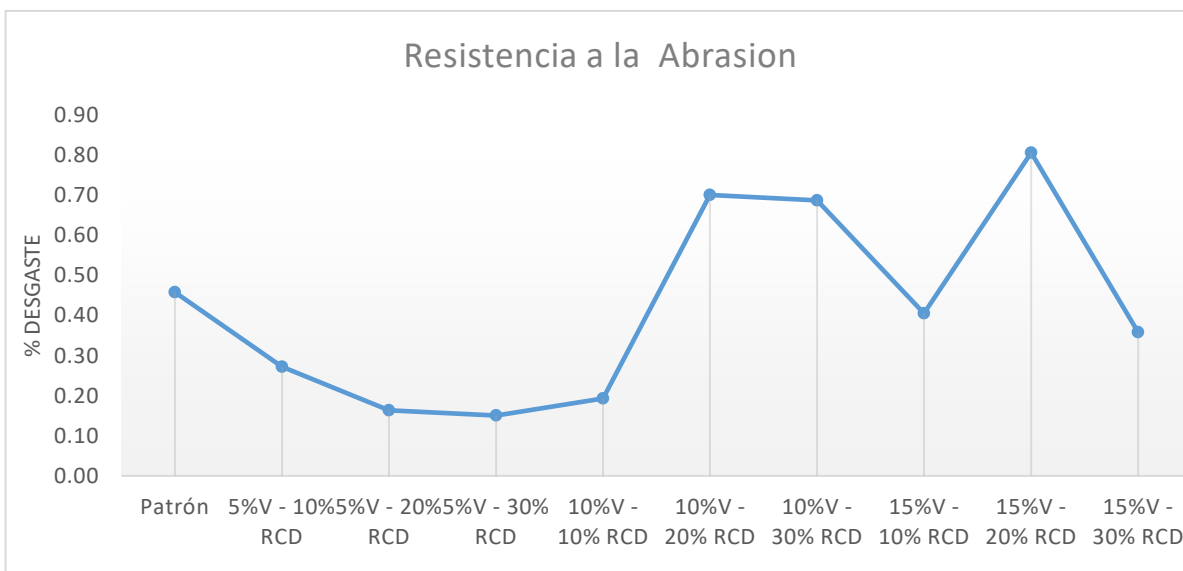


Figura N°67: Resistencia a la abrasión

Se tiene como primer análisis que el concreto con 5% de vidrio, 20% y 30% de RCD son los que mayor resistencia a la abrasión presentan ya que son los que menor porcentaje de desgaste tienen con 0.16 y 0.15. Sin embargo, los mayores porcentajes de desgaste son del concreto con 15% de vidrio y 20% de RCD con 0.81 y el de 10% de vidrio con 20% y 30% que tiene un porcentaje de 0.70 y 0.69.

Análisis económico del concreto tradicional y concreto reciclado.

En este punto se realizó el análisis económico de un concreto reciclado con agregados reciclables (RCD y vidrio molido) y de un concreto simple. Primero se calculó sólo el costo del carguío y transporte de 1m³ de RCD (ver tabla N° 71) que vendría a ser el costo del alquiler del cargador frontal y del camión volquete, luego se calculó también el costo total por la obtención de 1m³ de RCD (ver tabla N° 72). Se hizo de igual forma para el vidrio en que primero se calculó solo el costo del empaquetado de las botellas de vidrio (ver tabla N° 73) y finalmente se calculó el costo de la obtención 1m³ de vidrio molido (ver tabla N° 74). Se realizó estos cálculos previos para de usarlo en el análisis de costos unitarios para la producción de 1m³ de concreto.

COSTO UNITARIO SOLO DEL CARGUÍO Y TRANSPORTE DEL RCD

| Subpartida | Unidad | Cantidad | P. Unit. | Unidad: | Subtotal | m3 | Total S/ |
|-----------------------------------|--------|----------|----------|---------|----------|----|--------------|
| A) Carguío de RCD a volquete | m3 | 1 | 2.75 | | 2.75 | | |
| B) Transporte de RCD a chancadora | m3 | 1 | 14.91 | | 14.91 | | |
| | | | | | | | 17.66 |
| COSTO DIRECTO: | | | | | | | 17.66 |

| Subpartida | A) Carguío de RCD a volquete | | | Rendimiento: | 617.14 m3/día | Unidad: | m3 |
|--|------------------------------|--------|----------|--------------|---------------|----------|-------------|
| Descripción del recurso | Cuadrilla | Unidad | Cantidad | | P.Unit. | Subtotal | Total S/ |
| Equipo | | | | | | | |
| Cargador frontal S/LL 2.50Y3 100-125HP 1.91M3 | 1 | hm | 0.013 | | 211.86 | 2.75 | |
| | | | | | | | 2.75 |
| COSTO DIRECTO: | | | | | | | 2.75 |

| Subpartida | B) Transporte de RCD a chancadora | | | Rendimiento: | 181.89 m3/día | Unidad: | m3 |
|-------------------------|-----------------------------------|--------|----------|--------------|---------------|----------|--------------|
| Descripción del recurso | Cuadrilla | Unidad | Cantidad | | P.Unit. | Subtotal | Total S/ |
| Equipo | | | | | | | |
| Camión volquete 12m3 | 1 | hm | 0.044 | | 338.98 | 14.91 | |
| | | | | | | | 14.91 |
| COSTO DIRECTO: | | | | | | | 14.91 |

Tabla N° 71: Costo unitario solo del transporte y carguío del RCD

COSTO UNITARIO DE LA OBTENCION DE 1m3 DE RCD

| Descripción del recurso | Cuadrilla | Unidad | Rendimiento: | 192 m3/día | Unidad: | m3 |
|----------------------------|-----------|--------|--------------|--------------|----------|--------------|
| | | | Cantidad | P.Unit. | Subtotal | Total S/ |
| Mano de obra | | | | | | |
| Operario | 1 | hh | 0.042 | 22.08 | 0.92 | |
| Peón | 1 | hh | 0.042 | 15.69 | 0.65 | |
| Materiales | | | | | | |
| RCD | | m3 | 1.1 | 17.66 | 19.42 | |
| Gasolina 90 | | gal | 0.376 | 14.83 | 5.57 | |
| Equipo | | | | | | |
| Chancadora secundaria 75HP | 1 | hm | 0.042 | 99.83 | 4.16 | |
| Zaranda vibratoria 15HP | 1 | hm | 0.042 | 53.56 | 2.23 | |
| | | | | | | 32.96 |
| COSTO DIRECTO: | | | | | | 32.96 |

Tabla N° 72: Costo unitario de la obtención de 1m3 de RCD

COSTO UNITARIO SOLO DEL EMPAQUETADO DE BOTELLAS DE VIDRIO

| Subpartida | Unidad | Cantidad | P. Unit. | Unidad: | m3 |
|---------------------------|--------|----------|----------|----------|-------------|
| | | | | Subtotal | Total S/ |
| A) Empaquetado del vidrio | m3 | 1 | 1.38 | 1.38 | |
| | | | | | 1.38 |
| COSTO DIRECTO: | | | | | 1.38 |

| Subpartida | A) Empaquetado del vidrio | | Rendimiento: | 5.80 m3/día | Unidad: | m3 |
|------------------------------------|---------------------------|--------|--------------|-------------|----------|-------------|
| Descripción del recurso | Cuadrilla | Unidad | Cantidad | P.Unit. | Subtotal | Total S/ |
| Materiales | | | | | | |
| Sacos de plástico tejido de 100 kg | 1 | | 1.380 | 1.00 | 1.38 | |
| | | | | | | 1.38 |
| COSTO DIRECTO: | | | | | | 1.38 |

Tabla N° 73: Costo unitario solo del empaquetado de botellas de vidrio

COSTO UNITARIO DE LA OBTENCION DE 1m3 DE VIDRIO MOLIDO

| Descripción del recurso | Cuadrilla | Unidad | Rendimiento: | 5.80 m3/día | Unidad: | m3 |
|-------------------------------|-----------|--------|--------------|-------------|----------|-------------|
| | | | Cantidad | P.Unit. | Subtotal | Total S/ |
| Mano de obra | | | | | | |
| Oficial | 1 | hh | 0.042 | 17.35 | 0.72 | |
| Peón | 2 | hh | 0.083 | 15.69 | 1.31 | |
| Materiales | | | | | | |
| Vidrio molido | | m3 | 1 | 1.38 | 1.38 | |
| Equipo | | | | | | |
| Herramientas manuales (comba) | 1 | 5% | 0.050 | 2.03 | 0.10 | |
| | | | | | | 3.51 |
| COSTO DIRECTO: | | | | | | 3.51 |

Tabla N° 74: Costo unitario de la obtención de 1m3 de vidrio molido

A continuación, se presentará el análisis de costos unitarios del concreto patrón de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y del concreto con diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD, luego se comparará los costos de cada concreto para así evaluar cuál es más factible económicamente. Cabe mencionar que el análisis se evaluó realizando la partida de concreto en veredas ya que esa es la finalidad de esta investigación. Finalmente se mostrará un gráfico de barra resumiendo los costos de cada concreto.

| COSTO UNITARIO DE CONCRETO DE $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ EN VEREDAS E=4" SEMIPULIDO Y BRUÑADO (0%VIDRIO, 0%RCD-MUESTRA PATRÓN) | | | | | | |
|---|----------------|-----------|--------------|---------------------------|------------------------|--------------|
| Descripción del recurso | Unidad | Cuadrilla | Rendimiento: | 75.00 m ² /día | Unidad: m ² | 48.17 |
| | | | Cantidad | P.Unit. | Total S/ | |
| Mano de obra | | | | | | |
| Capataz | hh | 0.2000 | 0.0213 | 24.90 | | 0.53 |
| Operario | hh | 5.0000 | 0.5333 | 22.08 | | 11.78 |
| Oficial | hh | 1.0000 | 0.1067 | 17.35 | | 1.85 |
| Peón | hh | 5.0000 | 0.5333 | 15.69 | | 8.37 |
| | | | | | | 22.53 |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 0.7232 | 26.27 | | 19.00 |
| Arena Gruesa | m ³ | | 0.0294 | 38.14 | | 1.12 |
| Piedra chancada 1/2" | m ³ | | 0.0405 | 57.63 | | 2.33 |
| Agua | m ³ | | 0.0224 | 5.00 | | 0.11 |
| Gasolina 90 | gal | | 0.0250 | 14.83 | | 0.37 |
| | | | | | | 22.94 |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3.0000 | 22.53 | | 0.68 |
| Vibrador de concreto 4HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.1067 | 6.36 | | 0.68 |
| Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.1067 | 12.71 | | 1.36 |
| | | | | | | 2.71 |

Tabla N° 75: Costo unitario del concreto patrón

| COSTO UNITARIO DE CONCRETO DE $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ EN VEREDAS E=4" SEMIPULIDO Y BRUÑADO (5%VIDRIO, 10%RCD-MUESTRA PATRÓN) | | | | | | |
|--|----------------|-----------|--------------|---------------------------|------------------------|--------------|
| Descripción del recurso | Unidad | Cuadrilla | Rendimiento: | 75.00 m ² /día | Unidad: m ² | 48.02 |
| | | | Cantidad | P.Unit. | Total S/ | |
| Mano de obra | | | | | | |
| Capataz | hh | 0.2000 | 0.0213 | 24.90 | | 0.53 |
| Operario | hh | 5.0000 | 0.5333 | 22.08 | | 11.78 |
| Oficial | hh | 1.0000 | 0.1067 | 17.35 | | 1.85 |
| Peón | hh | 5.0000 | 0.5333 | 15.69 | | 8.37 |
| | | | | | | 22.53 |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 0.7232 | 26.27 | | 19.00 |
| Arena Gruesa | m ³ | | 0.0279 | 38.14 | | 1.07 |
| Piedra chancada 1/2" | m ³ | | 0.0365 | 57.63 | | 2.10 |
| Agua | m ³ | | 0.0224 | 5.00 | | 0.11 |
| Vidrio | m ³ | | 0.0015 | 3.51 | | 0.01 |
| RCD | m ³ | | 0.0041 | 32.96 | | 0.13 |
| Gasolina 90 | gal | | 0.0250 | 14.83 | | 0.37 |
| | | | | | | 22.79 |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3.0000 | 22.53 | | 0.68 |
| Vibrador de concreto 4HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.1067 | 6.36 | | 0.68 |
| Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.1067 | 12.71 | | 1.36 |
| | | | | | | 2.71 |

Tabla N° 76: Costo unitario del concreto con 5% vidrio y 10% RCD

COSTO UNITARIO DE CONCRETO DE $f_c=175$ kg/cm² EN VEREDAS E=4" SEMIPULIDO Y BRUÑADO (5%VIDRIO, 20%RCD-MUESTRA PATRÓN)

| Descripción del recurso | Unidad | Cuadrilla | Rendimiento: 75.00 m ² /día | | Unidad: m ² | 47.92 |
|-------------------------------------|--------|-----------|--|---------|------------------------|--------------|
| | | | Cantidad | P.Unit. | | |
| Mano de obra | | | | | | |
| Capataz | hh | 0.2000 | 0.0213 | 24.90 | | 0.53 |
| Operario | hh | 5.0000 | 0.5333 | 22.08 | | 11.78 |
| Oficial | hh | 1.0000 | 0.1067 | 17.35 | | 1.85 |
| Peón | hh | 5.0000 | 0.5333 | 15.69 | | 8.37 |
| | | | | | | 22.53 |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 0.7232 | 26.27 | | 19.00 |
| Arena Gruesa | m3 | | 0.0279 | 38.14 | | 1.07 |
| Piedra chancada 1/2" | m3 | | 0.0324 | 57.63 | | 1.87 |
| Agua | m3 | | 0.0224 | 5.00 | | 0.11 |
| Vidrio | m3 | | 0.0015 | 3.51 | | 0.01 |
| RCD | m3 | | 0.0081 | 32.96 | | 0.27 |
| Gasolina 90 | gal | | 0.0250 | 14.83 | | 0.37 |
| | | | | | | 22.69 |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3.0000 | 22.53 | | 0.68 |
| Vibrador de concreto 4HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.1067 | 6.36 | | 0.68 |
| Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.1067 | 12.71 | | 1.36 |
| | | | | | | 2.71 |

Tabla N° 77: Costo unitario del concreto con 5% vidrio y 20% RCD

COSTO UNITARIO DE CONCRETO DE $f_c=175$ kg/cm² EN VEREDAS E=4" SEMIPULIDO Y BRUÑADO (5%VIDRIO, 30%RCD-MUESTRA PATRÓN)

| Descripción del recurso | Unidad | Cuadrilla | Rendimiento: 75.00 m ² /día | | Unidad: m ² | 47.82 |
|-------------------------------------|--------|-----------|--|---------|------------------------|--------------|
| | | | Cantidad | P.Unit. | | |
| Mano de obra | | | | | | |
| Capataz | hh | 0.2000 | 0.0213 | 24.90 | | 0.53 |
| Operario | hh | 5.0000 | 0.5333 | 22.08 | | 11.78 |
| Oficial | hh | 1.0000 | 0.1067 | 17.35 | | 1.85 |
| Peón | hh | 5.0000 | 0.5333 | 15.69 | | 8.37 |
| | | | | | | 22.53 |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 0.7232 | 26.27 | | 19.00 |
| Arena Gruesa | m3 | | 0.0279 | 38.14 | | 1.07 |
| Piedra chancada 1/2" | m3 | | 0.0284 | 57.63 | | 1.63 |
| Agua | m3 | | 0.0224 | 5.00 | | 0.11 |
| Vidrio | m3 | | 0.0015 | 3.51 | | 0.01 |
| RCD | m3 | | 0.0122 | 32.96 | | 0.40 |
| Gasolina 90 | gal | | 0.0250 | 14.83 | | 0.37 |
| | | | | | | 22.59 |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3.0000 | 22.53 | | 0.68 |
| Vibrador de concreto 4HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.1067 | 6.36 | | 0.68 |
| Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.1067 | 12.71 | | 1.36 |
| | | | | | | 2.71 |

Tabla N° 78: Costo unitario del concreto con 5% vidrio y 30% RCD

COSTO UNITARIO DE CONCRETO DE $f_c=175$ kg/cm² EN VEREDAS E=4" SEMIPULIDO Y BRUÑADO (10%VIDRIO, 10%RCD-MUESTRA PATRÓN)

| Descripción del recurso | Unidad | Cuadrilla | Rendimiento: 75.00 m ² /día | | Unidad: m ² | 47.97 |
|-------------------------------------|--------|-----------|--|---------|------------------------|--------------|
| | | | Cantidad | P.Unit. | | |
| Mano de obra | | | | | | |
| Capataz | hh | 0.2000 | 0.0213 | 24.90 | | 0.53 |
| Operario | hh | 5.0000 | 0.5333 | 22.08 | | 11.78 |
| Oficial | hh | 1.0000 | 0.1067 | 17.35 | | 1.85 |
| Peón | hh | 5.0000 | 0.5333 | 15.69 | | 8.37 |
| | | | | | | 22.53 |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 0.7232 | 26.27 | | 19.00 |
| Arena Gruesa | m3 | | 0.0265 | 38.14 | | 1.01 |
| Piedra chancada 1/2" | m3 | | 0.0365 | 57.63 | | 2.10 |
| Agua | m3 | | 0.0224 | 5.00 | | 0.11 |
| Vidrio | m3 | | 0.0029 | 3.51 | | 0.01 |
| RCD | m3 | | 0.0041 | 32.96 | | 0.13 |
| Gasolina 90 | gal | | 0.0250 | 14.83 | | 0.37 |
| | | | | | | 22.73 |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3.0000 | 22.53 | | 0.68 |
| Vibrador de concreto 4HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.1067 | 6.36 | | 0.68 |
| Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.1067 | 12.71 | | 1.36 |
| | | | | | | 2.71 |

Tabla N° 79: Costo unitario del concreto con 10% vidrio y 10% RCD

COSTO UNITARIO DE CONCRETO DE $f'c=175$ kg/cm² EN VEREDAS E=4" SEMIPULIDO Y BRUÑADO (10%VIDRIO, 20%RCD-MUESTRA PATRÓN)

| Descripción del recurso | Unidad | Cuadrilla | Rendimiento: 75.00 m ² /día | | Unidad: m ² | 47.87 |
|-------------------------------------|--------|-----------|--|---------|------------------------|--------------|
| | | | Cantidad | P.Unit. | | |
| Mano de obra | | | | | | |
| Capataz | hh | 0.2000 | 0.0213 | 24.90 | | 0.53 |
| Operario | hh | 5.0000 | 0.5333 | 22.08 | | 11.78 |
| Oficial | hh | 1.0000 | 0.1067 | 17.35 | | 1.85 |
| Peón | hh | 5.0000 | 0.5333 | 15.69 | | 8.37 |
| | | | | | | 22.53 |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 0.7232 | 26.27 | | 19.00 |
| Arena Gruesa | m3 | | 0.0265 | 38.14 | | 1.01 |
| Piedra chancada 1/2" | m3 | | 0.0324 | 57.63 | | 1.87 |
| Agua | m3 | | 0.0224 | 5.00 | | 0.11 |
| Vidrio | m3 | | 0.0029 | 3.51 | | 0.01 |
| RCD | m3 | | 0.0081 | 32.96 | | 0.27 |
| Gasolina 90 | gal | | 0.0250 | 14.83 | | 0.37 |
| | | | | | | 22.63 |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3.0000 | 22.53 | | 0.68 |
| Vibrador de concreto 4HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.1067 | 6.36 | | 0.68 |
| Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.1067 | 12.71 | | 1.36 |
| | | | | | | 2.71 |

Tabla N° 80: Costo unitario del concreto con 10% vidrio y 20% RCD

COSTO UNITARIO DE CONCRETO DE $f'c=175$ kg/cm² EN VEREDAS E=4" SEMIPULIDO Y BRUÑADO (10%VIDRIO, 30%RCD-MUESTRA PATRÓN)

| Descripción del recurso | Unidad | Cuadrilla | Rendimiento: 75.00 m ² /día | | Unidad: m ² | 47.77 |
|-------------------------------------|--------|-----------|--|---------|------------------------|--------------|
| | | | Cantidad | P.Unit. | | |
| Mano de obra | | | | | | |
| Capataz | hh | 0.2000 | 0.0213 | 24.90 | | 0.53 |
| Operario | hh | 5.0000 | 0.5333 | 22.08 | | 11.78 |
| Oficial | hh | 1.0000 | 0.1067 | 17.35 | | 1.85 |
| Peón | hh | 5.0000 | 0.5333 | 15.69 | | 8.37 |
| | | | | | | 22.53 |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 0.7232 | 26.27 | | 19.00 |
| Arena Gruesa | m3 | | 0.0265 | 38.14 | | 1.01 |
| Piedra chancada 1/2" | m3 | | 0.0284 | 57.63 | | 1.63 |
| Agua | m3 | | 0.0224 | 5.00 | | 0.11 |
| Vidrio | m3 | | 0.0029 | 3.51 | | 0.01 |
| RCD | m3 | | 0.0122 | 32.96 | | 0.40 |
| Gasolina 90 | gal | | 0.0250 | 14.83 | | 0.37 |
| | | | | | | 22.53 |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3.0000 | 22.53 | | 0.68 |
| Vibrador de concreto 4HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.1067 | 6.36 | | 0.68 |
| Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.1067 | 12.71 | | 1.36 |
| | | | | | | 2.71 |

Tabla N° 81: Costo unitario del concreto con 10% vidrio y 30% RCD

COSTO UNITARIO DE CONCRETO DE $f'c=175$ kg/cm² EN VEREDAS E=4" SEMIPULIDO Y BRUÑADO (15%VIDRIO, 20%RCD-MUESTRA PATRÓN)

| Descripción del recurso | Unidad | Cuadrilla | Rendimiento: 75.00 m ² /día | | Unidad: m ² | 47.82 |
|-------------------------------------|--------|-----------|--|---------|------------------------|--------------|
| | | | Cantidad | P.Unit. | | |
| Mano de obra | | | | | | |
| Capataz | hh | 0.2000 | 0.0213 | 24.90 | | 0.53 |
| Operario | hh | 5.0000 | 0.5333 | 22.08 | | 11.78 |
| Oficial | hh | 1.0000 | 0.1067 | 17.35 | | 1.85 |
| Peón | hh | 5.0000 | 0.5333 | 15.69 | | 8.37 |
| | | | | | | 22.53 |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 0.7232 | 26.27 | | 19.00 |
| Arena Gruesa | m3 | | 0.0250 | 38.14 | | 0.95 |
| Piedra chancada 1/2" | m3 | | 0.0324 | 57.63 | | 1.87 |
| Agua | m3 | | 0.0224 | 5.00 | | 0.11 |
| Vidrio | m3 | | 0.0044 | 3.51 | | 0.02 |
| RCD | m3 | | 0.0081 | 32.96 | | 0.27 |
| Gasolina 90 | gal | | 0.0250 | 14.83 | | 0.37 |
| | | | | | | 22.58 |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3.0000 | 22.53 | | 0.68 |
| Vibrador de concreto 4HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.1067 | 6.36 | | 0.68 |
| Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.1067 | 12.71 | | 1.36 |
| | | | | | | 2.71 |

Tabla N° 82: Costo unitario del concreto con 15% vidrio y 20% RCD

| COSTO UNITARIO DE CONCRETO DE $f_c=175$ kg/cm ² EN VEREDAS E=4" SEMIPULIDO Y BRUÑADO (15%VIDRIO, 30%RCD-MUESTRA PATRÓN) | | | | | | |
|--|----------------|-----------|--------------|---------------------------|------------------------|--------------|
| Descripción del recurso | Unidad | Cuadrilla | Rendimiento: | 75.00 m ² /día | Unidad: m ² | 47.72 |
| | | | Cantidad | P.Unit. | Total S/ | |
| Mano de obra | | | | | | |
| Capataz | hh | 0.2000 | 0.0213 | 24.90 | | 0.53 |
| Operario | hh | 5.0000 | 0.5333 | 22.08 | | 11.78 |
| Oficial | hh | 1.0000 | 0.1067 | 17.35 | | 1.85 |
| Peón | hh | 5.0000 | 0.5333 | 15.69 | | 8.37 |
| | | | | | | 22.53 |
| Materiales | | | | | | |
| Cemento portland Tipo I (42.5 kg) | bol | | 0.7232 | 26.27 | | 19.00 |
| Arena Gruesa | m ³ | | 0.0250 | 38.14 | | 0.95 |
| Piedra chancada 1/2" | m ³ | | 0.0284 | 57.63 | | 1.63 |
| Agua | m ³ | | 0.0224 | 5.00 | | 0.11 |
| Vidrio | m ³ | | 0.0044 | 3.51 | | 0.02 |
| RCD | m ³ | | 0.0122 | 32.96 | | 0.40 |
| Gasolina 90 | gal | | 0.0250 | 14.83 | | 0.37 |
| | | | | | | 22.48 |
| Equipos | | | | | | |
| Herramientas manuales | %mo | | 3.0000 | 22.53 | | 0.68 |
| Vibrador de concreto 4HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.1067 | 6.36 | | 0.68 |
| Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.1067 | 12.71 | | 1.36 |
| | | | | | | 2.71 |

Tabla N° 84: Costo unitario del concreto con 15% vidrio y 30% RCD

Gráfico de resistencia a la compresion - precios del concreto

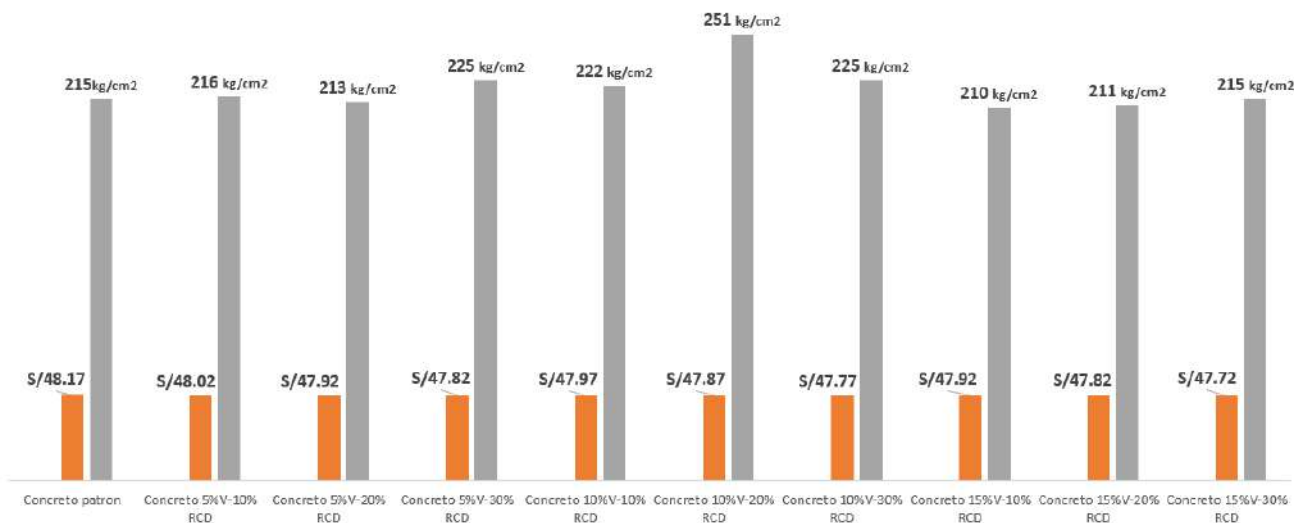


Figura N°68: Gráfico de resistencia a la compresión – precios del concreto

Analizando los precios que nos dio cada concreto, se confirma que la variación de los precios no es tan diferente ya que la máxima diferencia es del concreto patrón y del concreto con 15% de vidrio y 30% de RCD que es de S/0.45. Sin embargo, sería muy factible realizar el concreto con el 10% de vidrio y 20% de RCD ya que tuvo una resistencia de 251 kg/cm² en el ensayo a compresión, superando por 36kg/cm² lo que equivale a un 16.7% más que el concreto patrón y como se observa en la figura N°68 el concreto tradicional es el más costoso.

Evaluación de Impacto Ambiental

Para la EIA, se visitó la zona donde se puede aplicar dicha investigación y el estudio completo se puede observar en el *Anexo I*. Cabe mencionar que en este punto de la investigación se mostrara cuáles fueron las acciones más y menos agresivas y también los factores más y menos frágiles de todo el Estudio de Impacto Ambiental que se realizó, los cuales fueron:

| ACCIONES MÁS AGRESIVAS | |
|-------------------------------------|------|
| CONCRETO EN VEREDAS | -193 |
| CONCRETO EN UÑA DE VEREDAS | -177 |
| EXCAVACIÓN DE ZANJAS CON MAQUINARIA | -174 |

Tabla N° 85: Acciones más agresivas de la EIA

| ACCIONES MENOS AGRESIVAS | |
|--|----|
| RECOLECCIÓN DE RCD CON MAQUINARIA | 53 |
| RECOLECCIÓN DE VIDRIO CON MAQUINARIA | 44 |
| RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL ARENA FINA | 16 |

Tabla N° 86: Acciones menos agresivas de la EIA

| FACTORES MÁS FRÁGILES | |
|--------------------------|------|
| CALIDAD DE SUELO | -196 |
| MORFOLOGÍA | -160 |
| PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN | -157 |

Tabla N° 87: Factores más frágiles de la EIA

| FACTORES MENOS FRÁGILES | |
|--------------------------|----|
| MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN | 78 |
| EMPLEO | 66 |
| COMERCIO | 29 |

Tabla N° 88: Factores menos frágiles de la EIA

Discusión

En esta sección se muestra la comparación de los resultados de la presente investigación con aquellos obtenidos en tesis y artículos de los antecedentes.

Propiedades Físicas de los residuos de construcción y demolición

| Propiedades físicas | Mis datos | Investigación | | | |
|--|-----------|---------------|------|---------|------|
| | | [12] | [14] | [54] | [55] |
| Peso específico de masa (g/cm ³) | 2.318 | 2.48 | 2.4 | 2.5 | 2.42 |
| Peso unitario suelto (kg/cm ³) | 2995 | 1250 | 1400 | 1018.93 | 1073 |
| Peso unitario compactado (kg/cm ³) | 3228 | NE | NE | 1052.83 | 1196 |
| Absorción (%) | 5.1 | 2.03 | 3.8 | 6.47 | 8.35 |
| Contenido de humedad (%) | 1.19 | 1.57 | NE | 4.14 | 2.72 |
| Tamaño Máximo Nominal (mm) | 25 | 19 | NE | 25 | 19 |

Tabla N° 89: Comparación de las propiedades físicas de los residuos de construcción y demolición (RCD)

Comparando las propiedades físicas de los residuos de construcción y demolición con los antecedentes, en el peso unitario no hay mucha diferencia con los antecedentes. En el tema del peso unitario suelto y compactado si se presenta una mayor diferencia debido a

que el agregado reciclado de esta investigación tiende a desagregarse mucho más a comparación de los antecedentes. En el tema de la absorción y del contenido de humedad los resultados no varían mucho respecto a los demás antecedentes. Finalmente, en el TMN en la investigación de G. Cabanillas [54] se observa que es el TMN es el mismo con la de esta investigación, lo que significa que ambos tenemos el mismo tamaño de agregado que se usó en el concreto, sin embargo, en las investigaciones de S. Shahidan [12] y W. Sánchez [55] se utilizó un TMN de 19 mm lo que significa que su tamaño mayor del agregado es un poco menor que el de esta investigación.

Propiedades Físicas del vidrio molido incoloro

| Propiedades físicas | Mis datos | Investigación | | |
|--|-----------|---------------|------|------|
| | | [9] | [16] | [19] |
| Peso específico de masa (g/cm ³) | 2.484 | NE | 2.48 | NE |
| Absorción (%) | 0.16 | NE | 0.2 | NE |
| Modulo de fineza | 3.369 | 3.29 | 2.94 | 4.29 |

Tabla N° 90: Comparación de las propiedades físicas del vidrio molido

Comparando las propiedades físicas del vidrio molido se puede observar que el módulo de fineza que obtuvimos de la granulometría no está ni muy bajo ni muy alto respecto a los otros antecedentes debido a que se cuarteo adecuadamente antes de realizar el ensayo, cosa que en la investigación de L. Torres [19] presenta un MF de 4.29 lo que significa que tenía muchas partículas gruesas y en la investigación de E. Hernández [16] presenta un MF de 2.94 lo que significa que tenían muchas partículas finas. En el peso específico tiene casi lo mismo con la investigación de E. Hernández [16] lo cual significa que el ensayo se realizó correctamente y también varía por 0.4% en la absorción respecto a la misma investigación.

Propiedades del concreto en estado fresco

| Propiedades del concreto en estado fresco - Slump | Mis datos (pulg) | Investigacion | | | | | |
|---|---|---------------|-------|---|----------------------|-------|-------|
| | | RCD (pulg) | | | Vidrio molido (pulg) | | |
| | | [55] | [12] | [13] | [9] | [56] | [57] |
| Concreto Patrón | 3" | 3.5" | 1.9" | 2.5" | 2.75" | 2.36" | 2.70" |
| Concreto 5%Vidrio y 10% RCD | 2.75" | 3.1" | 1.77" | 2.63" | 3" | 4.20" | 2.90" |
| Concreto 5%Vidrio y 20% RCD | 2.5" | 2.8" | 1.57" | 2.88" | 3.15" | 4" | 3" |
| Concreto 5%Vidrio y 30% RCD | 2" | 2.6" | - | 2.9" | 3.35" | 4.10" | 2.75" |
| Concreto 10%Vidrio y 10% RCD | 2.5" | - | - | - | 3.15" | 4.7" | 2.75" |
| Concreto 10%Vidrio y 20% RCD | 2.75" | - | - | - | 3.35" | - | - |
| Concreto 10%Vidrio y 30% RCD | 2" | - | - | - | - | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 10% RCD | 3" | - | - | - | - | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 20% RCD | 2.5" | - | - | - | - | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 30% RCD | 1.5" | - | - | - | - | - | - |
| Notas: | [55] : 5%, 15% y 25% de RCD | | | [9] : Del 30% al 40% de vidrio | | | |
| | [12] : Tamaño del agregado (5mm, 10mm, 14mm, 20mm) | | | [56]: Se añadió 6%, 7%, 8% y 9% de vidrio | | | |
| | [13] : 10%, 20% y 30% de RCD | | | [57]: 10%, 20% 30% y 40% de vidrio | | | |

Tabla N° 91: Comparación del asentamiento (slump)

Como se puede observar, los antecedentes encontrados solo tienen pruebas de asentamiento con un material reciclado, ya sea vidrio o RCD, pero con ambos materiales no existe es por eso que la comparación se hizo por separado.

Comparando la investigación de W. Sánchez [55] con los datos que se obtuvo en este estudio se puede deducir que mientras más porcentaje de residuos de construcción y demolición tenga el concreto menor será el slump ya que el RCD tiene mayor absorción que un agregado natural grueso. Como se puede observar el slump que se obtuvo con el 30% de RCD fue de 2" y 1.5" mientras que en la investigación de W. Sánchez [55] el mínimo fue de 2.6" con un reemplazo del 25% de RCD por agregado grueso. También se puede deducir que mientras más grande sea el tamaño del agregado reciclado la trabajabilidad disminuirá como se puede corroborar en la investigación de S. Shahidan [12] que el asentamiento más bajo fue de 1.57" con un tamaño de RCD de 40mm; cabe mencionar que en este artículo científico se realizó con puro agregado reciclado es por eso que tiene los asentamientos más bajos de los antecedentes. Sin embargo, en la investigación de A. Shanko [13] el slump aumenta y esto se debe a que el RCD no tiene una característica angulosa como cualquier otro agregado, sino que tiene una forma redondeada, cosa que no se utilizó este agregado con tal característica en este estudio.

En el tema del concreto con vidrio molido, como se puede ver en las investigaciones de J. Almeida [9], D. Huapaya [56] y D. Peñafiel [57] podemos decir que mientras más

porcentaje de vidrio haya en el concreto mejor será la trabajabilidad. Si comparamos el concreto reciclado de este estudio con los antecedentes podemos decir que con el 15% de vidrio se tuvo un slump de 3”, 2.5” y 1.5”, pero en este caso la trabajabilidad no aumenta con el mayor porcentaje de vidrio porque este concreto también tiene otro agregado reciclado que es el RCD el cual te disminuye la trabajabilidad, es por eso que la mayor variación del slump es del concreto patrón que tiene un slump de 3” con el concreto con 15% de vidrio y 30% de RCD que tiene un slump de 1.5”.

| Propiedades del concreto en estado fresco - Peso Unitario | Mis datos (kg/m ³) | Investigación | |
|---|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| | | RCD | Vidrio molido |
| | | [55] | [57] |
| Concreto Patrón | 2346.135 | 2328 | 2396.53 |
| Concreto 5%Vidrio y 10% RCD | 2330.556 | 2310.5 | 2388.4 |
| Concreto 5%Vidrio y 20% RCD | 2315.338 | 2298.7 | 2430.35 |
| Concreto 5%Vidrio y 30% RCD | 2316.184 | 2295.5 | 2402.26 |
| Concreto 10%Vidrio y 10% RCD | 2302.657 | - | 2409.35 |
| Concreto 10%Vidrio y 20% RCD | 2301.812 | - | - |
| Concreto 10%Vidrio y 30% RCD | 2301.239 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 10% RCD | 2272.222 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 20% RCD | 2291.546 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 30% RCD | 2281.884 | - | - |
| Notas: | [55] : 5%, 15% y 25% de RCD | [57]: 10%, 20% 30% y 40% de vidrio | |

Tabla N° 92: Comparación del peso unitario del concreto en estado fresco

En relación con los pesos unitarios, vemos que en la investigación de W. Sánchez [55] disminuye conforme va aumentando los porcentajes de RCD, algo similar pasa con el concreto reciclado de este estudio; pero en la investigación de D. Peñafiel [57] el peso unitario aumenta conforme va creciendo el porcentaje de vidrio, pero la diferencia es que en este estudio las cantidades de vidrio son bajas a comparación con la investigación de D. Peñafiel [57] que tiene como máximo porcentaje un 40%.

Resistencia a la compresión del concreto

| Resistencia a la compresion del concreto f'c : 175 kg/cm2 | Mis datos (kg/cm2) | Investigacion | | | | | |
|---|------------------------------|---------------|--------|---|------------------------|---------|--------|
| | | RCD (kg/cm2) | | | Vidrio molido (kg/cm2) | | |
| | | [4] | [54] | [55] | [16] | [22] | [56] |
| Concreto Patrón | 215 | 187.33 | 248.28 | 175.5 | 220.85 | 296.905 | 485.38 |
| Concreto 5%Vidrio y 10% RCD | 216 | 175 | 221.74 | 178.8 | 216.26 | 286.69 | 548.6 |
| Concreto 5%Vidrio y 20% RCD | 213 | 167 | 197.82 | 163.76 | 221.81 | 239.68 | 548.6 |
| Concreto 5%Vidrio y 30% RCD | 225 | 142 | 184.64 | 145.78 | 235.22 | 230.395 | 550 |
| Concreto 10%Vidrio y 10% RCD | 222 | - | - | - | - | - | - |
| Concreto 10%Vidrio y 20% RCD | 251 | - | - | - | - | - | - |
| Concreto 10%Vidrio y 30% RCD | 225 | - | - | - | - | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 10% RCD | 210 | - | - | - | - | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 20% RCD | 211 | - | - | - | - | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 30% RCD | 215 | - | - | - | - | - | - |
| Notas: | [4] : 25%, 50% y 100% de RCD | | | [16] : 4%, 5% y 6% de vidrio | | | |
| | [54] :50%, 75% y 100% de RCD | | | [22]: 5%, 10% y 15% de vidrio | | | |
| | [55] : 5%, 15% y 25% de RCD | | | [56]: Se añadió 6%, 7%, 8% y 9% de vidrio | | | |

Tabla N° 93: Comparación de la resistencia a la compresión del concreto

En relación con la resistencia a la compresión, podemos observar que el porcentaje adecuado para esta investigación fue de 10% de vidrio con 20% de RCD el cual nos da un resultado de 251 kg/cm²; los demás resultados no varían mucho respecto al concreto patrón ya que el vidrio es un material que te da resistencia, pero el RCD es un material que te quita es por eso que los resultados de esta investigación no varían mucho.

Como se puede observar en la investigación de C. Reyes [4], el cual reemplaza el 25%, 50% y 100% de la piedra chancada por el RCD, la resistencia va bajando conforme aumenta el porcentaje de RCD en el concreto. De igual manera la investigación de G. Cabanillas [54] y de W. Sánchez [55] ya que su resistencia baja conforme crece el porcentaje de RCD en el concreto. Sin embargo, en el concreto con vidrio molido como se ve en la investigación de E. Hernández [16] su resistencia aumenta conforme aumenta el porcentaje de vidrio molido, cabe mencionar que en esa investigación el porcentaje fue de 4%, 5% y 6% reemplazando a la arena. De igual manera la investigación de D. Huapaya [56] su resistencia aumenta si el porcentaje de vidrio es mayor, sin embargo, en esa investigación se añadió vidrio molido sin reemplazar ningún agregado, pero el porcentaje que se añadió, que fue de 6%, 7%, 8% y 9%, fue respecto al peso del cemento. Sin embargo, en la investigación de M. García [22] su resistencia baja y eso es debido al tamaño de la partícula y a la gran cantidad de vidrio molido.

Resistencia a la tracción indirecta del concreto

| Resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ | Mis datos (kg/cm ²) | Investigación | |
|--|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| | | RCD (kg/cm ²) | Vidrio molido (kg/cm ²) |
| | | [58] | [19] |
| Concreto Patrón | 23 | 145.9 | 25.00 |
| Concreto 5%Vidrio y 10% RCD | 21 | 83.27 | 24.00 |
| Concreto 5%Vidrio y 20% RCD | 19 | 79.24 | 23.00 |
| Concreto 5%Vidrio y 30% RCD | 19 | 76.40 | - |
| Concreto 10%Vidrio y 10% RCD | 19 | 65.04 | - |
| Concreto 10%Vidrio y 20% RCD | 19 | - | - |
| Concreto 10%Vidrio y 30% RCD | 17 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 10% RCD | 16 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 20% RCD | 17 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 30% RCD | 18 | - | - |
| Notas: | [55] : 25%, 30%,40% y 50% de RCD | [19]: 3% y 5% de vidrio | |

Tabla N° 94: Comparación de la resistencia a la tracción del concreto

Viendo los resultados de esta investigación junto con los antecedentes se puede decir que para la resistencia a la tracción indirecta los resultados van de mayor a menor. Por ejemplo, en el estudio de L. Bazalar [58] se realizó un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, se reemplazó el 25%, 30%, 40% y 50% del agregado grueso con el concreto reciclado y como se puede observar la resistencia baja considerablemente. De igual manera en el estudio de L. Torres [19] que realizó un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el cual se reemplazó el 3 y 5% del agregado fino por el vidrio y también como se ve en la tabla su resistencia baja pero no con mucha diferencia ya que baja a 1 kg/cm^2 por cada variación. Se deduce que con el vidrio la resistencia a la tracción es mejor que con el RCD ya que baja muy poco. Para esta investigación el cual se juntó el vidrio con el RCD, se puede observar que el concreto patrón es el mejor resultado en este ensayo con una resistencia de 23 kg/cm^2 ; el segundo mejor resultado es reemplazando 5% de vidrio y 10% de RCD al concreto con una resistencia de 21 kg/cm^2 . Los demás resultados igual siguen bajando, pero la mayor diferencia entre resistencias es de solo 7 kg/cm^2 del concreto patrón con el concreto con 15% de vidrio y 10% de RCD; lo cual se puede decir que la resistencia a la tracción para este concreto baja pero no tan considerable gracias al vidrio.

Resistencia a la flexión del concreto

| Resistencia a la flexión del concreto f'c = 175 kg/cm ² | Mis datos (MR- kg/cm ²) | Investigación | |
|---|--|---------------------------|-------------------------------------|
| | | RCD (kg/cm ²) | Vidrio molido (kg/cm ²) |
| | | [58] | [19] |
| Concreto Patrón | 37.00 | 45.18 | 56.20 |
| Concreto 5%Vidrio y 10% RCD | 40.07 | 40.51 | 62.90 |
| Concreto 5%Vidrio y 20% RCD | 39.93 | 40.08 | 61.00 |
| Concreto 5%Vidrio y 30% RCD | 41.20 | 40.10 | - |
| Concreto 10%Vidrio y 10% RCD | 40.07 | 39.12 | - |
| Concreto 10%Vidrio y 20% RCD | 38.20 | - | - |
| Concreto 10%Vidrio y 30% RCD | 46.87 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 10% RCD | 38.73 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 20% RCD | 43.60 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 30% RCD | 35.13 | - | - |
| Notas: | [58] : 25%, 30%,40% y 50% de RCD | [19]: 3% y 5% de vidrio | |

Tabla N° 95: Comparación de la resistencia a la flexión del concreto

Con respecto al ensayo de la resistencia a la flexión del concreto, se comparó con antecedentes y se llegó a la conclusión de que el concreto con RCD y vidrio molido supera el módulo de rotura del concreto patrón. Sin embargo; en la investigación de L. Bazalar [58], que reemplazó 25%, 30%, 40% y 50% del agregado grueso con concreto triturado, el módulo de rotura al añadir concreto triturado baja respecto al concreto patrón, eso quiere decir que el RCD en el concreto va a disminuir la resistencia a la flexión, esto también dependerá de la cantidad de RCD que haya en el concreto. Sin embargo, en la investigación de L. Torres [19] que se reemplazó el 3% y 5% de agregado fino por el vidrio la resistencia a la flexión aumento para ambos porcentajes, eso quiere decir que al agregar este material reciclado la resistencia aumenta, esto también dependerá del porcentaje vidrio que se añadirá. En esta investigación que se añadió RCD y vidrio molido en diferentes porcentajes, la resistencia a la flexión aumento ya que el mejor resultado es de 46.87 kg/cm² con un porcentaje de 10% de vidrio y 30% de RCD. Se deduce que el aumento de la resistencia a la flexión es gracias al vidrio, pero el aumento de resistencia no es tan considerable y eso es gracias al RCD.

Durabilidad por abrasión al concreto

| Durabilidad por abrasión del concreto f'c = 175 kg/cm ² | Desgaste (%) | Investigación | |
|---|--------------|---------------|-------------------|
| | | RCD (%) | Vidrio molido (%) |
| | | [59] | [23] |
| Concreto Patrón | 0.46 | 0.69 | 0.70 |
| Concreto 5% Vidrio y 10% RCD | 0.27 | 0.59 | 0.57 |
| Concreto 5% Vidrio y 20% RCD | 0.16 | 0.54 | 0.57 |
| Concreto 5% Vidrio y 30% RCD | 0.15 | 0.42 | 0.45 |
| Concreto 10% Vidrio y 10% RCD | 0.19 | - | 0.53 |
| Concreto 10% Vidrio y 20% RCD | 0.70 | - | 0.42 |
| Concreto 10% Vidrio y 30% RCD | 0.69 | - | - |
| Concreto 15% Vidrio y 10% RCD | 0.41 | - | - |
| Concreto 15% Vidrio y 20% RCD | 0.81 | - | - |
| Concreto 15% Vidrio y 30% RCD | 0.36 | - | - |

Notas: [59] : 10%, 20% y 30% de RCD [23]: Resistencia de 385, 420 y 455 kg/cm² + 10% vidrio

Tabla N° 96: Comparación de la durabilidad por abrasión del concreto

Con respecto al ensayo de durabilidad por abrasión del concreto, se realizó las comparaciones y se deduce que al agregar RCD o vidrio molido, el porcentaje de desgaste baja respecto a tu concreto patrón eso quiere decir que ese concreto se desgasta mucho menos que el concreto original. Como se observa en la investigación de A. Espinoza [59], que realizó un concreto para adoquines el cual sustituyó el 10%, 20% y 30% del agregado grueso por concreto triturado, se puede observar que el porcentaje de desgaste con respecto al concreto patrón baja conforme aumenta el porcentaje de concreto triturado. Eso quiere decir que añadiendo RCD al concreto su resistencia a la abrasión es mejor que la del concreto tradicional. Algo similar pasa en la investigación de C. Córdova [23], que realizó concretos con resistencia diferentes con una adición del 10% de vidrio con respecto al cemento. Los resultados que muestra es que también el porcentaje de desgaste es menor al concreto tradicional, lo que significa que el vidrio en el concreto también ayuda mucho en la resistencia al desgaste en comparación con el concreto original. Para esta investigación pasa algo similar ya que se añadió RCD y vidrio, el porcentaje de desgaste es baja respecto al concreto patrón, lo cual significa que este concreto también resiste más al desgaste que el concreto patrón y que el mejor porcentaje fue de 0.15% que pertenece al concreto con 5% de vidrio y 30% de RCD.

Análisis económico del concreto tradicional y concreto reciclado

| Precio por m2 y m3 de concreto en vereda f'c = 175 kg/cm2 | Mis datos (S/.) | | Investigación | |
|---|-----------------|--------|---------------|--------------------|
| | | | RCD (m3) | Vidrio molido (m3) |
| | m2 | m3 | [60] | [56] |
| Concreto Patrón | 48.17 | 481.70 | 366.22 | 646.90 |
| Concreto 5%Vidrio y 10% RCD | 48.02 | 480.20 | 358.40 | 648.22 |
| Concreto 5%Vidrio y 20% RCD | 47.92 | 479.20 | 377.57 | 648.44 |
| Concreto 5%Vidrio y 30% RCD | 47.82 | 478.20 | 369.78 | 648.67 |
| Concreto 10%Vidrio y 10% RCD | 47.97 | 479.70 | 362.15 | 648.89 |
| Concreto 10%Vidrio y 20% RCD | 47.87 | 478.70 | 354.44 | - |
| Concreto 10%Vidrio y 30% RCD | 47.77 | 477.70 | 346.76 | - |
| Concreto 15%Vidrio y 10% RCD | 47.92 | 479.20 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 20% RCD | 47.82 | 478.20 | - | - |
| Concreto 15%Vidrio y 30% RCD | 47.72 | 477.20 | - | - |

Notas: [60] : 25%, 50%, 75% y 100% RCD [56]: 6%,7%, 8% y 9% de vidrio

Tabla N° 97: Comparación económica del concreto tradicional con el reciclado

Con respecto al costo del concreto se puede observar que en la investigación de J. Ayacila [60], el cual reemplazo el 25%, 50%, 75% y 100% del agregado grueso con el reciclado, el costo baja dependientemente de si utilizaste dos tipos de cemento. Esto confirma que al utilizar agregados reciclados el costo disminuirá dependiendo del porcentaje que se pueda reemplazar, ya que la máxima diferencia es de S/ 30.81 soles el cual es la comparación del concreto patrón con el concreto que se reemplazó el 100% de los agregados naturales. Cabe mencionar que se comparó el costo del concreto por m³ en esa investigación. Sin embargo, en la investigación de D. Huapaya [56] el cual se añadió el 6%, 7% 8% y 9% de vidrio en el concreto, se puede observar que el costo del concreto aumenta muy poco con respecto al concreto patrón de esa investigación ya que la máxima variación del costo es de S/ 1.99 soles. Cabe mencionar que también se comparó por cada m³ de concreto patrón como el del reciclado. Pero para esta investigación como se puede observar el costo del concreto reemplazando los agregados finos y gruesos por los agregados reciclados baja, pero insignificamente ya que la mayor variación es de S/0.45 soles en m² pero para m³ la variación es de S/ 4.5 soles. La diferencia no es tan significativa, pero sería muy rentable si se utilizara este concreto en varios m² para así notar mayor diferencia en los precios.

Discusión de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Con respecto a la IA, en esta investigación se identificó las acciones más agresivas que fueron el concreto en veredas y el concreto en uñas de veredas, estas partidas de concreto son las mayores porque causan un daño irreversible e irrecuperable en el suelo y la más perjudicial es la de veredas, al presentar mayor metrado. Cabe mencionar que todas las obras que intervienen el concreto son impactos irrecuperables [61]. La partida de excavación de zanjas con maquinaria causa casi el mismo impacto que el concreto, pero es recuperable, ya que no modifica permanentemente las propiedades del suelo. En cuanto a las acciones menos agresivas fueron la recolección del vidrio y del RCD ya que son las menos perjudiciales porque reutilizan los materiales y son recogidos del terreno, brindando una mejor imagen. En cuanto a los factores más frágiles se encuentra la calidad del suelo y la morfología, esto se debe a que está en contacto con el concreto lo cual afecta negativamente la calidad y morfología del factor suelo. Luego esta las partículas en suspensión lo cual se da por las excavaciones produciendo malestar en la zona. En cuanto a los factores menos frágiles se encuentra el material de construcción debido a que como el concreto es con agregado reciclados no produce un mismo impacto que un concreto tradicional, luego está el empleo ya que al realizarse las veredas en esta zona se producirá puestos de trabajo y finalmente está el factor comercio ya que al producirse las veredas en dicha urbanización el comercio aumentará.

Discusión de Datos Generales.

Con respecto a la discusión del objetivo general de esta investigación y viendo todos los resultados que se ha obtenido de los diferentes ensayos de compresión, tracción indirecta, flexión y durabilidad por abrasión al concreto; se confirma que los mejores porcentajes para el reemplazo de agregado fino por vidrio molido y para el agregado grueso por el concreto triturado (RCD) está entre el 10% de vidrio y el 10% y 20% de RCD. Porque en el ensayo a compresión del concreto la mayor resistencia fue de 251 kg/cm^2 que pertenece al concreto con 10% de vidrio y 20% de RCD, superando por 36 kg/cm^2 lo que equivale un 16.7% más de resistencia que el concreto patrón. Luego, en el ensayo a flexión del concreto una de las mayores resistencias fue la del concreto con 10% de vidrio y 10% de RCD con una resistencia de 40.07 kg/cm^2 , no es la mayor de este ensayo, pero con este porcentaje supera en 3.07 kg/cm^2 la resistencia al concreto patrón. En el ensayo de

durabilidad por abrasión al concreto uno de los menores porcentajes de desgaste presenta el concreto con 10% de vidrio y 10% de RCD con un 0.19%. Finalmente, en el ensayo por tracción indirecta al concreto el segundo mejor resultado de este ensayo es el concreto con 10% de vidrio y 10% de RCD con una resistencia de 19 kg/cm^2 , cabe mencionar que la diferencia con el concreto patrón es de 4 kg/cm^2 lo cual no es significativo.

Conclusiones

- ✓ Se analizó correctamente las características de los agregados naturales como el de los reciclados, se realizó el análisis granulométrico del RCD y del vidrio bajo la norma NTP 400.012 porque no existe una norma específicamente para esos materiales reciclados. Cabe mencionar que los datos más importantes de estos agregados son los pesos específicos el cual para el RCD fue de 2.318 g/cm^3 y para el vidrio molido fue de 2.484 g/cm^3 .
- ✓ El diseño de mezcla para esta investigación se realizó bajo el ACI 211, el procedimiento del diseño de mezcla se realizó correctamente y dio resultados positivos con el factor de seguridad que se tomó al inicio, igualmente se realizó la desviación estándar realizando 60 especímenes para verificar el factor de seguridad. Para la incorporación de los agregados reciclados no se hizo un nuevo diseño de mezcla ya que la variación de los pesos específicos de los agregados naturales con los agregados reciclados era insignificante.
- ✓ Se realizó todos los ensayos propuestos correctamente, para el ensayo de la resistencia a la compresión el concreto que más resistencia dio fue con el 10% de vidrio y 20% de RCD con una resistencia de 251 kg/cm^2 superando en un 16.7% la resistencia del concreto patrón. Para el ensayo de flexión el mayor resultado fue el concreto con 10% de vidrio y 30% de RCD con una resistencia de 46.87 kg/cm^2 superando en un 26% al concreto patrón. Para el ensayo de tracción indirecta la mayor resistencia fue el concreto con el 5% de vidrio y 10% de RCD con una resistencia de 21 kg/cm^2 el cual no supera al concreto patrón por 2 kg/cm^2 .

- ✓ Se realizó el ensayo de durabilidad por abrasión, guiándose de la norma ASTM C944, en el cual el porcentaje de desgaste que tuvo menos fue el del concreto con 5% de vidrio y 30% de RCD con un 0.15% de desgaste; eso quiere decir que el concreto con esos porcentajes de material reciclado es más duradero que los demás concretos con los otros porcentajes.
- ✓ Se realizó el análisis económico del concreto simple y del concreto reciclado utilizando el análisis de precios unitarios, en el cual la mayor variación fue de S/ 0.45 céntimos para cada m², pero para m³ la variación es de S/ 4.50 soles. Sin embargo, este análisis se realizó el metro cuadrado de vereda construida lo que significa que si se construye varios metros cuadrados de vereda este concreto sería viable tanto en resistencia como económicamente.
- ✓ Se realizó la Evaluación de impacto ambiental en la zona donde este estudio hace referencia que se puede realizar la construcción de veredas a la población del distrito de Pomalca. Se identificó las acciones más y menos agresivas y también los factores más y menos frágiles. También en este estudio se contempló que se realizara medidas para el manejo de residuos sólidos y peligrosos, protección de recursos naturales y consideración de la salud local.
- ✓ Los porcentajes más óptimos del diseño de mezcla para un concreto simple de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ son la del concreto con 10% de vidrio con 10% y 20% de RCD, porque con estos porcentajes se obtuvo mejores resultados que los demás concretos y superaron en resistencia al concreto patrón. A excepción del ensayo de tracción indirecta, sin embargo, en ese caso por el concreto con 10% de vidrio y 10% de RCD debido a que la diferencia con el concreto patrón es de solo 4 kg/cm^2 .

Recomendaciones

- ✓ En futuras investigaciones se recomienda utilizar aditivos plastificantes para evitar que los agregados reciclados tengan una alta capacidad de absorción del agua. Cabe indicar que estos aditivos pueden elevar el costo del concreto lo cual no sería viable para un uso en veredas.
- ✓ Se recomienda en próximas investigaciones utilizar un factor de seguridad como indica el ACI 211 en el diseño de mezcla, ya que en esta investigación se utilizó uno menor de la cual se verifico con el procedimiento de la desviación estándar y también por un gran control de calidad en el concreto, ya que en obra no se podrá utilizar dicho factor de seguridad porque las condiciones de curado no son las mismas.
- ✓ Se recomienda en futuras investigaciones tener solo dos porcentajes de reemplazo para cada agregado y aplicarlo para concretos estructurales con una mayor resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, debido a esto también se necesitará emplear otros cementos como el tipo GU y MS.
- ✓ Se recomienda a los sectores públicos y privados a basarse en investigaciones con el tema de agregados reciclados y su influencia en el sector de la construcción para así aplicarlo en obras no estructurales como en esta investigación que se puede aplicar en veredas.
- ✓ En futuras investigaciones se recomienda utilizar agregados reciclados de concreto triturado in situ, con el fin de ver como se comporta el concreto reciclado con un agregado recién demolido. Ya que al ser un material recién triturado no se necesitaría un examen químico y por ende su resistencia tienda a subir un poco mas.
- ✓ Finalmente, se recomienda en futuras investigaciones profundizar los estudios en el campo del beneficio ambiental, con el fin de poder saber que mejora ambiental nos pueda dar reutilizar dicho concreto reciclado en una obra aplicada para el beneficio de la gente.

Referencias Bibliográficas

- [1] M. V. Hernandez, Investigación sobre el manejo de residuos de construcción entre Europa, América y Colombia, Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, 2019.
- [2] D. V. M.E. Glinka, Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción y demolición, Argentina: Universidad Nacional de Nordeste, 2006.
- [3] M. B. B. L.P. Restrepo Medina, Alto Impacto ambiental en la ciudad de Medellín por parte de los residuos de construcción y demolición (RCD), Medellín, Colombia: Institución Universitaria Pascual Bravo, 2018.
- [4] C. R. Oyardo, Influencia de la aplicación de residuos de construcción en las propiedades físico-mecánicas del concreto para vías peatonales, Lima, Perú: Universidad César Vallejo, 2018.
- [5] I. B. Garay, Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao, Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.
- [6] R. T. Curo, Diagnóstico y Caracterización de los residuos de Construcción y Demolición (RCD) generados en el distrito de San José, Chiclayo, Perú: Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, 2021.
- [7] M. d. Ambiente, «Reciclaje y disposición final segura de Residuos Sólidos,» 2008.
- [8] D. P. A. Y. S. C. M.M. Marreos Saldaña, Elaboración y Comercialización de adornos artesanales en botella de vidrio para el hogar en el distrito de Surco, Lima, Perú: Universidad Tecnología del Perú, 2018.
- [9] C. T. V. J.B. Almeida Beltrán, Principios Básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones, Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica del Perú, 2017.
- [10] G. W. Tello, Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca - 2016, Huaraz, Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2016.
- [11] INEI.

- [12] M. A. S. Shaidan, Utilizacion de residuos de construccion y demolicion como agregados reciclados en concreto, *Procedia Engineering*, 2017.
- [13] S. A. Abera, Comportamiento de los materiales de hormigon que contiene aridos reciclados procedentes de residuos de construccion y demolicion, *Results in Materials*, 2022.
- [14] A. Wagih, Residuos reciclados de hormigon de construccion y demolicion como arido para hormigon estructural, *Energy Procedia*, 2012.
- [15] A.B., Estudio del efecto del vidrio reciclado en las propiedades mecanicas del hormigon reciclado, *Energy Procedia*, 2017.
- [16] J. R. M. E. Hernandez Doria, Estudio de la resistencia a la compresion del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino, Bogota, Colombia: Universidad Catolica de Colombia, 2021.
- [17] E. V. L. Y. Andrea Rojas, «Resistencia a la compresion del hormigon fabricado con escoria del horno de arco electrico y vidrio molido reciclado en sustitucion del arido grueso y fino,» *Ingenieria de construccion RIC*, vol. Vol. 36, pp. pp 342-360, Diciembre, 2021.
- [18] J. S. d. M. L. Torres de Rosso, «Impacto de la incorporacion de vidrio reciclado en la capacidad fotocatalitica de los bloques de hormigon de pavimentacion,» *Construccion and Buildings*, vol. Vol. 29, 2020.
- [19] A. O. Felipe, «Factores de emision de concretos modificados con residuos de vidrio en reemplazo de los agregados finos,» *Revista Chilena de ingenieria*, vol. Vol. 30, n° N°2, pp. pp. 368-377, 2022.
- [20] C. L. Antonio, «Efectos de variabilidad del agregado RCD en el desempeño mecanico del concreto de cemento Portland,» *RevistaMateria*, vol. Vol. 23, n° N° 1, 2018.
- [21] L. T. Rosa, Adicion de vidrio molido reciclado para mejorar las propiedades mecanicas del concreto estructural $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - 2020, Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo , 2020.
- [22] G. M. Adriano, Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresion del concreto en comparacion del concreto convencional, Tarapoto - 2020, Tarapoto: Universidad cientifica del Perú, 2020.

- [23] C. C. Sanchez, Analisis de concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adiccion para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo, Chiclayo, Perú: Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, 2018.
- [24] F. A. Castillo, Tecnologia del concreto, Lima, Perú, 2019.
- [25] T. C.A., Curso basico de tecnologia del concreto, Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingenieria, 2004.
- [26] R. L. E., Naturaleza y materiales del concreto, Lima, Perú, 2000.
- [27] NTP. 400.012, Analisis granulimetrico del agregado fino, grueso y global, Comision de reglamentos tecnicos y comerciales, 2001.
- [28] NTP. 339.185, Metodo Contenido de Humedad Total evaporable de Agregados por Secado, Comision de Normalizacion de Fiscalizacion de Barreras Comerciales no Arancelarias, 2013.
- [29] NTP. 400.017, Metodo de ensayo para determinar el peso unitario del agregado, Comision de Reglamentos Tecnicos y Comerciales, 1999.
- [30] NTP. 400.021, Metodo de ensayo normalizado para peso especifico y absorcion del agregado grueso, Comision de Reglamentos Tecnicos y comerciales, 2002.
- [31] NTP 400.022, Metodo de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso especifico) y absorcion del agregado fino, Comision de Normalizacion de Fiscalizacion de Barreras Comerciales no Arancelarias, 2013.
- [32] N. A.M, Tecnologia del concreto, Mexico: Primera edicion, 1999.
- [33] M. A. Lopez T., El mundo magico del vidrio, Mexico: Primera edicion, 1995.
- [34] M. P. A., Vidrio y productos del vidrio, Universidad de Alcalá, 2019.
- [35] F. S. J., Envejecimiento de presas por reacciones expansivas en hormigon, Universidad Politecnica de Cataluña, 2077.
- [36] R. R. Castaño J.O., «Gestion de residuos de construccion y demolicion (RCD) en bogota: perspectivas y limitantes,» *Tecnura*, vol. Vol. 17, n° N° 38, pp. pp. 121-129, 2013.
- [37] P. F. L. Bustos Pacheco C.A., «Residuos solidos de construccion y demolicion (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestion,» *Ingenieria y Desarrollo*, vol. Vol. 35, n° N°2, pp. pp. 533 - 555, 2017.

- [38] C. F. J., Gestion y tratamientos de residuos de construccion y demolicion en la municipalidad provincial de cusco, Barcelona: Universidad Politecnica de Cataluña, 2020.
- [39] C. G. N. Salazar Campojo J., Verifiacion de la caracterizacion mecanica de bloques de concreto con RCD y su aporte a la sostenibilidad en Lima Metropolitana, Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola, 2022.
- [40] L. G. F., Ventajas y usos del concreto reciclado, Universidad Militar Nueva Granada, 2015.
- [41] F. P. L.M, Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, Universidad José Carlos Mariategui, 2017.
- [42] NTP 339.035, Metodo de ensayo para la medicion del asentamiento del hormigon con el cono de Abrams, Comision de Reglamentos tecnicos y comerciales, 1999.
- [43] NTP 339.184, Metodo de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto), 2002.
- [44] NTP 339.046, Metodo de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (metodo gravimeétrico) del hormigón (concreto), 2008.
- [45] NTP 339.034, Metodo de ensayo normalizado para determinacion de la resistencia a la compresion del concreto, en muestras cilindricas, Comision de Reglamentos Tecnicos y Comerciales, 2008.
- [46] NTP 339.078, Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexion del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los puntos tercios del tramo, 2012.
- [47] NTP 339.084, Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a traccion simple del concreto, por compresion diametral de una probeta cilindrica, 2017.
- [48] ASTM C-944, Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio), 2005.
- [49] M. d. T. y. Comunicaciones, Manual de Ensayo de Materiales, 2016.
- [50] M. d. T. y. Comunicaciones, Especificaciones tecnicas generales para construccion, 2015.
- [51] Desviacion Estandar, Perú: Universidad Nacional del Callao.
- [52] A. 318, Requisitos de Reglamento para concreto estructural, 2005.

- [53] R. H. Sampieri, Metodología de la investigación, Mexico, 2014.
- [54] G. Roriguez Cabanillas, «Resistencia a la compresion del concreto $F'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado,» Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2018.
- [55] W. Sanchez Carranza, «Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el diseño de mezclas ($f'_c=175\text{kg/Cm}^2$) distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque,» Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, 2019.
- [56] D. Huapaya Tenazoa, «Uso de vidrio reciclado como adición en la elaboración de concreto $f'_c=315 \text{ kg/cm}^2$ para obras portuarias,» UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Lima, 2019.
- [57] D. Peñafiel Carrillo, «Análisis de la resistencia a la compresion del hormigon al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino,» Universidad Tecnica de Ambato, Ambato - Ecuador, 2016.
- [58] L. Bazalar La Puerta, «Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras aperticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental,» Universidad Aplicada de Ciencias Aplicadas, Lima, 2019.
- [59] A. Espinoza Taboada, «Elaboracion de adoquines de concreto destinados al transito vehicular ligero utilizando parcialmente residuos de demolicion como agregado fino y grueso,» Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2022.
- [60] J. Ayacila Tineo, «Evaluación de la influencia del agregado reciclado en la resistencia a la compresión del concreto para ser usado en elementos no estructurales, Chiclayo-2020,» Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2022.
- [61] V. Conesa, Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, Madrid: Mundi - Prensa, 2010.

Anexos

Anexo 1: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA FASE DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO «CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS CON CONCRETO RECICLADO AGREGANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE VIDRIO MOLIDO Y RCD EN LA URBANIZACIÓN MIRAFLORES – POMALCA – LAMBAYEQUE»

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe respecto al proyecto tiene como objetivo principal dar solución y definir los impactos ambientales del «**CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS CON CONCRETO RECICLADO AGREGANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE VIDRIO MOLIDO Y RCD EN LA URBANIZACIÓN MIRAFLORES – POMALCA – LAMBAYEQUE**», en la fase de construcción estableciendo las medidas de mitigación a niveles aceptables para prevenir el deterioro ambiental que podría causarse en la mencionada obra.

El proyecto que se ha evaluado se encuentra ubicado en la Urb. Miraflores, Distrito de Pomalca, Departamento de Lambayeque. Uno de los puntos de ubicación de la zona posee las siguientes coordenadas UTM; Este: -6.770960, Norte-79.770482. Dicha zona se encuentra sin veredas, por lo que genera diversas incomodidades a la población.

Para la realización de la Evaluación del Impacto Ambiental se ha detallado las normas legales que rige nuestro país, así como la Constitución Política del Perú y otras normas ambientales. Cabe indicar que con la ejecución de este proyecto se mejorará la calidad del nivel de vida de la población beneficiaria.

Se sabe que la ejecución del proyecto va a conllevar eventuales impactos tanto positivos como negativos que podrían alterar el equilibrio ambiental presente en la zona del proyecto. Es por ello, por lo que, como requisito indispensable para la elaboración de la Matriz de Leopold, se requiere una evaluación de impacto ambiental.

Dentro de este panorama, el proyecto se evaluó de acuerdo con los parámetros del medio biótico, abiótico, paisaje, material de corte, con el fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores dentro del área de influencia del proyecto, del personal encargado de la ejecución de la obra, y la protección del medio son:

- ✓ Trabajos Preliminares
 - Trazo, nivelación y replanteo

- ✓ Abastecimiento de vidrio molido
 - Recolección de vidrio con maquinaria
 - Trituración de vidrio
 - Traslado de vidrio molido
- ✓ Abastecimiento de RCD
 - Recolección de RCD con maquinaria
 - Trituración de RCD
 - Traslado de RCD
- ✓ Veredas Perimetrales
 - Movimiento de tierras: Excavación para zanja de uña de veredas con maquinaria, relleno compactado con material arena fina, relleno compactado con material afirmado y carguío y eliminación de material excedente.
 - Obras de concreto: Concreto en veredas, concreto en uña de veredas y encofrado y desencofrado en veredas.
 - Juntas asfálticas con emulsión asfáltica

LINEA DE BASE AMBIENTAL

Línea de base física: Se considera climatología, temperatura, calidad del aire, morfología, hidrología, uso actual de la tierra, calidad del agua.

Línea de base biológica: Se considera, flora, fauna.

Línea de base socioeconómica: Se considera demografía, educación, salud, instruccional local.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES

Los responsables de la gestión de los pasivos ambientales presentan el instrumento de gestión ambiental respectivo a la autoridad ambiental sectorial competente, para su evaluación y aprobación, de conformidad con lo dispuesto en la normativa sectorial y/o el reglamento del presente Decreto de Urgencia. 9.2 Una vez aprobado el instrumento de gestión ambiental, el responsable inicia las acciones para la gestión del respectivo pasivo ambiental. El pasivo ambiental identificado es:

- *La contaminación del suelo por concreto debido a la construcción de veredas.*
- *La contaminación del suelo por emulsión asfáltica debido a la construcción de juntas asfálticas.*

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se ha empleado la matriz de Leopold considerando como factores ambientales al aire, agua, suelo, flora, fauna, calidad visual, factor cultural y factor socioeconómico, factor humano. Asimismo, dentro del resultado que arrojó la matriz fue de -639.

En la fase de ejecución se identifica que las acciones más impactantes o agresivas de forma negativa son *concreto en veredas, concreto en uña de veredas y excavación de zanjas con maquinarias*, afectando de manera directa, al suelo (calidad de suelo y morfología), al aire (partículas en suspensión y emisión de gases) y además teniendo un alto valor de importancia con respecto a las acciones positivas, pues en esta fase se consideró la mitigación del impacto ambiental.

PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

La elaboración del Plan de Participación Ciudadana es la respuesta al Decreto Supremo N°002-2009-MINAN del Título IV, en el cual se normatiza la Consulta y Participación de la población para la elaboración y posterior aprobación del estudio de impacto ambiental.

Se establecerá un plan de trabajo para la comunicación y consulta con las poblaciones de los distritos ubicados en el área de influencia del Proyecto del Mejoramiento de los Servicios y dar detalles a la población como por el ejemplo, los horarios de trabajo, tiempo que dure la construcción y su plan de abandono de éste.

El Plan contiene un cronograma y los lugares donde se llevarán a cabo, teniendo en cuenta que se dará la Urb. Miraflores – Pomalca - Lambayeque.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

La generación de impactos negativos es algo inevitable en la realización de un proyecto, es por ello, que existe un plan de manejo ambiental que busca incrementar los impactos positivos y a través de mecanismos o programas prevenir los impactos negativos en la sociedad y el medio ambiente antes de mitigar.

2. OBJETIVOS DEL EIA

2.1) OBJETIVO GENERAL

Definir los impactos ambientales del «**CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS CON CONCRETO RECICLADO AGREGANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE VIDRIO MOLIDO Y RCD EN LA URBANIZACIÓN MIRAFLORES – POMALCA – LAMBAYEQUE**», en la fase de construcción estableciendo las medidas de mitigación a niveles aceptables para prevenir el deterioro ambiental que podría causarse en la mencionada obra.

3. MARCO LEGAL

Bases legales por la cual se desarrollará el EIA.

➤ Normativa general

- Constitución Política del Perú.
- Política de Estado N° 19, Desarrollo Sostenible y Gestión Ambiental.
- Política Nacional Ambiental, D.S. N° 012-2009-MINAM.
- Ley 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y Reglamento, D.S. N° 008-2005-PCM
- Ley 27446, Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental,
- Ley 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales.

➤ Normativa sobre el ambiente y los recursos naturales

- Ley General del Ambiente. Ley 28611 y sus modificatorias.
- Convenio Sobre Diversidad Biológica (CDB), Resolución N° 26181 del 11-05-1993.
- Ley N° 26821, Ley Orgánica de Aprovechamiento de los Recursos Naturales.

- Ley N° 26839 Ley de la Conservación de la Diversidad Biológica.
 - Estrategia Nacional de la Diversidad Biológica, D.S. N° 102-2001-PCM del 05-09-2001.
 - La Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
 - La Ley N° 27308, Ley Forestal y de Fauna Silvestre.
 - D.L. N° 1085 Ley que crea el organismo de supervisión de los recursos forestales de fauna silvestre.
- **Normativa sobre seguridad e higiene**
- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, D.S. 009-2005-TR.
- **Normativa sobre límites máximos permisibles y estándares de calidad**
- Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental para Aire, D.S. N° 074-2001 PCM y D.S. 003-2008-MINAM.
 - Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua, D. S. N° 002-2008- MINAM.
 - Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM.
 - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, D. S. N° 085-2003-PCM).
- **Normativa sobre salud**
- LEY N° 26842, Ley General de Salud.
 - Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos
 - Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, D.S. N° 057 del 24-07-2004 y D.S. N° 022 -2020

- Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, Decreto Supremo N° 021-2008-MTC.

➤ **Normativa sobre patrimonio cultural**

- Ley No. 28296, Ley General de Patrimonio Cultural.
- Reglamento de Investigaciones Arqueológicas, R.S. No. 004-2000-ED.
- Delitos Contra el Patrimonio Cultural, Decreto Legislativo No. 635.

➤ **Sobre participación ciudadana**

- Aprueban reglamento sobre transparencia, acceso a la información pública ambiental y participación y consulta ciudadana en asuntos ambientales, Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM.

➤ **Normativa regional y local**

- Ley N° 27902: Ley que modifica la ley orgánica de Gobiernos Regionales N° 27867.
- Ordenanza Regional N° 026-2003-GR.LAMB.-CR. Crean Sistema Regional de Gestión Ambiental para la Región Lambayeque.
- Reglamento del Sistema Regional de Gestión Ambiental que fuera aprobado con el Decreto Regional N° 004-2006.

4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO

4.1 Antecedentes

La Municipalidad Provincial de Chiclayo, en las últimas décadas se ha enfocado a dar mejor solución y servicio a la ciudadanía incrementando veredas con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los pobladores.

La Urbanización Miraflores no presenta veredas, por la cual la población presenta dificultades en su tránsito y enfermedades respiratorias. Es por ello que es urgente la necesidad de mejorar el sistema de pavimentación en la zona para así mejorar la calidad de

vida de la población.

Ante esta situación la Municipalidad Distrital de Pimentel propone el proyecto: «CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS CON CONCRETO RECICLADO AGREGANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE VIDRIO MOLIDO Y RCD EN LA URBANIZACIÓN MIRAFLORES – POMALCA – LAMBAYEQUE», el cual tiene por finalidad Mejorar y/o Construir Veredas.

4.2 Ubicación política y geográfica

La localidad en estudio se encuentra situado en la costa norte peruana, a una distancia de 1.6 km del Distrito de Pomalca. La Urbanización Miraflores, se ubica al norte de la localidad de Pomalca, de la provincia de Chiclayo.



Figura N°69: Ubicación del departamento de Lambayeque



Figura N°70: Ubicación de la provincia de Chiclayo

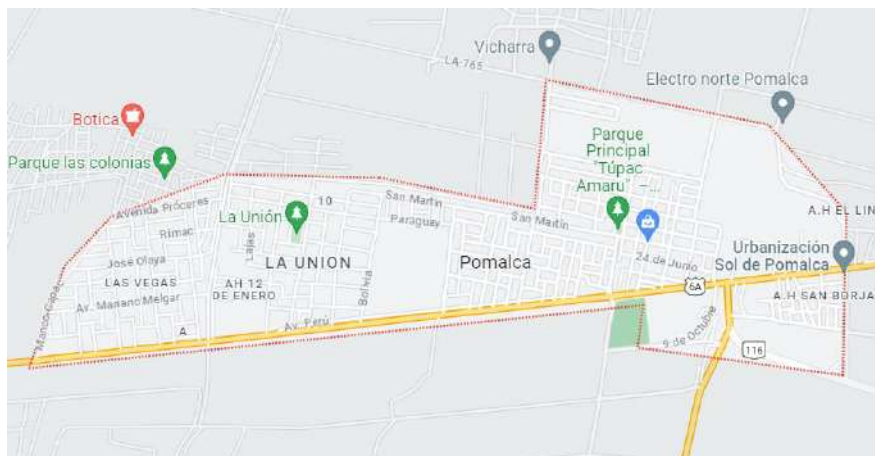


Figura N°71: Ubicación de Pomalca



Figura N°72: Ubicación de la Urb. Miraflores

En cuanto a la extensión territorial, la localización del proyecto se limita a la región Lambayeque, provincia de Chiclayo, que está ubicada en la costa del Océano Pacífico.

Los límites de la Urbanización Miraflores son:

- Por el Norte : limita con la Urbanización Sol de Pomalca.
- Por el Sur: limita con el Fundo Carlos Virginia.
- Por el Este : limita con el I.E. San Vicente de Paúl.
- Por el Oeste: limita con la Municipalidad Distrital de Pomalca.

Área Habilitada

| Año | Área Habilitada (Ha) |
|------------|---------------------------------|
| 2023 | 210 |

4.3 Características actuales

- ***Servicios existentes***

Telefonía. - Existe cobertura las 24 horas del día.

Energía eléctrica. - Cuenta con un servicio de energía eléctrica durante las 24 horas del día.

El suministro tiene red de alta tensión y cableado domiciliario aéreo.

Estaciones de radio. - No existen estaciones de radio locales, pero se captan perfectamente las estaciones de Chiclayo y Pimentel.

Canales de televisión. - Los canales que se sintonizan son los de Chiclayo y Lima.

Centros Policiales. - Solo existe una delegación de la Policía Nacional del Perú (PNP) para todo el Distrito de Pomalca.

Sistema de agua potable. – Existe un sistema automatizado de provisión y control de agua potable, así como un sistema de redes de distribución de agua potable.

Sistema de alcantarillado. – Presenta actualmente sistema de alcantarillado.

- ***Pavimentación***

Veredas. – La zona de estudio del proyecto no presenta actualmente veredas que permitan el paso distinguido de los peatones, por lo que se encontrarían en peligro al circular por el mismo espacio con los vehículos.

Pistas. – La zona de estudio del proyecto no presenta actualmente vías pavimentadas, tan solo trochas.

4.4 Características técnicas del proyecto

El proyecto contempla la Construcción de Veredas en todas las vías de la zona donde se ha focalizado el estudio geotécnico, a una profundidad promedio de 0.40 m o de lo contrario el proyectista será quien elegirá la profundidad de enterramiento de las veredas, siempre y cuando sea la más adecuada para el tipo de suelo existente en la zona donde se ha practicado el estudio. Esta trata de una obra con fines de tránsito básico, como son los servicios de

veredas, estas serán construidas a base de concreto convencional con reemplazos parciales de vidrio molido y RCD como agregados.

- ***Soluciones planteadas en el proyecto***

❖ **Abastecimiento de adiciones**

- Abastecimiento de vidrio molido.
- Abastecimiento de RCD.

❖ **Veredas**

- Concreto en veredas de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $e = 10 \text{ cm}$.
- Concreto en uña de veredas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $h = 15 \text{ cm}$.

4.5 Descripción de las actividades del proyecto

Las Partidas que comprende el Expediente Técnico son:

- **Trabajos Preliminares**
 - ✓ Trazo, nivelación y replanteo.
- **Abastecimiento de vidrio molido**
 - ✓ Recolección de vidrio molido con maquinaria.
 - ✓ Trituración de vidrio molido.
 - ✓ Traslado de vidrio molido.
- **Abastecimiento de RCD**
 - ✓ Recolección de RCD con maquinaria.
 - ✓ Trituración de RCD.
 - ✓ Traslado de RCD.
- **Veredas perimetrales**
 - ✓ Movimiento de tierras.
 - ✓ Obras de concreto.
 - ✓ Juntas asfálticas con emulsión asfáltica.

4.6 Requerimientos de mano de obra

Para que la ejecución del proyecto se desarrolle adecuadamente y eficiente, se requerirá de mano de obra calificada y no calificada.

Mano de obra calificada: Está compuesta por ingenieros, arquitecto, maestro de obra, operarios, oficiales (albañiles, gasfiteros, operadores de maquinaria pesada, etc).

Mano de obra no calificada: Está compuesta por peones que serán de la zona local donde se llevará a cabo el proyecto.

4.7 Cronograma de ejecución

La Obra se ejecutará en un plazo de 90 días calendarios (03 Meses), cuyo plazo empezará a regir después que la Entidad haya cumplido con todos los requisitos estipulados en la Ley de Contrataciones del Estado

5. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El área de influencia de un proyecto es la delimitación de un territorio o zona de estudio, la cual, está constituida por factores ambientales como la flora, fauna, poblaciones, suelo, agua, etc. Estos factores ambientales tienden a ser afectados positiva o negativamente ante la ejecución y funcionamiento de una determinada obra o proyecto.

Para definir y delimitar el área de influencia del proyecto, se tendrá que identificar aspectos ambientales dentro de estos se encuentran los físicos, biológicos, socioeconómicos y arqueológicos más notables, pertenecientes a nuestra zona de estudio, las cuales tiendan a recibir impactos ambientales a causa del proyecto a realizar.

Teniendo en cuenta la magnitud e intensidad del impacto ambiental, el área de influencia del proyecto estará conformada por dos categorías, la directa e indirecta.





5.1 Área de influencia directa

El área de influencia directa es aquella zona en donde los impactos ambientales se producirán de forma inmediata y tendrán intensidades notables, afectando a los aspectos ambientales físicos, biológicos y socioeconómicos durante las etapas de construcción del proyecto de veredas. Esta área ubicada en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, posee un área aproximada de 78,253 m² y un perímetro de 1,303 m la cual se obtuvo por medio de Google Earth.



Figura N°73: Área de influencia directa del AH Sagrado Corazón

| Área | Perímetro |
|---------|-----------|
| 7.83 ha | 1303 m |

| Calle | Nombre |
|---|---------------------------|
|  | Calle Los Sauces |
|  | Carretera Pomalca – Tumán |
|  | Avenida Los Ceibos |
|  | Carretera Sipán |

5.2 Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta es aquella zona en donde los efectos y alteraciones en los factores ambientales son de menor intensidad y pueden ser positivos o negativos. Con respecto a la zona indirecta del proyecto de veredas de la Urbanización Miraflores, producirá alteraciones en los paisajes, flora, fauna y poblaciones urbanas cercanas.



Figura N°74: Área de influencia indirecta de la Urb. Miraflores

| Tipo área | Medición |
|--------------------------------|----------|
| Área de influencia indirecta 1 | 2.30 ha |
| Área de influencia indirecta 2 | 9.10 ha |
| Área de influencia indirecta 3 | 4.27 ha |

6. LINEA BASE AMBIENTAL

6.1 LINEA BASE FÍSICA

Climatología

El clima en la franja costera es del tipo desértico subtropical, templado durante las estaciones de primavera, otoño e invierno y caluroso en épocas de verano.

Temperatura

Presenta temperaturas máximas promedio anuales de 25.8 °C y mínimas anuales de 17.9 °C, registradas en la estación de Lambayeque

Calidad del aire

La calidad del aire de la ciudad de Chiclayo se considera satisfactoria y la contaminación atmosférica representa un riesgo escaso o nulo.

Morfología

Las formaciones existentes incluyen extensas áreas costeras destacadas por pampas aluviales y dunas cercanas a la costa. Las cordilleras Occidentales forman una cuenca, la parte más alta de la cual es una superficie ondulada de unos 4000 m.s.n.m, profundamente atravesada por ríos cortos y pequeños arroyos que desembocan en el Océano Pacífico. Las pampas conforman gran parte de la provincia de Lambayeque. En las pampas irrigadas deshumanizadas se pueden observar dunas barcanas o en forma de media luna de varios tamaños. Muchos de ellos están cubiertos de algarrobos y nogales, por ejemplo, entre Chiclayo y Lambayeque. En la pampa aparecen formaciones rocosas conocidas como Mount Isles, características de formaciones como el cerro Pumpurre a 1, 200 mts. Cerca de olmos, Terpán al Este de Jayanca y Alumbral 1, 533 mts. al Este de Chiclayo.

Hidrología

El sistema hidrológico de la provincia está compuesto por ríos fluviales que nacen en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes y desembocan en el Océano Pacífico. Los ríos de la vertiente del Pacífico tienen un caudal irregular durante todo el año; en invierno son pocos, pero en verano su caudal aumenta notablemente debido a las abundantes precipitaciones. Ante la presencia del Fenómeno El Niño, los ríos Chancay, Zaña y Reque, aumentan su caudal, llevando gran cantidad de agua y originando inundaciones.

Uso actual de la tierra

Las diferentes formas de uso del suelo en la provincia de Lambayeque están orientadas al autoconsumo y la prosperidad económica, con énfasis en la agricultura. La tierra también se utiliza para fines forestales, agrícolas y urbanos. Sin embargo, también tiene terrenos baldíos debido a la alta salubridad y áreas peludas cubiertas de vegetación.

Calidad del agua

El agua pasa por un proceso de desinfección realizada con cloro líquido que permite la eliminación completa de los gérmenes patógenos aun presentes en el agua, garantizando la potabilización y la obtención de un agua tratada de buena calidad «Apta para el Consumo Humano»

En esta zona, la gente obtiene agua a través de una pileta, ya que aún no cuentan con conexiones domiciliarias, por esa misma razón es que se está realizando esta obra para que las personas puedan contar con el servicio de agua.

6.2 LINEA BASE BIOLÓGICA

Flora

En la zona donde se encuentra el proyecto hay poca vegetación natural y áreas verdes ya que, solo hay 1 parque en mal estado cercano al proyecto y además hay pocas viviendas con jardines. Esta vegetación no desempeña un papel importante para el ambiente urbano, ya que, no le brinda a la población un microclima agradable. Esta poca vegetación durante el proceso constructivo del proyecto se verá afectada su calidad ambiental a causa de suspensión de partículas en la atmósfera, por la desinfección de áreas, por los cambios en el suelo al realizar excavación y en algunos casos la eliminación de estas, por lo cual se deben tomar las medidas necesarias para evitar dispersión de polvo.

Las plantas que se serán afectada por la obra son:

- El molle
- Plantas ornamentales: geranio, planta maracuyá, flores, azucena.



Figura N°75: Jardines aledaños a los predios obtenido por Google Earth



Figura N°76: Jardines cercanos a los predios obtenido por Google Earth

Fauna

La fauna por esta zona incluye a los animales domésticos de algunas personas que viven por la localidad tales como: perros, gatos. Así como también algunos insectos que hay a causa de la flora que hay por esa zona tales como: libélula, zancudos, moscas.

6.3 LINEA BASE SOCIOECONOMICA

Demografía

La Población actual directamente beneficiada es el Centro Poblado Sagrado Corazón de Jesús del Distrito de Pimentel haciendo un total de 258.00 Habitantes en promedio por el número de lotes de los cuales se deduce que en la actualidad según visitas de campo se ha podido constatar que aproximadamente estos lotes se encuentran habitados, la Tasa de Crecimiento de la población asumida es de 1.03%, con una densidad de 4.3 habitantes por vivienda.

Se ha utilizado la siguiente fórmula para la proyección de la población:

$$Pf = Po (1 + t)^n$$

Donde:

Pf =Población Futura

Po = Población Actual

T= Tasa de Crecimiento

n=Número de años de proyección

El número de habitantes se aprecia en el cuadro siguiente:

Cuadro N.º 01
CRECIMIENTO POBLACIONAL
Urbanización Miraflores

| | | |
|-------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| LOCALIDAD/ASENTAMIENTO | URB. MIRAFLORES | |
| DISTRITO: | POMALCA | |
| PROVINCIA: | CHICLAYO | |
| REGIÓN: | LAMBAYEQUE | |
| Datos de Base Localidad | | |
| Año base | 2023 | |
| Nº viviendas | 44 | |
| año base | | |
| Pob. año base | 210 | |
| Densidad | 2.68 (hab./ha) | $P_d = P_i * (1 + \frac{r * t}{100})$ |
| Poblacional | | |
| Datos Proyecciones | | |
| Tasa de | 1.03% | |
| Crecimiento | | |
| Horizonte de | 20 | |
| Evaluación | | |

| N° | AÑO | PROY. POBLACIONAL | PROY. VIVIENDAS |
|-------------|------------|------------------------------|----------------------------|
| Base | 2023 | 210 | 44 |
| 0 | 2024 | 210 | 44 |
| 1 | 2025 | 212 | 44 |
| 2 | 2026 | 214 | 45 |
| 3 | 2027 | 216 | 45 |
| 4 | 2028 | 218 | 46 |
| 5 | 2029 | 220 | 46 |
| 6 | 2030 | 222 | 47 |
| 7 | 2031 | 224 | 47 |
| 8 | 2032 | 226 | 48 |
| 9 | 2033 | 228 | 48 |
| 10 | 2034 | 230 | 49 |
| 11 | 2035 | 232 | 49 |
| 12 | 2036 | 234 | 50 |
| 13 | 2037 | 236 | 50 |
| 14 | 2038 | 238 | 51 |
| 15 | 2039 | 240 | 51 |
| 16 | 2040 | 242 | 52 |
| 17 | 2041 | 244 | 52 |
| 18 | 2042 | 247 | 53 |
| 19 | 2043 | 250 | 53 |
| 20 | 2044 | 253 | 54 |

DATOS

| | |
|---------------------------------|-------|
| N° viviendas | 44 |
| Lotes Ocupados | 85% |
| Densidad Poblacional | 4.77 |
| (Hab./Viv.) | |
| Población Actual | 210 |
| Tasa de crecimiento poblacional | 1.03% |
| Periodo de diseño | 20 |
| Población futura | 253 |
| Porcentaje de Perdidas | 20% |
| Aporte de aguas residuales | 80% |

Educación

En la zona de estudio donde se ubica el proyecto que pertenece al distrito de Pomalca, ha presentado un gran avance en el nivel educativo, ya que, según la UGEL, a cargo de la educación de Lambayeque, ha contado con un total de 304 781 alumnos matriculados tanto en escuelas privadas como nacionales, de los cuales 193 320 alumnos pertenecen solo al distrito de Chiclayo matriculados en educación inicial, primaria y secundaria, por otra parte también aumentan la cantidad de alumnos que pasan a educación superior, sin embargo, a causa del Covid-19, según Minedu se ha dado una deserción de 230 000 estudiantes a causa de la falta de recursos económicos de las personas.

Tabla 2: Matrícula por nivel educativo, tipo de gestión y por UGEL

| LAMBAYEQUE | TIPO DE UGEL | Matrícula | | | | | |
|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Inicial | | Primaria | | Secundaria | |
| | | Público | Privada | Pública | Privada | Pública | Privada |
| Chiclayo | A | 22,436 | 18,814 | 56,011 | 30,107 | 39,985 | 25,967 |
| Ferreñafe | GH | 5,971 | 865 | 13,413 | 1,130 | 7,911 | 982 |
| Lambayeque | E | 13,487 | 3,401 | 34,628 | 4,650 | 21,734 | 3,289 |
| TOTAL | | 41,894 | 23,080 | 104,052 | 35,887 | 69,630 | 30,238 |

Figura N°77: Matrícula por nivel educativo, tipo de gestión y por UGEL Earth

SALUD

Se recomendó fortalecer el Comando COVID-19 que se ha conformado en la región Lambayeque, debe incorporar a representantes de la sociedad civil a fin de articular mayores esfuerzos en la lucha contra el coronavirus en la región. Asimismo, es necesario que el Comando COVID-19-Lambayeque informe a la población de manera permanente sobre las medidas y acciones realizadas y sobre la situación epidemiológica de la región.

Insuficientes profesionales de la salud en los establecimientos o Centros de Salud de los distritos como Mórrope, Jayanca, Pueblo Nuevo, Monsefú, Chiclayo, José Leonardo Ortiz, Ferreñafe, etc. para prevenir y dar seguimiento a pacientes con COVID19. Se requiere reforzar y garantizar equipos de protección personal (EPP) a los trabajadores

de salud que están en primera línea de atención a pacientes con coronavirus. Asimismo, es importante garantizar medidas de protección al personal de limpieza de las municipalidades a fin de salvaguardar su salud.

Se recomienda reforzar y mejorar la vigilancia epidemiológica comunal y el seguimiento de los pacientes con COVID-19 que se encuentran en sus domicilios en los distintos distritos de la región

7. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES

En el Ámbito de Influencia Directa, en el proyecto “Construcción de veredas con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD en la Urbanización Miraflores – Pomalca – Lambayeque”, se han identificado 2 pasivos ambientales principalmente considerando a la calidad del suelo de la zona.

La identificación, evaluación, justificación de la importancia y clasificación de los pasivos ambientales, se ha realizado de acuerdo a lo dispuesto en el Decreto de Urgencia 022-2020 en el Artículo 6.- “Identificación de los pasivos ambientales” nos detalla en el inciso 9.1 Los responsables de la gestión de los pasivos ambientales presentan el instrumento de gestión ambiental respectivo a la autoridad ambiental sectorial competente, para su evaluación y aprobación, de conformidad con lo dispuesto en la normativa sectorial y/o el reglamento del presente Decreto de Urgencia. 9.2 Una vez aprobado el instrumento de gestión ambiental, el responsable inicia las acciones para la gestión del respectivo pasivo ambiental. Los pasivos ambientales identificados son:

- *La contaminación del suelo por concreto debido a la construcción de veredas.*
- *La contaminación del suelo por emulsión asfáltica debido a la construcción de juntas asfálticas.*

8. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El análisis que sigue considera los elementos o componentes del entorno natural y las actividades del proyecto, donde los primeros son susceptibles de ser afectados y los últimos tienen el potencial de generar impactos. El objetivo es identificar dichos impactos y proceder a su evaluación y descripción detallada.

Con la finalidad del poder identificar y evaluar los diferentes impactos ambientales producidos solo por la fase de construcción del proyecto “**CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS CON**

CONCRETO RECICLADO AGREGANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE VIDRIO MOLIDO Y RCD EN LA URBANIZACIÓN MIRAFLORES – POMALCA – LAMBAYEQUE” incidiendo sobre el ambiente natural, social, económico y cultural de su entorno, se ha establecido de manera esquemática, la presentación de la matriz Causa – Efecto, con la finalidad que se identifiquen los impactos en las etapas que se presenten, posteriormente la calificación de dichos impactos y finalmente se presentará la evaluación y descripción de los impactos significativos obtenidos de la evaluación; durante las fases de construcción y ejecución. Los diferentes impactos socio - ambientales identificados han sido definidos mediante la Matriz de Leopold, donde se relaciona la interacción de los componentes ambientales (suelo, aire, agua, lora, fauna) y socioeconómicos con las actividades y las áreas auxiliares.

8.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En esta esta etapa se identifica y evalúa los impactos ambientales potenciales al medio ambiente del área de influencia de la “Construcción de veredas con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD en la Urbanización Miraflores – Pomalca – Lambayeque”, en consecuencia, a las actividades que se desarrollan durante la fase de construcción. La metodología empleada es sustentada en base a las acciones identificadas (Ver tabla N° 1), factores que puedan estar susceptibles a ser afectados (Ver tabla N°2), actividades con potencial a causar impacto (Ver tabla N°3 y N°4), y una identificación de matriz donde hay impacto positivo, negativo y no existe impacto (Ver tabla N°4). Se han considerado dependiendo su etapa de desarrollo las actividades más importantes, las cuales se presentan a continuación:

| ETAPA | FACTORES |
|--------------------------|--|
| Fase construcción | *Limpieza y deforestación. |
| | *Excavaciones de zanjas para alcantarillado y sistema de agua. |
| | *Concreto para veredas y ña de veredas. |
| | * Juntas asfálticas |

Tabla N°1: Actividades con potencial de causar impacto

8.1.1) COMPONENTES DEL AMBIENTE POTENCIALMENTE AFECTABLES:

Son aquellos factores o componentes ambientales que pueden ser afectados durante el desarrollo de las actividades en sus diferentes etapas de construcción.

| MEDIO | FACTORES |
|---------------|-----------------------|
| FÍSICO | Aire |
| | Agua |
| | Suelo |
| BIOLÓGICOS | Flora |
| | Fauna |
| | Calidad visual |
| | Factor Humano |
| SOCIAL | Factor socioeconómico |
| SOCIOCULTURAL | Factor sociocultural |

Tabla N°2: Factores con potencial a ser afectados

8.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS

8.2.1) IMPACTOS AL MEDIO FÍSICO:

a) *Possible contaminación al aire*

- **Emisión de Gases:** Al hacer uso de maquinaria para los diferentes trabajos de la obra, ya sea limpieza de terreno, excavaciones, compactación y la construcción de las diferentes estructuras se puede generar un nivel de emisiones de gas elevado, afectando al medio ambiente y a los trabajadores presentes ya que dicha actividad producirá un impacto negativo en el aire.
- **Partículas en Suspensión:** Al realizar trabajos de excavaciones, limpieza, donde hay un gran movimiento de tierra se genera la aparición de pequeñas partículas de polvo que pueden quedarse suspendidas en el aire afectando a todo el personal presentes en el proyecto debido al cambio de las condiciones iniciales en

el aire, por lo que existe un posible impacto que podría generar problemas respiratorios, oculares, así como alérgicos a dichas personas.

- **Efluvios:** En este proceso para las juntas asfálticas, la emulsión asfáltica genera olores fuertes.
- **Nivel de Ruido:** Cuando se hace uso de maquinaria pesada para los trabajos de limpieza de terreno, excavaciones y otras maquinarias para la construcción de las diferentes estructuras junto a la trituración, se puede generar un nivel de ruido elevado, afectando las condiciones de ruido en las que se encuentra el terreno, así también puede afectar la salud de los trabajadores al estar expuestos a altos niveles de ruido.

b) Posible contaminación al agua

- **Agua de Escorrentía Subterránea:** Debido a las excavaciones dada y más partidas, se puede observar que por ese gran volumen no vaya a transcurrir el agua hasta la superficie subterránea, imposibilitando el ciclo hidrológico del agua.

c) Posible contaminación al suelo

- **Morfología:** Cuando se realizan las excavaciones, relleno, nivelación, compactación, hasta la eliminación de terreno se puede apreciar la textura del suelo va a cambiar la forma, donde podemos distinguir diferentes tipos de suelos, ya sea arena, arcilla o limos. Estos procesos generan la pérdida en su morfología que presentaba inicialmente el terreno modificando las características del suelo en relación con el paisaje.
- **Material de construcción:** Durante todo el proceso constructivo se emplea material propio para cama de apoyo, rellenos entre otros. Además, se toma en cuenta el vidrio molido y RCD.
- **Erosión:** En esta etapa para la eliminación del material excedente, así como en el flete, la maquinaria puede producir que principalmente la parte superficial se pierden muchas propiedades del terreno una de ellas la más rica en nutrientes, también debido a los efectos del exceso de sedimentos que desembocan en las vías fluviales generan un gran impacto negativo al suelo.
- **Calidad de Suelo:** Debido a acciones como las excavaciones y concreto, hacen que la calidad del suelo se pierda y, por ende, puede hasta perder la estabilidad de terrenos colindantes dependiente a la altura de excavación dada.

- **Permeabilidad:** En este proceso la permeabilidad es la cualidad que le permite transmitir a través de él, el agua o el aire que se encuentra en el suelo o concreto, permitiendo que vuelva inestable al suelo, como sería el caso en la costa generando un impacto negativo al medio ambiente.

8.2.2) IMPACTOS AL MEDIO BIOLÓGICO:

a) Posible disminución de flora

- **Maleza, árboles y arbustos:** Durante el inicio de obra la deforestación, en las acciones de excavaciones de la zona generara una posible pérdida de vegetación, en su mayoría arbustos y en menor cantidad árboles generando un impacto negativo.

b) Posible disminución de fauna

- **Insectos y Animales Terrestres:** La disminución de la flora resultará en la pérdida del hábitat de varias especies que residen en la zona, especialmente insectos, los cuales deberán buscar un área con características similares para establecerse. Además, el ruido generado por las actividades de trabajo y el uso de maquinaria pesada puede espantar a las especies que habitan en el área, como los perros, generando un impacto negativo en el ecosistema local.

c) Posible disminución de calidad visual

- **Espacio Abierto:** Al realizar trabajos del proyecto, o las partidas, todas serán al aire libre, afectando a las actividades que normalmente se solían hacer ahí y haciendo que no quede más espacio abierto de lo que antes había.
- **Paisaje Urbano:** La realización de trabajos de eliminación de vegetación y la posible pérdida de fauna y especies que habitan en el área resultarán en un impacto que conllevará a una reducción del paisaje característico de la zona. El movimiento de tierras durante la construcción modificará de manera moderada el paisaje natural, alterando el relieve y las características visuales del entorno.

8.2.3) IMPACTOS AL MEDIO SOCIAL:

a) Posible afectación al factor socioeconómico

- **Empleo:** La etapa de construcción requerirá una considerable cantidad de trabajadores, lo que representa una oportunidad de empleo significativa para los habitantes de la localidad. Esto se considera un impacto positivo en términos de generación de empleo y beneficios económicos para la comunidad local.
- **Transporte:** Debido al proyecto y de que este mismo se encuentre en un lugar público, hará que imposibilite el transporte en donde se solía realizar, haciendo que se disminuya este tipo de sector y cayendo en un impacto negativo.
- **Valorización del Espacio Urbano Colindante:** Durante el proceso constructivo, al brindarle veredas, la zona tendrá mayor valor económico y, por ende, las viviendas que se encuentren cerca de ellas.
- **Comercio:** Durante el tiempo de ejecución de la obra, se generará muchos trabajos y uno de ellos es el comercio, ya que permitirá a los pobladores de la zona ofrecer sus productos o alimentos a todos los trabajadores de dicha obra y esto es un impacto positivo ya que estaría generando un ingreso más a todas las personas que aprovechen esta oportunidad. Además, se tendrá un empleo extra por las adiciones de vidrio molido y RCD.
- **Utilización Momentánea de Vías:** Para esta obra, al igual que en transporte, se estará imposibilitando el uso de las vías en donde se encuentren veredas, haciendo que no sean utilizadas.

b) Posible afectación al factor cultural

- **Calidad de Vida:** Mediante las actividades que se realizaran durante la obra podrían generar una mejor calidad de vida en los habitantes de la zona, debido a que se contará con veredas, generando un impacto positivo.
- **Salud y Seguridad:** Durante la etapa de construcción, es importante reconocer que existen riesgos potenciales para la salud de los trabajadores debido a diversas actividades. Estos riesgos incluyen la exposición a altos niveles de polvo, ruido, el manejo de maquinaria pesada, entre otros factores.

8.3. MATRIZ DE CONVERGENCIA

La Matriz de Convergencia, permite identificar, en que sectores de la vía se desarrollarán las actividades del proyecto, los impactos ambientales que se presentarán por sectores del tramo y la intensidad de los mismos, diferenciando su naturaleza, es decir, si son positivos o negativos.

Antes de realizar la matriz de Leopold, de la manera magnitud/importancia, se tiene que elaborar una matriz en donde podamos identificar los impactos, sean positivos o negativos. Aquí, se podrá definir qué es lo que hace la acción hacia determinado factor, si es positivo, se tendrá que poner el casillero de color verde y si es, por el contrario, negativo, será de color rojo. Sin embargo, existen aquellas acciones que no realizan ningún impacto a un factor en específico, a ese tipo, se le dejará la casilla en blanco.

Esto podrá ayudar a identificar parcialmente cuáles son esas acciones que causan un impacto, para que luego, se le designe una magnitud e importancia, dependiendo a lo que cause en él. Es el punto en donde se partió para realizar la Matriz de Leopold y analizar, a primera instancia, cuál sería la acción que cause más agresividad a los factores.




| LEYENDA  Impacto Positivo  Impacto Negativo  No hay impacto | | ACCIONES | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|---|---|---|---|--|---|---|
| | | FASE CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| | | TRABAJOS PRELIMINARES | ABASTECIMIENTO DE VIDRIO MOLIDO | | | ABASTECIMIENTO DE RCD | | | VEREDAS PERIMETRALES | | | | OBRAS DE CONCRETO | | | JUNTAS ASFÁLTICAS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA |
| | | | TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO | RECOLECCIÓN DE VIDRIO CON MAQUINARIA | TRITURACIÓN DE VIDRIO | TRASLADO DE VIDRIO MOLIDO | RECOLECCIÓN DE RCD CON MAQUINARIA | TRITURACIÓN DE RCD | TRASLADO DE RCD | EXCAVACIÓN PARA ZANJA DE UNA DE VEREDA CON MAQUINARIA | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL ARENA FINA (e = 0.10 m) | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL AFIRMADO (e = 0.10 m) | CARGUJO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE | CONCRETO EN UNA DE VEREDAS Fc = 175 kg/cm2, e = 10 cm (ACABADO PULIDO) | CONCRETO EN UNA DE VEREDAS Fc = 175 kg/cm2, h = 15 cm | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS (ACABADO CARAVISTA) |
| FACTORES AMBIENTALES | AIRE | | | | | | | | | | | | | | | |
| | EMISIÓN DE GASES | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| | EFLUVIOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| | NIVEL DE RUIDO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | AGUA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CALIDAD DE AGUA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | AGUA DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| | AGUA ESCORRENTÍA SUBTERRÁNEA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SUELO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MORFOLOGÍA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| | EROSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CALIDAD DE SUELO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PERMEABILIDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| | FLORA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MALEZA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ÁRBOLES | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ARBUSTOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| | FAUNA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | INSECTOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ANIMALES TERESTRES | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CALIDAD VISUAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ESPACIO ABIERTO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PAISAJE URBANO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | FACTOR SOCIOECONÓMICO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | EMPLEO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TRANSPORTE | | | | | | | | | | | | | | | |
| | VALORIZACIÓN DEL ESPACIO URBANO COLINDANTE | | | | | | | | | | | | | | | |
| | COMERCIO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | UTILIZACIÓN MOMENTÁNEA DE VÍAS | | | | | | | | | | | | | | | |
| | FACTOR CULTURAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CALIDAD DE VIDA | | | | | | | | | | | | | | | |
| SALUD Y SEGURIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura N°78: Matriz de Convergencia

8.4. MATRIZ DE LEOPOLD

Consiste en un cuadro de doble entrada - matriz - en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos. Esta matriz sistematizada la relación entre las acciones a implementar en la ejecución de un proyecto y su posible efecto en factores ambientales.

Ya establecidas las partidas más perjudiciales y los factores más afectados, se proseguirá a identificar la partida o acción más agresiva, con el fin de colocar el mayor valor de magnitud e importancia y partir desde ahí para el resto de la matriz, así evitando complicaciones como quedarse sin valores, al sobrepasar el máximo. En total, se tienen las siguientes partidas:

| Partidas más agresivas | |
|-------------------------------|--|
| Movimiento de tierras | Excavación para zanja de uña de vereda con maquinaria |
| Obras de concreto | Concreto en veredas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, e = 10 cm (acabado pulido) |
| | Concreto en uña de veredas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, h = 15 cm |

Tabla N°3: Partidas más agresivas

De las 3 partidas, se tendrá que realizar una jerarquía para así determinar la acción más agresiva. Como no todas conllevan a un impacto irrecuperable, solo las de concreto, estas se tendrán que discriminar según su volumen, de la siguiente manera:

- **Obras de concreto**

- ✓ Concreto en veredas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, e = 10 cm (acabado pulido)

En esta partida, el metrado será calculado en m^3 , considerando por 1 m de longitud:

$$V_{veredas} = Ancho * Espesor * Largo$$

$$V_{veredas} = 1.2 * 0.1 * 1$$

$$V_{veredas} = 0.12 \text{ m}^3$$

✓ Concreto en uña de veredas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $h = 15 \text{ cm}$

En esta partida, el metrado será calculado en m^3 , considerando por 1 m de longitud:

$$V_{uñas} = \text{Ancho} * \text{Espesor} * \text{Largo} * 2$$

$$V_{uñas} = 0.15 * 0.35 * 1 * 2$$

$$V_{uñas} = 0.105 \text{ m}^3$$

Entonces, se tendrá la siguiente jerarquía:

| Jerarquía de las partidas más agresivas | | | |
|--|---|--------------------|-----------|
| | Partidas | Volumen | Nº |
| Movimiento de tierras | Excavación para zanja de uña de vereda con maquinaria | 0.105 m^3 | 3 |
| Obras de concreto | Concreto en veredas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $e = 10 \text{ cm}$ (acabado pulido) | 0.12 m^3 | 1 |
| | Concreto en uña de veredas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $h = 15 \text{ cm}$ | 0.105 m^3 | 2 |

Tabla 4. Jerarquía de las partidas más agresivas.

Ahora, considerando estas partidas, se realizará una jerarquía de los factores para poder completar la matriz, de la siguiente manera:

| FACTORES | | EXCAVACIÓN PARA ZANJA DE UÑA DE VEREDA CON MAQUINARIA | | CONCRETO EN VEREDAS $f_c = 175$ kg/cm ² , e = 10 cm (ACABADO PULIDO) | | CONCRETO EN UÑA DE VEREDAS $f_c = 175$ kg/cm ² , h = 15 cm | |
|--------------------------------|---|---|--------------------|---|--------------------|---|--------------------|
| | | TIPO DE IMPACTO | IMPORTANCIA MÁXIMA | TIPO DE IMPACTO | IMPORTANCIA MÁXIMA | TIPO DE IMPACTO | IMPORTANCIA MÁXIMA |
| Aire | Emisión de Gases | Recuperable | 4 | Recuperable | 4 | Recuperable | 4 |
| | | Negativo | | Negativo | | Negativo | |
| | | Discontinuo | | Discontinuo | | Discontinuo | |
| | Partículas en Suspensión | Ambiental Severo | 3 | Ambiental Severo | 3 | Ambiental Severo | 3 |
| | | Negativo | | Negativo | | Negativo | |
| | | Puntual | | Puntual | | Puntual | |
| | Efluvios | Ambiental Medio-Alto | - | Ambiental Medio-Alto | - | Ambiental Medio-Alto | - |
| | Nivel de Ruido | Temporal Efímero | 3 | Temporal Efímero | 3 | Temporal Efímero | 3 |
| | | Negativo | | Negativo | | Negativo | |
| | | Inmediato | | Inmediato | | Inmediato | |
| Agua | Calidad de agua | - | - | - | - | - | |
| | Agua Escorrentía Superficial | - | - | - | - | - | |
| | Agua Escorrentía Subterránea | Medio plazo | 2 | Medio plazo | 2 | Medio plazo | 2 |
| Suelo | Morfología | Puntual | 8 | Puntual | 8 | Puntual | 8 |
| | | Negativo | | Negativo | | Negativo | |
| | | Notable | | Notable | | Notable | |
| | | Crítico | | Crítico | | Crítico | |
| | Material de Construcción | - | - | Positivo | 3 | Positivo | 3 |
| | | - | - | Puntual | | Puntual | |
| | | - | - | Directo | | Directo | |
| | Calidad de suelo | Recuperable | 8 | Irrecuperable | 10 | Irrecuperable | 10 |
| | | Permanente | | Permanente | | Permanente | |
| | | Negativo | | Negativo | | Negativo | |
| Notable | | Notable | | Notable | | | |
| Acumulativo | | Acumulativo | | Acumulativo | | | |
| Permeabilidad | Crítico | - | Puntual | 2 | Puntual | 2 | |
| | - | - | Positivo | - | Positivo | - | |
| Flora | Maleza | Positivo | 2 | - | - | - | |
| | | Puntual | | - | | - | |
| | | Reversible | | - | | - | |
| | Árboles | Mínimo o bajo | 3 | - | - | - | |
| | | Puntual | | - | | - | |
| | | Reversible | | - | | - | |
| | Arbustos | Directo | 1 | - | - | - | |
| | | Negativo | | - | | - | |
| | | Puntual | | - | | - | |
| Fauna | Insectos | Reversible | 1 | - | - | - | |
| | | Mínimo o bajo | | - | | - | |
| | | Negativo | | - | | - | |
| | Animales terrestres | Inmediato | 1 | - | - | - | |
| | | Negativo | | - | | - | |
| | | Mínimo o bajo | | - | | - | |
| Calidad Visual | Espacio Abierto | Negativo | 2 | - | - | - | |
| | | Moderado | | - | | - | |
| | | Puntual | | - | | - | |
| | Paisaje Urbano | Reversible | 2 | - | - | - | |
| | | Puntual | | - | | - | |
| | | Moderado | | - | | - | |
| Factor Socioeconómico | Empleo | Positivo | 3 | Positivo | 3 | Positivo | 3 |
| | | Indirecto | | Indirecto | | Indirecto | |
| | Transporte | Negativo | 3 | Negativo | 3 | Negativo | 3 |
| | | Parcial | | Parcial | | Parcial | |
| | Valorización de Espacio Urbano Colindante | Momentáneo | - | Momentáneo | - | Momentáneo | - |
| | | - | | - | | - | |
| | | - | | - | | - | |
| | Comercio | Positivo | 2 | - | - | - | |
| | | Corto Plazo | | - | | - | |
| Negativo | | - | | - | | | |
| Utilización Momentánea de Vías | Parcial | 3 | Negativo | 3 | Negativo | 3 | |
| | Momentáneo | | Parcial | | Parcial | | |
| | - | | Momentáneo | | Momentáneo | | |
| Factor Cultural | Calidad de Vida | Positivo | - | Positivo | 1 | Positivo | 1 |
| | | Corto Plazo | | Corto Plazo | | Corto Plazo | |
| | | Mínimo | | Mínimo | | Mínimo | |
| | Salud y Seguridad | Negativo | 1 | - | - | - | |
| | | Mínimo | | - | | - | |
| Puntual | - | - | - | - | | | |

Figura N°79: Jerarquía de los factores

Una vez terminado esto, se podrá tener una visión más clara para la matriz. Entonces, se empezará por la acción de Concreto en veredas y por el factor Calidad de suelo, en donde, la importancia será de 10, al ser la más perjudicial (Impacto Irrecuperable) y con una magnitud de -10, al presentar un gran volumen en comparación al resto de partidas. Se proseguirá con su morfología (2° factor más frágil), el cual tendrá una importancia de 8, al igual que todas las partidas de concreto, y una magnitud de -8, al presentar el mayor volumen. Cabe mencionar que, podría ser -9 en lugar de -8 si no tuviera los reemplazos parciales de vidrio molido y RCD.

Para el resto de partidas, se consideró seguir una proporción, considerando para la excavación de zanjas de uña de veredas, en calidad de suelo, tenga una importancia de 8, al ser recuperable, y una magnitud de -8 por ser la excavación con mayor volumen. Cabe mencionar que, al resto de partidas se les tuvo que considerar proporcionales para que puedan seguir una relación y obtener unos valores aproximados a la realidad.

Así se obtiene la siguiente matriz con un valor de -639, el cual es significativamente menor a lo que se hubiera tenido de un proyecto con veredas sin esas adiciones.

De esto, se obtuvo lo siguiente:

| Acciones más agresivas | |
|--|-------------|
| Concreto en veredas | -193 |
| Concreto en uña de veredas | -177 |
| Excavación de zanjas con maquinaria | -174 |
| Acciones menos agresivas | |
| Recolección de RCD con maquinaria | 53 |
| Recolección de vidrio con maquinaria | 44 |
| Relleno compactado con material arena fina | 16 |
| Factores más frágiles | |
| Calidad de suelo | -196 |
| Morfología | -160 |
| Partículas en suspensión | -157 |
| Factores menos frágiles | |
| Material de construcción | 78 |
| Empleo | 66 |
| Comercio | 29 |

9. PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Es el programa que permite un dialogo abierto, transparente y responsable, sin embargo, todo esto se da entre el estado, el titular del proyecto de inversión y la comunidad que lo rodea. Teniendo en cuenta que el **SENACE (Servicio Nacional de Certificación Ambiental)**, es la entidad adscrita al Ministerio del Ambiente, ya que, es la encargada de asegurar el derecho de la participación ciudadana en los procesos de elaboración y evaluación de los estudios de Impacto Ambiental; el cual da a conocer oportunamente los beneficios y retos que acompañan a un proyecto de inversión, por su parte la comunidad brinda información irrelevante sobre su entorno ambiental y social.

En conclusión, tiene como finalidad, garantizar que los ciudadanos participen y ejerzan su derecho a estar informado sobre los proyectos que se desarrollan en su localidad.

OBJETIVO GENERAL

- Establecer un proceso de diálogo permanente para la adecuada gestión ambiental y el fortalecimiento de la relación entre la Población – la Empresa; con el fin del poder recoger opiniones, percepciones, sugerencias, alternativas e inquietudes de los mismos pobladores.

INDICADORES DE CUMPLIMIENTO

- Nivel de opinión, de la población ubicada en el área de influencia directa, sobre las relaciones con la empresa.
- Información estadística de opinión de la población, sobre las actividades del proyecto, posibles impactos ambientales y sociales que pueda generar.
- Percepción de la población, en relación con el cumplimiento por ver los derechos de las personas.
- Número de convocatorias y asistencia por distrito, en reuniones de participación ciudadana.
- Tener en cuenta que las medidas de bioseguridad a causas del nuevo coronavirus COVID-19.

LÍNEAS DE ACCIÓN

- El canal de comunicación entre la empresa y la población de los distritos ubicados en el área de influencia del proyecto; serán los relacionistas comunitarios asignados por la empresa; quienes estarán en permanente comunicación.
- La consulta, será por el medio que utilizará la empresa, para cuando la empresa necesite coordinar con los distritos, sobre cualquier actividad que tenga que ejecutar en su entorno.
- Se promoverá la firma de acuerdos y/o negociaciones con los distritos en forma participativa y en asambleas. Fortalecer los instrumentos metodológicos, que el Área de Relaciones Comunitarias viene aplicando; para que facilite el proceso de implementación del programa y garantice la participación de la población en el proceso de comunicación y consulta.

ACTIVIDADES

- Durante la etapa de la “Identificación y evaluación de los impactos ambientales de la construcción de veredas con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD en la urbanización Miraflores – Pomalca – Lambayeque” contratará personal local favoreciendo el factor socioeconómico de la población local y serán capacitados para que cumplan con las normas correspondientes.
- Se realizará reuniones previas donde estén presentes los representantes de la Municipalidad, representantes de la entidad prestadora de servicios y la población de la zona del proyecto, con el fin de que se eviten conflictos sociales durante la construcción de las obras.
- A fin de contar con la opinión de la población respecto del proyecto se realizará un taller de difusión y donde se pretende conseguir la aceptación del proyecto.
- Se establecerá un plan de trabajo para la comunicación y consulta con las poblaciones de los distritos ubicados en el área de influencia del Proyecto del Mejoramiento de los Servicios y dar detalles a la población como por el ejemplo, los horarios de trabajo, tiempo que dure la construcción y su plan de abandono de éste.
- El Plan contiene un cronograma y los lugares donde se llevarán a cabo, teniendo en cuenta que se dará en la Urbanización Miraflores – Pomalca – Chiclayo - Lambayeque.

| Charlas | Módulo | Temática | Público | Cronograma de ejecución de actividades (meses) | | |
|---------------------------------------|--------|--|---|--|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| Charlas sobre la ejecución de la obra | I | Orientación sobre la nueva “Construcción de veredas con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD en la urbanización Miraflores – Pomalca – Lambayeque” | Población de la Urbanización Miraflores | | | |
| | II | Evaluación y gestión de riesgos en políticas de promoción (reducir | | | | |

| | |
|---|--|
| riesgos y modificar comportamientos que afectan) | |
| III Finalización de la obra de la creación | |

10. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

10.1. Generalidades

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) se considera como un instrumento esencial de gestión ambiental en el cual se establecen las medidas necesarias para prevenir, controlar, minimizar, corregir y recuperar los posibles impactos ambientales que puedan surgir durante el desarrollo de un proyecto. Cabe mencionar que, este plan es una estrategia de manejo ambiental.

Este Plan provee un enlace significativo entre las predicciones de los impactos, la propuesta de una serie de medidas ordenadas en programas, esencialmente de carácter preventivo y las medidas de mitigación en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA). Además, su ejecución permite cuantificar los costos que las medidas de mitigación significan de los costos totales de obra. Conjuntamente, contiene los detalles de la forma en que se realizará la comunicación a la población en cuanto a los alcances, duración y objetivos de las obras a considerar, en un lenguaje claro y accesible para la comunidad.

En la identificación y evaluación de impactos ambientales, se analizó que, durante la fase de construcción de esta obra de mejoramiento de redes de agua potable y alcantarillado, los más significativos son las obras de concreto, excavación y colocación e instalación de tuberías. En cuanto a los factores, los más perjudiciales son el suelo, aire y socioeconómico.

Entonces, en orden de mitigar ello, se presenta el Plan de Manejo Ambiental, el cual constituye un documento técnico que contiene un conjunto estructurado de medidas destinadas a prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos previsible y potenciar los impactos ambientales positivos.

10.2. Objetivos

10.2.1. Objetivo General

Proponer medidas de protección y conservación ambiental durante la etapa de construcción en todo el ámbito de influencia de la Urbanización Miraflores, cumpliendo con la normativa ambiental vigente en el país, con el fin de evitar el deterioro de los ecosistemas y la infraestructura de veredas por la influencia de los procesos naturales.

10.2.2. Objetivos Específicos

- El objetivo es establecer un conjunto de medidas y acciones que permitan prevenir, mitigar, restaurar y compensar los efectos perjudiciales o dañinos que puedan surgir como resultado de las actividades de construcción del proyecto en los componentes ambientales.
- Alcanzar una conservación ambiental del área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta el cuidado y defensa de los recursos naturales, de esta manera se evita la afectación de los ecosistemas de la zona y la salud de la población.
- Estructurar acciones para hacerle frente a las situaciones de riesgos y accidentes durante la fase de construcción de este proyecto.
- Es fundamental establecer los procedimientos adecuados para responder de manera efectiva y oportuna a cualquier contingencia que pueda surgir durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

10.3. Estrategia

Este plan se rige dentro de la estrategia nacional de conservación y preservación ambiental, en armonía con el desarrollo ambiental y salud humana (salud ocupacional), sobre las cuales tienen influencia las actividades que involucran la realización del proyecto. Cabe mencionar que, esto será implementado en el transcurso de construcción de esta obra de mejoramiento. Se recalca que en la implementación del PMA es vital la coordinación intersectorial y local, con el fin de lograr una mayor efectividad en los resultados.

Ahora, en cuanto la estrategia para el diseño y elaboración del PMA, se basó de la selección de los impactos ambientales cuyos efectos resultan significativos y/o medianamente significativos.

Se debe considerar como mecanismo general para la ejecución de este Plan, la formación de la Gerencia de Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional (MASS). Esta coordinará directamente con las demás Gerencias y las instituciones involucradas con este proyecto, durante la etapa de construcción.

Como parte de la política de comunicación, el contratista deberá establecer y mantener contacto con los organismos pertinentes de la jurisdicción del área del proyecto. El objetivo es brindar una explicación clara de las actividades a realizar, el cronograma de ejecución, los alcances del proyecto y su ámbito de aplicación. En cuanto a la ejecución del plan, el ámbito de influencia del proyecto en estudio compete a distintos sectores comprometidos con el desarrollo regional y sectorial y que regulan las actividades productivas y normativas del área de la obra, así obteniendo un enfoque multisectorial.

10.3.1. Responsabilidad administrativa

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: Autoridad sectorial competente responsable de formular y proponer las políticas nacionales y sectoriales en las materias de vivienda, urbanismo y desarrollo urbano; así como de dictar normas, lineamientos y establecer los procedimientos para el ordenamiento, mejoramiento, protección e integración de los centros poblados, urbanos y rurales como sistemas sostenibles en el territorio nacional.
- Ministerio del Ambiente y sus organismos descentralizados: Tienen la responsabilidad de proteger y conservar los recursos naturales y el ordenamiento ambiental, principalmente a través de entidades como el SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas) y los Distritos de Riegos Locales. Estas entidades son responsables de otorgar los permisos correspondientes para el uso de las fuentes de agua, garantizando su adecuada gestión y preservación

10.3.2. Organización de la Gerencia MASS

El Gerente del MASS informará al Director del Contratista sobre el cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas por el PMA y la regulación ambiental vigente. Además, implementará, informará y coordinará procedimientos en protección ambiental, salud, seguridad y relaciones comunitarias específicas.

Para el cumplimiento de los objetivos del PMA, se implementarán como instrumentos de la estrategia a la organización, programas y subprogramas.

Entonces, la organización de la Gerencia MASS estará conformada por tres coordinadores:

- Coordinador de seguridad y riesgos.
- Coordinador ambiental en obras viales y salud ocupacional.
- Coordinador de asuntos sociales.

Así, se tendría la siguiente jerarquía:

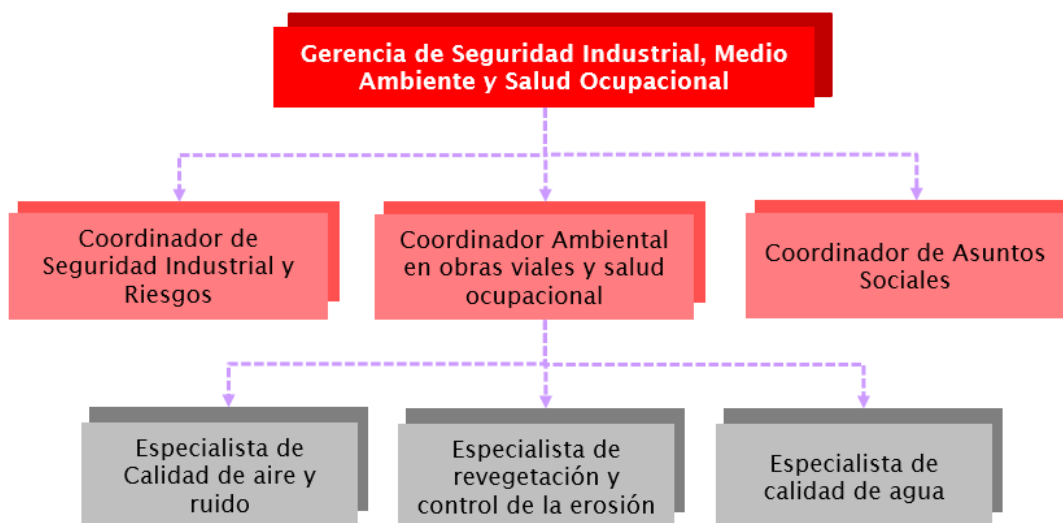


Figura N°81: Jerarquía de los responsables de los programas y subprogramas a ser ejecutados

10.3.3. Estructura del Plan de Gestión del Manejo Ambiental

Este PMA conformado por 7 programas, los cuales contendrán subprogramas que detallan las medidas preventivas, mitigadoras y correctivas consideradas dentro de la estructura de gestión.

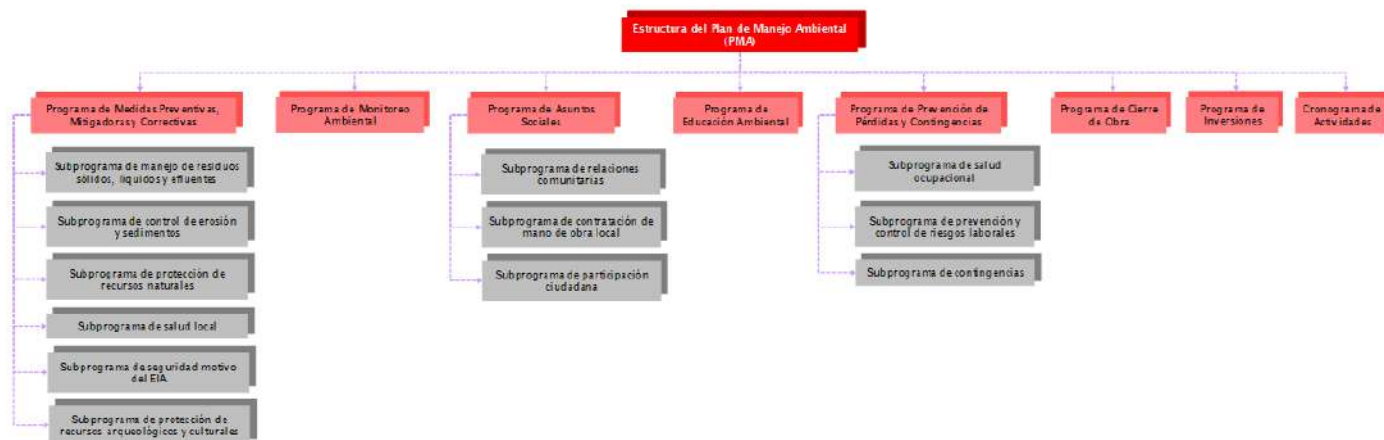


Figura N°82: Estructura del Plan de Gestión del Manejo Ambiental.

10.4. Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas

Este plan es fundamental en el éxito que se tenga en causar el menor daño posible al ambiente durante la construcción de veredas de la Urbanización Miraflores. Este está conformado por un conjunto de medidas y normas ambientales que se tienen que aplicar desde el inicio de la obra, cuando se comienzan a preparar y acondicionar las diferentes instalaciones y frentes de trabajo que se requieran llevar a cabo.

El objetivo principal es establecer un conjunto de medidas que permitan prevenir, controlar, corregir, evitar o mitigar los efectos negativos en el ambiente causados por las instalaciones del proyecto y los frentes de obra durante la construcción.

10.4.1. Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes

El objetivo principal es minimizar cualquier impacto negativo en el medio ambiente, como el deterioro del paisaje, la contaminación del aire, agua y suelo, así como el riesgo de enfermedades, que pueda ser causado por la generación, manipulación y disposición final de los residuos generados durante la construcción.

Para lograrlo correctamente, se tomará en cuenta la siguiente normativa:

- Ley 27314 (Ley General de Residuos Sólidos) y en el D.S. N°057-2004 PCM (Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos).
- Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales Peligrosos. D.S. N°021-2008-MTC.
- Para un adecuado manejo de dichos residuos, se debe seguir los siguientes lineamientos:

10.4.1.1. Medidas para el manejo de residuos sólidos

- Identificar y clasificar los residuos.
- Minimizar la producción de residuos que deberían ser tratados o eliminados.
- Seleccionar las alternativas apropiadas para su tratamiento o eliminación.
- Documentar todos los aspectos del proceso de manejo de residuos.
- Lograr el adecuado cierre o disposición final de todos los flujos residuales.
- Asegurar el cumplimiento de las regulaciones en las prácticas de manejo de residuos.

Este subprograma se ha dividido en componentes, que requieren que el Contratista aplique los procedimientos correspondientes de manejo y disposición de residuos. Durante las actividades de construcción, las principales fuentes de desechos sólidos serán provenientes de la misma construcción, es decir, no hay frentes adicionales como comedores o campamentos, debido a que es una zona poblada.

Los residuos sólidos que se pueden generar se clasifican de la siguiente manera:

- Residuos de las actividades de construcción del mejoramiento de la urbanización: Son fundamentalmente inertes y generados en las actividades de construcción, tales como residuos de madera, fierro, clavos y concreto.
- Residuos de las actividades de desbroce: Los residuos vegetales provenientes de las actividades de desbroce son aquellos que se generan cuando se retira la vegetación que ha invadido el área de trabajo
- Materiales excedentes de Obra: Los residuos provenientes de los movimientos de tierra durante la construcción son aquellos que no se utilizan en las actividades de relleno
- **Capacitación sobre Residuos Sólidos**

La capacitación de todos los miembros del personal en prácticas seguras de manejo de residuos sólidos será un elemento clave para garantizar un adecuado manejo de los mismos. Esta capacitación permitirá que los trabajadores estén informados y sean conscientes de las prácticas adecuadas para identificar y separar los materiales reciclables, evitando mezclarlos indiscriminadamente con aquellos que deben ser dispuestos en lugares apropiados.

- **Almacén y contenedores de Residuos Sólidos**

Los residuos sólidos deberán ser segregados de acuerdo a su naturaleza física, química y biológica. Para ello, se colocarán recipientes o contenedores con tapa para evitar que los residuos estén expuestos a la intemperie, protegiéndolos de la lluvia y el sol. Esta medida tiene como objetivo prevenir la generación de vectores infecciosos que puedan afectar la salud del personal de obra y la población local. Además, deberán estar correctamente rotulados de forma visible y distintivo para su clasificación, según a la NTP 900.058-2005: Gestión Ambiental. Gestión de RRSS. Como se presenta en el siguiente cuadro.








| Color del recipiente | Almacenaje | Ejemplo |
|----------------------|---|---|
| Amarillo | Piezas Metálicas |  |
| Negro | Basura común, que no se vaya a reciclar y no sea catalogado como residuo peligroso |  |
| Azul | Papeles y cartones |  |
| Bianco | Plástico (bolsas y envases, plásticos, cubiertos descartables, etc.) |  |
| Verde | Vidrio (cualquier vidrio que no contenga químicos) |  |
| Marrón | Residuos orgánicos (restos de comidas) |  |
| Rojo | Residuos peligrosos (trapos, paños, etc., imregnados con hidrocarburos, aceites o suelos contaminados, pilas, baterías, recipientes de pintura, etc.) |  |

Figura N°83: Código de colores de los dispositivos de Almacenamiento de los Residuos.

- Contenedor amarillo (residuos metálicos no contaminados): como candados, herramientas, alambres, etc.
- Contenedor negro (basura común): se dispondrán residuos que no se puedan reciclar y que no sean peligrosos.
- Cabe aclarar que, los contenedores se reubicarán al mismo tiempo que la maquinaria, a medida que la obra avance, no debiendo abandonarse en las áreas donde se haya completado el trabajo.

- **Prácticas para la Minimización de Residuos Sólidos**

Las prácticas de reducción de fuentes generadoras de residuos sólidos y reutilización de insumos o productos incluyen los siguientes aspectos:

- Compra de productos con un mínimo de envolturas.
- Se optará por utilizar productos que sean duraderos y que tengan la posibilidad de ser reparados, tanto en herramientas de trabajo como en artefactos durables.
- Sustituir los productos desechables de uso único por productos reutilizables como botellas y latas.
- Se buscará reducir el consumo de recursos, como la cantidad de fotocopias realizadas, y se fomentará la práctica de utilizar ambos lados del papel para maximizar su uso
- Se buscará aumentar el contenido de materiales reciclados en los productos utilizados, priorizando aquellos que sean fácilmente aceptados por los centros locales de reciclaje, como botellas, cartones, entre otros.

El objetivo de la reducción de fuentes es evitar la generación o manejo de residuos sólidos en primer lugar. El contratista deberá investigar también las oportunidades de reutilización local de productos, como los residuos de madera, en lugar de desecharlos. Se fomentará la reutilización de estos materiales dentro del proyecto, evitando su eliminación y maximizando su utilidad y valor.

Procedimiento de Reciclaje de Residuos Sólidos

Se llevará a cabo el reciclaje de materiales siempre que sea factible. Para ello, el contratista deberá ponerse en contacto con empresas (EPC-RS) o instituciones que realicen actividades de reciclaje o utilicen residuos como materia prima. En caso de

encontrar y contratar dichos centros, todo el papel, madera, plástico y otros desechos secos deberán ser recolectados en depósitos claramente identificados y almacenados para su posterior transporte a estos centros, siempre que sea posible.

- **Lineamientos para el transporte seguro de Residuos Sólidos**

El transporte de los residuos desde el lugar de almacenamiento del proyecto hasta el sitio de disposición final se llevará a cabo mediante el uso de transporte terrestre. Es importante destacar que el sitio de disposición final debe ser un relleno sanitario autorizado. Para este propósito, será necesario contratar los servicios de una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS) que esté debidamente registrada en la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y que cumpla con los lineamientos mínimos establecidos:

- Se prohíbe a los conductores de vehículos que transporten residuos sólidos detenerse en la ruta de transporte sin permiso o sin motivo.
- Se establecerá la disposición de que las unidades de vehículos encargados del transporte de residuos sólidos estén equipadas de manera adecuada con los elementos necesarios.
- Los rellenos sanitarios deben estar adecuadamente asegurados y protegidos para evitar que los sólidos se filtren en las rutas de transporte.
- Se debe considerar las condiciones climáticas del lugar, en especial para los casos de ocurrencias de altas precipitaciones.
- Respetar la capacidad de diseño de la unidad, es decir, sin sobrecargarlo.
- Se realizará la limpieza de las unidades de forma apropiada y con la frecuencia adecuada para evitar la emisión de olores desagradables.

- **Disposición Final de Residuos Sólidos**

El Contratista de la construcción deberá implementar todos los procedimientos necesarios para la disposición final de los residuos generados durante la etapa de construcción, tomando en cuenta los siguientes factores:

- Para ello, los residuos se recogerán en el vertedero y todo el personal será dirigido a su ubicación.
- Los residuos no biodegradables como plástico, metal, madera, fierro (no tóxicos) serán recogidos en contenedores etiquetados para su reutilización o

reciclaje si es posible, de lo contrario se enviarán a un vertedero autorizado. Cumple con los requisitos de la legislación nacional.

- Se aplicarán políticas de adquisiciones con el objetivo de reducir al mínimo el uso de materiales no biodegradables o no reciclables.
- Los residuos orgánicos serán dispuestos por una empresa transportadora de residuos registrada por la DGASA.

10.4.1.2. Medidas para el manejo de residuos peligrosos

Se consideran peligrosos si sus propiedades o el procesamiento al que son o serán sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el medio ambiente y presentan una o más de las siguientes características: auto inflamables, explosivas, corrosivas, reactivas, tóxicas, radiactivas y patógenas.

• Procedimiento de Manejo de Residuos Peligrosos

Provenirán del proceso de construcción y comprenderá el agua utilizada para la desinfección con hipoclorito. Esta agua se llevará al área de almacenamiento de residuos peligrosos de obra, hasta su disposición final.

• Transporte de Residuos Peligrosos

Será necesario contratar una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos (EPS-RS) o, en su defecto, contar con unidades de transporte y personal capacitado para esta tarea. En ambos casos, se deberán solicitar las autorizaciones correspondientes. Es importante destacar que se utilizará un contenedor de color rojo para los residuos contaminados con sustancias químicas.

10.4.2. Subprograma de manejo de control de erosión y sedimentos

El objetivo principal es reducir al mínimo o prevenir los procesos de erosión, ya que estos pueden tener un impacto negativo en la calidad del agua y los ecosistemas. Para evitar generar impactos ambientales durante todas las etapas del proyecto, es crucial seguir las medidas de control de erosión y sedimentación implementadas durante las obras. En este sentido, se deben utilizar las siguientes medidas generales:

- Minimizar el área de desbroce.

- Evitar la exposición del suelo descubierto a la precipitación.
- Instalación y mantenimiento de las medidas de control de erosión y sedimentación durante la construcción.
- Revegetación inmediata luego de los trabajos civiles.
- Hasta que el área haya alcanzado su estabilización final, se realizara una inspección el área y el mantenimiento necesario de las medidas de control de erosión y sedimentación.

10.4.3. Subprograma de Protección de Recursos Naturales

10.4.3.1. Medidas para la Protección del Suelo

En zonas con presencia de terrenos que contienen cobertura orgánica y en los cuales existan pastizales y arbustos pequeños que colindan, se aplicarán las medidas de mitigación recomendables tales como:

- Los materiales sobrantes de excavación deberán ser almacenados en lugares previamente escogidos o los que el supervisor designe luego de ser retirados de las áreas de trabajo y debidamente protegidos.
- Es imprescindible recolectar de forma inmediata los residuos derivados de derrames de concreto y combustible, y su disposición final debe realizarse de acuerdo con las normas ambientales actuales.
- Se deberá poner a disposición de la caseta temporal contenedores para la disposición de los residuos.

10.4.3.2. Medidas para la Protección de la Vegetación

Es necesario tomar medidas para evitar dañar la flora, de manera que se minimice la generación de polvo durante las actividades de construcción y el tránsito de vehículos y maquinaria.

Se sugiere al contratista que instruya, supervise y controle cuidadosamente las actividades de construcción, como excavaciones y cortes, para evitar impactos negativos en el entorno ambiental del área habitacional, especialmente en la vegetación. Esto se hace con el fin de prevenir la creación de áreas desprovistas de vegetación que estén expuestas a la erosión causada por fuertes precipitaciones.

Entonces, se restringirá el trabajo solo a zonas autorizadas limitando las actividades constructivas a las exigencias necesarias. Además, se prohibirá al personal de obra

la realización de las actividades de desbroce de la vegetación con fines ajenos al proyecto, asimismo, no se deben practicar actividades no autorizadas de queme de vegetación.

10.4.3.3. Medidas para la Protección del Paisaje

Se deberán tomar las precauciones y controles necesarios para proteger la salud de los vecinos del barrio que se verán afectados por el uso de maquinaria, producción de ruido, polvo, contaminación y otras molestias, particularmente en las zonas donde habrá viviendas, la explotación de materiales y movimientos de tierras para la industria

Para garantizar la seguridad de la población y su circulación regular en las áreas de trabajo, se establecerán las ubicaciones de los equipos (Patio de máquinas y equipos) y los puntos de colocación de los materiales (campos de material de depósito temporal).

El constructor utilizara herramientas y maquinaria en buen estado que produzcan poco ruido, así como cualquier tecnología disponible, para controlar o reducir el ruido producido durante el proceso de construcción. Para el correcto funcionamiento de las máquinas y equipos, también se debe brindar mantenimiento. Para evitar la propagación de polvo y la caída de materiales, los vehículos de construcción que se utilicen para transportar materiales excedentes o materiales de construcción deben estar protegidos con cobertura suficiente (toldos).

10.4.3.4. Medidas para a la salud y seguridad

Se recomienda que los trabajadores de la construcción conozcan las condiciones, tales como enfermedades gastrointestinales y conjuntivitis, que afectan con frecuencia el área de influencia el proyecto a fin de tomar las precauciones necesarias para su salud. La manipulación de residuos contaminantes debe realizarse con precaución. Además, previo al empleo, todos los trabajadores y empleados que estarán vinculados a los puestos de trabajo deberán someterse a un examen médico para confirmar su estado de salud, particularmente en lo que se

refiere a la ausencia de enfermedades infecciosas. Además, esto debe verificarse periódicamente.

10.4.4. Subprograma de Salud Local

10.4.4.1. Medidas para el control de las emisiones atmosféricas (polvos y gases) y de ruidos

- **Impacto. Alteración de Calidad de aire e Incremento de los niveles de ruido**

Se compone de contaminación por la emisión de material particulado (PM₁₀) y polvo, contaminación por emisión de gases de combustión producidos por las maquinarias y equipos y la contaminación sonora por efecto del empleo de maquinarias y provenientes de algunas partidas.

- Medidas preventivas o correctivas para la emisión de material particulado y generación de ruido
 - Todas las superficies que se utilicen para la actuación deben ser regadas con agua para mantener allí los niveles de humedad necesarios para evitar en lo posible la producción de polvo. Se utilizará un camión cisterna para el transporte de dichos riesgos en forma diaria o intermitente.
 - El transporte de materiales se hará con la debida precaución, se cubrirá el material con lonas humedecidas. Para evitar la dispersión de estos y la contaminación del aire.
 - No se permitirá que los materiales sueltos se acumulen en áreas propensas a corrientes de viento durante largos períodos de tiempo.
 - Todos los vehículos y equipos usados deben someterse a un programa de mantenimiento preventivo y sincronización de acuerdo con sus especificaciones técnicas para cumplir con los estándares para las actividades de control de emisiones a la atmósfera.
 - Para evitar que aumenten los niveles de ruido, los vehículos no podrán utilizar sirenas u otro tipo de fuentes de ruido innecesarias. Solo las emergencias serán señaladas por las sirenas.

10.4.4.2. Medidas para la protección del componente social

- **Impacto. Efectos en la Salud de la Población**
- Probabilidad del aumento o aparición de enfermedades infecto –contagiosas.
- Posibilidad de aparición de enfermedades respiratorias por la generación de material particulado y gases de combustión.
- Existe la probabilidad de que los residentes locales puedan verse involucrados en accidentes.
 - Medidas preventivas o correctivas
 - Todos los empleos deben pasar por un chequeo médico previo al empleo y un chequeo médico posterior al trabajo, los cuales incluirán pruebas de laboratorio. Esto se debe al hecho de que protege contra enfermedades que podrían dañar a la población local.
 - Se colocarán carteles sobre prácticas higiénicas en lugares estacados durante la fase de construcción
 - La salud de una población puede verse afectada indirectamente por impactos en la calidad del aire, el agua y el suelo; por lo tanto, se deben tomar medidas preventivas o correctivas para reducir y evitar estos efectos.
 - Para evitar este trabajo la ocurrencia de accidentes que pongan en riesgo la integridad física de los pobladores de la zona, se colocarán puentes de madera para pase peatonal sobre zanjas.

10.4.5. Subprograma de Señalización, Seguridad Vial y Desvíos Provisionales

10.4.5.1. Señalización

Tiene como finalidad velar por la mínima afectación de los componentes ambientales, así como proteger la integridad física de los pobladores, trabajadores, de esta manera permitirá tomar conciencia para el respeto y conservación del ambiente. Cabe mencionar que se utilizarán letreros, paneles, cerco de malla HDP para límite de seguridad y cinta plástica señalizadora para límite de seguridad de obra.

10.5. Programa de Monitoreo Ambiental

Este programa tiene como objetivo la ejecución de una serie de procedimientos a seguir durante el desarrollo de las obras propuestas que permitirán la evaluación y gestión de los potenciales procesos de contaminación que puedan tener impacto en la calidad del aire, agua, flora y fauna.

10.5.1. Control de la Calidad del Aire

Se aplicará para conocer como han variado las condiciones ambientales respecto a las condiciones determinadas en la línea base. Es decir, se tendrá presente los niveles de base a ser registrados en condición ex-ante.

Durante la etapa de construcción, se llevará a cabo una evaluación de la calidad del aire y la presencia de gases como CO, NOx, SO2, y partículas de Pb y As, en tres estaciones designadas. A partir de esta evaluación, se elaborará un informe técnico que contendrá recomendaciones y medidas de control. Estas medidas se implementarán durante un período de tres veces, asegurándose de cumplir con la normatividad vigente, como el D.S. 074-2001-PCM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire" y otras normas complementarias aplicables, especialmente en zonas especiales como establecimientos de salud. El objetivo es garantizar que la construcción se realice cumpliendo con los estándares de calidad del aire y protegiendo la salud y el medio ambiente.

10.5.2. Control de la Calidad del Ruido

El objetivo del monitoreo de ruidos es el cumplimiento de los estándares adoptados para el mismo. Durante el desarrollo de las actividades de construcción son generados por equipos, maquinarias y vehículos que transitarán por las vías.

- En el transporte de los materiales, los camiones debido al peso suelen cargar y hacer ruidos fuertes, ya sea al parar o estar en marcha.
- Al momento de romper las tuberías de agua y desagüe, como al igual que los buzones, ya que se usarán picos en partes donde se pueda, y maquinaria ruidosa para zonas de concreto.

10.6. Programa de Asuntos Sociales

Sirve como una herramienta fundamental para la gestión ambiental, donde se establecen las estrategias clave de gestión socioeconómica que el propietario del proyecto debe implementar como parte de su compromiso de Responsabilidad Social.

10.6.1. Subprograma de Relaciones Comunitarias

- Se aplicará el Proyecto de Difusión y Comunicación para la canalización adecuada de las expectativas y percepciones de la población.
- Mantener una estrecha coordinación con las autoridades locales y Municipalidades distritales de los poblados ubicados en el área de influencia directa.
- Apoyo a las iniciativas presentadas por las organizaciones sociales locales.
- La base para el manejo de los temas sociales y las relaciones comunitarias es un claro y transparente proceso de consulta permanente con la población y autoridades.

10.7. Programa de Cierre de Obra

Uno de los principales problemas que surgen al final de la implementación de veredas, es el estado del paisaje y el daño ambiental del área ocupada y el medio ambiente debido a la excavación y las actividades concretas.

El objetivo principal del programa de cierre o abandono es restaurar el área afectada por la construcción del proyecto de veredas. La recuperación de estas áreas debe realizarse con la premisa de que las características finales de cada área ocupada y/o modificada sean iguales o superiores a las condiciones iniciales. Se busca devolver el entorno a un estado similar o mejor al que se encontraba antes de la intervención del proyecto

Desde el trabajo de programación que se realizará, estarán las actividades de abandono de las áreas, esto incluye:

- El retiro de los equipos de excavaciones para la construcción de veredas.
- Reposición de la tierra vegetal de acuerdo con los estándares establecido por el cliente.
- El manejo de suelo vegetal a retirar.
- El retiro de desperdicios de material para concreto en la zona de construcción.

Finalmente, es necesario realizar una limpieza general de las áreas que fueron utilizadas en la construcción del proyecto. En otras palabras, nunca es aceptable dejar desechos o materiales de construcción descartados en las áreas que fueron impactadas por el trabajo.

10.8. Programa de Inversiones

| Programa de Inversiones | | |
|--|--|----------------------------|
| Plan de Manejo Ambiental | | Etapas de Ejecución |
| Programas | | Presupuesto (S/.) |
| | Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Efluentes | 500 |
| Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas | Subprograma de Control, Erosión y Sedimentos | 500 |
| | Subprograma de Protección de los Recursos Naturales | 500 |
| | Subprograma de Salud Local | 500 |
| | Subprograma de Seguridad Motivo del EIA | 1000 |
| | Subprograma de Protección de Recursos Arqueológicos y Culturales | 300 |
| Programa de Monitoreo Ambiental | Subprograma de Monitoreo del Medio Físico | 500 |
| | Subprograma de Monitoreo del Medio Biótico | 500 |
| Programa de Asuntos Sociales | Subprograma de Relaciones Comunitarias | 300 |
| | Subprograma de Contratación de Mano de Obra Local | 1000 |
| | Subprograma de Participación Ciudadana | 2000 |
| | Programa de Educación Ambiental | 1500 |
| | Programa de Capacitación Ambiental y Seguridad | 2000 |
| Programa de Prevención de Pérdidas y Contingencias | Subprograma de Salud e Higiene Ocupacional | 3000 |
| | Subprograma de Prevención y Control de Riesgos Laborales | 10000 |
| | Subprograma de Contingencias | 500 |
| | Programa de Cierre de Obra | 200 |
| | Programa de Señalización | 1000 |
| | Programa de Desvío de Tránsito | 1000 |
| | TOTAL | 27300 |

11. PLAN DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL

Es una estrategia de conservación de los servicios ambientales, donde los impactos negativos no pueden ser evitado, mitigado ni restaurada, por lo tanto, el impacto se compensa naturaleza por naturaleza. Las estrategias medidas de compensación están contenidas en un plan de compensación ambiental, por ello es importante recordar que la compensación ambiental es explicable sólo en aquellos casos donde el impacto ambiental negativo no se haya podido evitar, mitigar o rehabilitar, es decir antes de pensar en compensar debemos agotar todas las demás medidas, las posibilidades y las estrategias de compensación que están previstas en el plan, ya que son obligatorias para el titular del proyecto de inversión.

Así mismo incluye acciones de restauración que están dirigidas a restablecer la biodiversidad y los valores ecológicos alterados a través de obras de ingeniería y acciones positivas para el ambiente. No es compensación ambiental el pago económico que reciben los pobladores por el uso de sus terrenos.

Cuando los impactos no puedan mitigarse corresponde compensarlos ambientalmente y para ello existe una metodología y un plan dentro del estudio de impacto ambiental que se encarga de garantizar que los proyectos salvaguarden al ambiente y la salud de la población. Es decir, sólo se aplica en situaciones donde los impactos ambientales son severos, irreversibles, posibles de ser mitigados a costos muy elevados o sin alternativas de solución aceptables en el ámbito del proyecto. La participación ciudadana es fundamental para un EIA, ya que a través de la participación ciudadana se busca consultar a la ciudadanía respecto al proyecto y sus repercusiones económicas, sociales y ambientales [4].

En el presente proyecto de la Evaluación de Impacto Ambiental, mediante el análisis del Plan de Manejo Ambiental se ha logrado evitar, mitigar y restaurar todos los impactos negativos generados durante el proyecto, por lo que no se será necesario realizar la Compensación Ambiental en el presente informe.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Todo tipo de obra va conlleva un impacto negativo en el medio ambiente, por ello es importante realizar un programa de medidas de prevención, mitigación y corrección. En este caso, se contempló que se realizarán medidas para el manejo de residuos sólidos y peligrosos, erosión y sedimentos, protección de recursos naturales, considerar la salud local y señalización, Seguridad Vial y Desvíos Provisionales.

- Se considerará para el manejo de residuos sólidos el uso de contenedores y su respectivo transporte, al igual que los peligrosos, siendo este el agua utilizada para la desinfección con hipoclorito.
- Las medidas de mitigación, prevención y corrección para la erosión y sedimentos son:
 - Reducir el área de desbroce.
 - Evadir la exposición del suelo descubierto a la precipitación.
 - Durante la construcción, es fundamental instalar y mantener medidas de control de erosión y sedimentación.
 - Revegetación inmediata luego de los trabajos civiles.
 - Es necesario inspeccionar el área de manera regular y mantener las medidas de control de erosión y sedimentación según sea necesario, hasta que se logre la estabilización final.
- Las medidas para la protección de recursos naturales son:
 - Se procederá a retirar de inmediato los materiales sobrantes de las excavaciones de las áreas de trabajo, asegurándose de protegerlos adecuadamente. Estos materiales serán colocados en las áreas de almacenamiento designadas previamente o en aquellas indicadas por el Supervisor.
 - Es necesario recolectar de inmediato los residuos resultantes de derrames accidentales de concreto y combustible. Estos residuos deben ser manejados y dispuestos de acuerdo con las normas ambientales vigentes, asegurándose de seguir los procedimientos adecuados para su disposición final.
 - La caseta temporal debe contar con recipientes adecuados para la correcta disposición de residuos.

Además, se debe tener en consideración el evitar destruir la vegetación y tener en cuenta la salud de los trabajadores.

- Las medidas para la salud se considerarán:
 - El transporte de materiales se hará con la debida precaución, se cubrirá el material con lonas humedecidas. Para evitar la dispersión de estos y la contaminación del aire.
 - No se permitirá la acumulación de materiales sueltos en áreas que sean propensas a corrientes de viento durante largos períodos de tiempo.

- Las acciones orientadas al control de emisiones atmosféricas tienen como objetivo garantizar el cumplimiento de las regulaciones. Para lograrlo, se requiere que todos los vehículos y equipos utilizados se sometan a un programa de mantenimiento y sincronización preventiva, siguiendo las especificaciones técnicas correspondientes.
- Se implementará una regulación que prohíba a los automóviles el uso de sirenas u otras formas de generación de ruido que no sean necesarias, con el objetivo de evitar un aumento en los niveles de ruido. El empleo de sirenas únicamente estará permitido en situaciones de emergencia.
- Al finalizar la obra, es obligatorio realizar la limpieza correspondiente (no dejar material sobrante de la obra, así como residuos generados por la excavación) de la zona en donde se realizó la obra de veredas.

Anexo 1: Matriz de consistencia

| Título | Problema | Objetivos | Hipotesis | Variable | | Metodología | Población |
|--|---|---|---|----------------------|---------------------------------------|---|--|
| | | | | Tipo | Descripción | | |
| Análisis Comparativo de concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca – 2022 | Problema General | Objetivo general | Hipotesis general | Independiente | vidrio molido incoloro | Nivel de la investigación | La población para esta investigación está conformada por el número de testigos que se realizara para analizar las propiedades mecánicas del concreto reciclado. Estos números de probetas que se han propuesto es según el Reglamento nacional de edificaciones, el ASTM C78 y el ASTM C944. |
| | ¿De qué manera será beneficioso el uso del concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD en vez del concreto simple tradicional para el uso de veredas en Pomalca? | Determinar los porcentajes más óptimos mediante el diseño de mezcla para un concreto simple de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ reemplazando parcialmente al agregado fino por el vidrio molido en un 5, 10 y 15% y al agregado grueso por el RCD en un 10, 20 y 30% para la utilización de veredas. | El reemplazo del agregado grueso por el RCD y del agregado fino por el vidrio molido influira de manera positiva a la resistencia del concreto de $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$, impulsando el reciclaje de estos materiales | | Residuos de construcción y demolición | El nivel de la investigación es principalmente basico y aplicativo | |
| | Problemas Especificos | Objetivos especificos | Hipotesis especificas | | Tipo de investigación | | |
| | ¿Los agregados reciclados no influiran en la variacion deel diseño de mezcla ? | - Determinar las características de los agregados finos, gruesos, el vidrio y de los residuos de construcción y demolición. | - las características de los agregados reciclados resultaron positivos para el uso en el concreto | Dependiente | Propiedades mecánicas del concreto | Es un estudio de tipo investigativo y de nivel experimental por la influencia que tendra la manipulación de las variables independientes sobre las variables dependientes | Para este estudio se tomará como muestra las probetas cilindricas que se realizará para este estudio; para el ensayo a compresión tenemos 90 probetas que se divide en 3 por cada diseño de mezcla, para el ensayo de tracción indirecta se tiene 30 muestras que se ensayara a los 28 días de curado, para el ensayo de flexión se tiene 20 vigas ensayadas a los 28 días y finalmente el ensayo por abrasión el cual se tiene 10 muestras ensayadas a los 28 días. |
| | ¿Las características mecánicas del concreto reciclado sera mejor o no al concreto tradicional? | - Elaborar el diseño de mezcla para el concreto simple y también del concreto reciclado usando los diferentes porcentajes de vidrio molido y del RCD reemplazando al agregado fino y grueso. | - las características mecánicas del concreto utilizando agregados reciclados dio resultados positivos ya que aumenta la resistencia a la compresion | | Evaluación del costo del concreto | | |
| | ¿Este concreto reciclado sera economicamente viable? | - Evaluar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto patrón y del concreto simple reciclado utilizando diferentes porcentajes de vidrio molido incoloro y RCD a los 7, 14 y 28 días. | - se demostro que el concreto reciclado se desgasta mucho menos que el concreto tradicional en la mayoría de los porcentajes que se ha reemplazado por los agregados naturales | Interviniente | Agregados naturales | | |
| | ¿Qué tanto influye la cantidad de material usado en una EIA? | - Analizar la durabilidad del concreto reciclado con vidrio molido incoloro y RCD en diferentes porcentajes establecidos mediante el ensayo de abrasión. - Analizar económicamente la muestra del concreto patrón y el concreto reciclado con vidrio molido incoloro y RCD. - Elaborar una Evaluación de Impacto Ambiental. | | | | | |

Figura N°84: Matriz de Consistencia

Anexo 3: Panel Fotográfico



Figura N°85: Residuos de construcción y demolición en la carretera hacia Pomalca

Anexo 4: Índice de precios de materiales de construcción



Figura N°86: Índice de precios de materiales de construcción anual.

Fuente: INEI

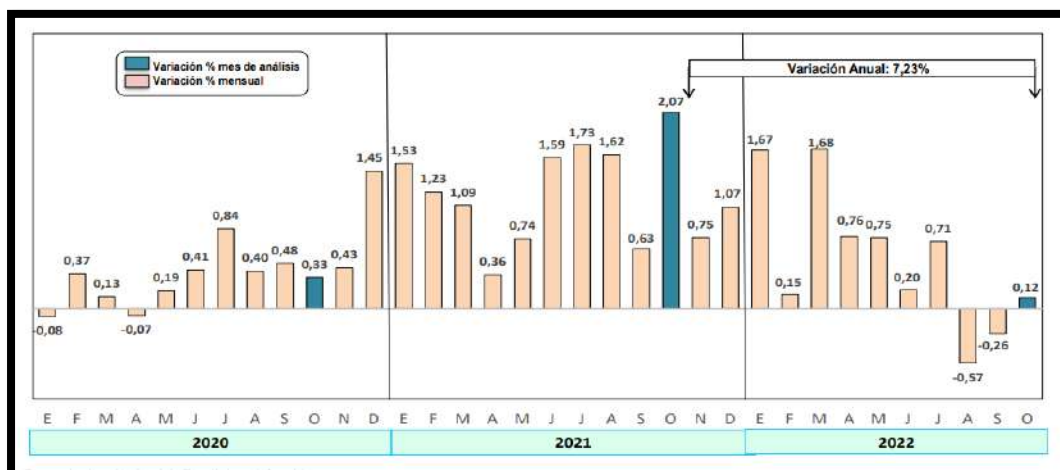


Figura N°87: Variación % mensual del índice de precios de materiales de construcción

Fuente: INEI

| Nivel de desagregación | Ponderación (%) | Variación Porcentual | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------|-----------------|
| | | Octubre 2022 | Ene. - Oct.22 | Nov.21 - Oct.22 |
| MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN | 100,00 | 0,12 | 5,31 | 7,23 |
| 1 Maderas | 6,04 | 0,91 | 6,21 | 7,66 |
| 2 Tubos y Accesorios de Plástico | 8,86 | -0,45 | 15,48 | 19,49 |
| 3 Suministros Eléctricos | 7,78 | -0,13 | -3,59 | -0,65 |
| 4 Vidrios | 1,15 | 0,79 | 4,13 | 4,97 |
| 5 Ladrillos | 5,14 | -0,60 | -0,05 | 0,84 |
| 6 Mayólicas y Mosaicos | 7,81 | -0,15 | 6,77 | 9,25 |
| 7 Aglomerantes | 25,84 | 0,07 | 7,71 | 8,20 |
| 8 Agregados | 6,06 | 0,80 | 4,09 | 5,35 |
| 9 Estructuras de Concreto y Armazones | 9,75 | 0,73 | 2,11 | 2,34 |
| 10 Metálicos | 21,57 | 0,07 | 3,94 | 7,38 |

Figura N°88: Índice de precios de materiales de construcción, Octubre 2022

Fuente: INEI

Anexo 5: Falta de veredas en la localidad de Miraflores, Pomalca

Figura N°89: Calles en la zona de Miraflores donde carecen de veredas
Fuente: Propia

Anexo 6: Ensayo de Granulometría al Vidrio Molido



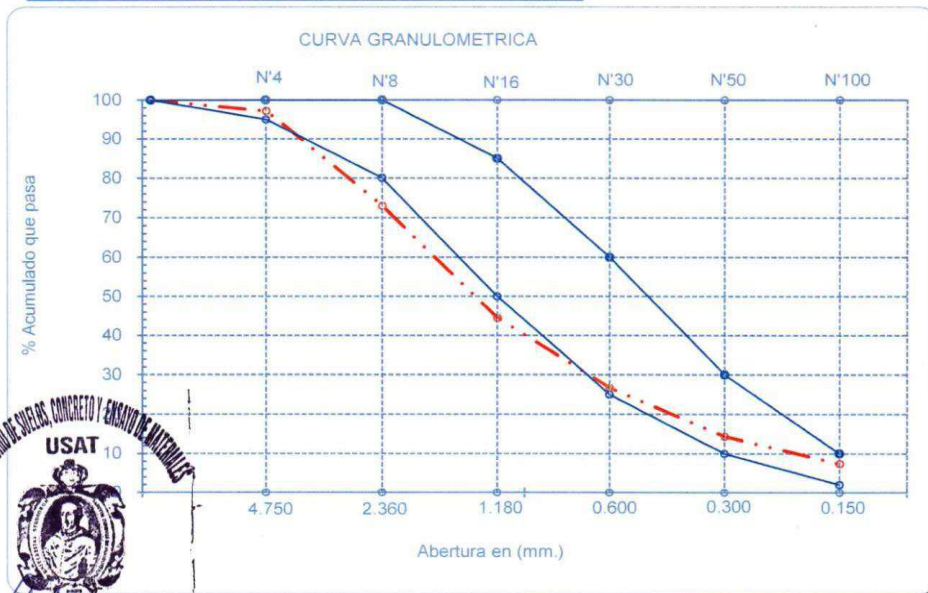
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

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

| Malla | | Peso Ret. | (% Ret.) | (% Acum. Ret.) | (% Acum. Que Pasa) | Especificaciones: | |
|---------------------------------|--------|-----------|----------|----------------|--------------------|-------------------|-----|
| Pulg. | (mm.) | | | | | 100 | 100 |
| 1/2" | 12.700 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 |
| 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 |
| Nº 04 | 4.750 | 24.8 | 2.8 | 2.8 | 97.2 | 95 | 100 |
| Nº 08 | 2.360 | 214.28 | 24.2 | 27.0 | 73.0 | 80 | 100 |
| Nº 16 | 1.180 | 252.46 | 28.5 | 55.5 | 44.5 | 50 | 85 |
| Nº 30 | 0.600 | 156.95 | 17.7 | 73.3 | 26.7 | 25 | 60 |
| Nº 50 | 0.300 | 109.31 | 12.4 | 85.6 | 14.4 | 10 | 30 |
| Nº 100 | 0.150 | 61.7 | 7.0 | 92.6 | 7.4 | 2 | 10 |
| Fondo | | 65.5 | 7.4 | 100.0 | 0.0 | | |
| Módulo de Fineza | | | | 3.369 | | | |
| Abertura de malla de referencia | | | | 9.500 | | | |



[Handwritten Signature]
 Firma del Tesista

Anexo 7: Ensayo del Peso específico y Grado de Absorción del Vidrio molido y RCD



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del vidrio molido

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

Material : Vidrio Molido Incoloro

I.- Datos.

| | | | |
|---|-----|---------------|---------------|
| 1.- Peso del vidrio+ Peso del Frasco + Peso del Agua | (g) | 939.4 | 939.4 |
| 2.- Peso del vidrio + Peso del Frasco | (g) | 640.38 | 640.38 |
| 3.- Peso del Agua | (g) | 299.06 | 299.06 |
| 4.- Peso del vidrio Secada al Horno + Peso del Frasco | (g) | 639.56 | 639.56 |
| 5.- Peso del Frasco | (g) | 140.38 | 140.38 |
| 6.- Peso del vidrio Secada al Horno | (g) | 499 | 499 |
| 7.- Volumen del frasco | (g) | 500 | 500 |

II.- Resultados

| | | |
|--------------------------------------|----------------------|--------------|
| A.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (g/cm ³) | 2.484 |
| B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO | (g/cm ³) | 2.488 |
| C.- PESO ESPECIFICO APARENTE | (g/cm ³) | 2.494 |
| D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | (%) | 0.16 |

Ensayo : Peso específico y Absorción del RCD

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

Material: RCD

I.- Datos.

| | | | |
|--|-----|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra secada al horno | (g) | 2550 | 2550 |
| 2.- Peso de la muestra superficialmente seca | (g) | 2680 | 2680 |
| 3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastil | (g) | 2500 | 2500 |
| 4.- Peso de la canastilla | (g) | 920 | 920 |
| 5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua | (g) | 1580 | 1580 |

II.- Resultados

| | | |
|--------------------------------------|----------------------|--------------|
| A.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (g/cm ³) | 2.318 |
| B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO | (g/cm ³) | 2.436 |
| C.- PESO ESPECIFICO APARENTE | (g/cm ³) | 2.629 |
| D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | (%) | 5.10 |

Firma del Tesista



TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 8: Ensayo de Granulometría del RCD



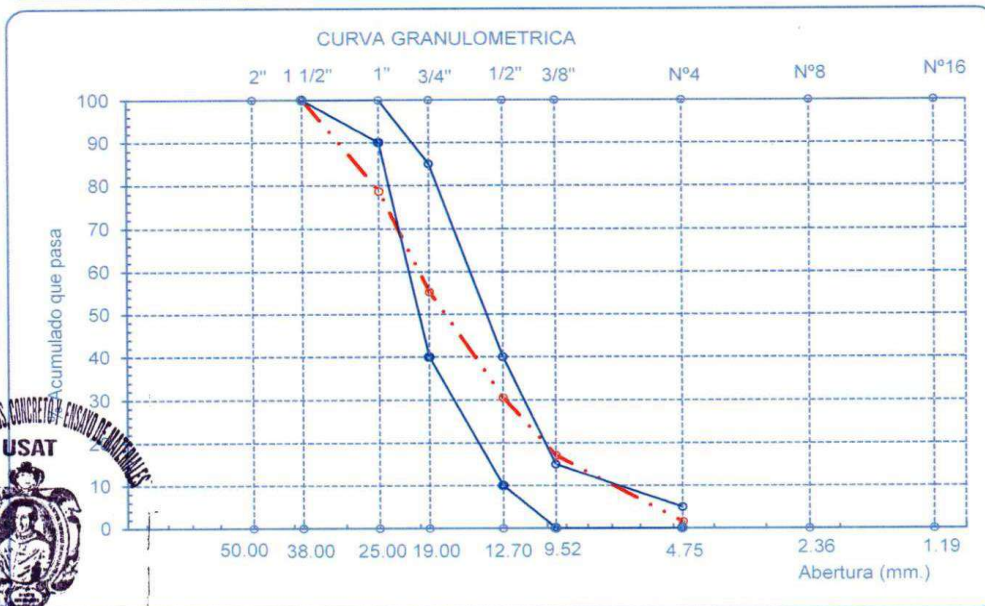
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del RCD
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Material : Residuos solidos de construccion y demolicion
P. Inicial H. 6308
% de Humedad = 1.19
P. Inicial S. 6234

| Malla | Peso | (%) | (%) Acum. | (%) Acum. | Especificaciones | | |
|-----------------------|-------|--------|-----------|-----------|------------------|--------|--|
| Pulg. | (mm.) | Ret. | Ret. | Ret. | Que Pasa | USO 56 | |
| 2" | 50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 1 1/2" | 38.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100.0 | |
| 1" | 25.00 | 1330.0 | 21.3 | 21.3 | 78.7 | 90.0 | |
| 3/4" | 19.00 | 1460.0 | 23.4 | 44.8 | 55.2 | 40.0 | |
| 1/2" | 12.70 | 1540.0 | 24.7 | 69.5 | 30.5 | 10.0 | |
| 3/8" | 9.52 | 840.0 | 13.5 | 82.9 | 17.1 | 0.0 | |
| Nº 04 | 4.75 | 970.0 | 15.6 | 98.5 | 1.5 | 0.0 | |
| Nº 08 | 2.36 | 72.0 | 1.2 | 99.6 | 0.4 | 0.0 | |
| Nº 16 | 1.19 | 8.7 | 0.1 | 99.8 | 0.2 | 0.0 | |
| Fondo | | 13.35 | 0.2 | 100.0 | 0.0 | | |
| Tamaño Maximo | | | 1 1/2" | 38.00 | | | |
| Tamaño Maximo Nominal | | | 1" | 25.00 | | | |



[Handwritten Signature]
 Firma del Tesista

Anexo 9: Contenido de Humedad, Peso unitario suelto y compactado del RCD

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

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

Material : RCD

A.- PESO UNITARIO SUELTO

| | | | |
|--|----------------------|--------------|--------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 16490 | 16500 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 10070.0 | 10070.0 |
| 3.- Peso del material | | 6420 | 6430 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00544 | 0.00544 |
| 5.- Peso unitario suelto húmedo | (kg/m ³) | 3029 | 3031 |
| 6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) | (kg/m ³) | 2995 | |

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

| | | | |
|--|----------------------|--------------|--------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 17780 | 17780 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 10070.0 | 10070.0 |
| 3.- Peso del material | | 7710.0 | 7710.0 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00544 | 0.00544 |
| 5.- Peso unitario compactado húmedo | (kg/m ³) | 3266 | 3266 |
| 6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) | (kg/m ³) | 3228 | |

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

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

| | | | |
|-------------------------------------|-------|-------------|-------------|
| A.- Peso de muestra húmeda | (gr.) | 6308 | 6308 |
| B.- Peso de muestra seca | (gr.) | 6234 | 6234 |
| C.- Peso de recipiente | (gr.) | 0.0 | 0 |
| D.- Contenido de humedad | (%) | 1.2 | 1.2 |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | (%) | 1.19 | |

Firma del Tesista



Anexo 11: Ensayo de Contenido de Humedad, Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

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

Canetra : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

| | | | |
|--|----------------------|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 8724 | 8700 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 0.0 | 0.0 |
| 3.- Peso del material | | 8724 | 8700 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00555 | 0.00555 |
| 5.- Peso unitario suelto húmedo | (kg/m ³) | 1571 | 1567 |
| 6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) | (kg/m ³) | 1563 | |

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

| | | | |
|--|----------------------|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 9708 | 9726 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 0.0 | 0.0 |
| 3.- Peso del material | | 9708 | 9726 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00555 | 0.00555 |
| 5.- Peso unitario compactado húmedo | (kg/m ³) | 1748 | 1752 |
| 6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) | (kg/m ³) | 1743 | |

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

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

| | | | |
|-------------------------------------|-------|---------------|---------------|
| A.- Peso de muestra húmeda | (gr.) | 876.07 | 876.07 |
| B.- Peso de muestra seca | (gr.) | 872.77 | 872.77 |
| C.- Peso de recipiente | (gr.) | 0.0 | 0.0 |
| D.- Contenido de humedad | (%) | 0.4 | 0.4 |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | (%) | 0.38 | |

Firma del Tesista



TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 12: Ensayo de Peso específico y Grado de Absorción del agregado fino y grueso.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

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

Cantera : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

| | | | |
|---|-----|---------------|---------------|
| 1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P | (g) | 946.7 | 946.7 |
| 2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasc | (g) | 641.52 | 641.52 |
| 3.- Peso del Agua | (g) | 305.18 | 305.18 |
| 4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasi | (g) | 639.34 | 639.34 |
| 5.- Peso del Frasco | (g) | 141.52 | 141.52 |
| 6.- Peso de la Arena Secada al Horno | (g) | 498 | 498 |
| 7.- Volumen del frasco | (g) | 500 | 500 |

II.- Resultados

| | | |
|--------------------------------------|---------|--------------|
| A.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (g/cm3) | 2.555 |
| B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO | (g/cm3) | 2.566 |
| C.- PESO ESPECIFICO APARENTE | (g/cm3) | 2.584 |
| D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | (%) | 0.44 |

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

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

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas

I.- Datos.

| | | | |
|---|-----|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra secada al horno | (g) | 4174 | 4174 |
| 2.- Peso de la muestra superficialmente seca | (g) | 4206 | 4206 |
| 3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del car | (g) | 3570 | 3570 |
| 4.- Peso de la canastilla | (g) | 930 | 930 |
| 5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua | (g) | 2640 | 2640 |

II.- Resultados

| | | |
|--------------------------------------|---------|--------------|
| A.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (g/cm3) | 2.665 |
| B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO | (g/cm3) | 2.686 |
| C.- PESO ESPECIFICO APARENTE | (g/cm3) | 2.721 |
| D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | (%) | 0.77 |

Firma del Tesista



Anexo 13: Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso



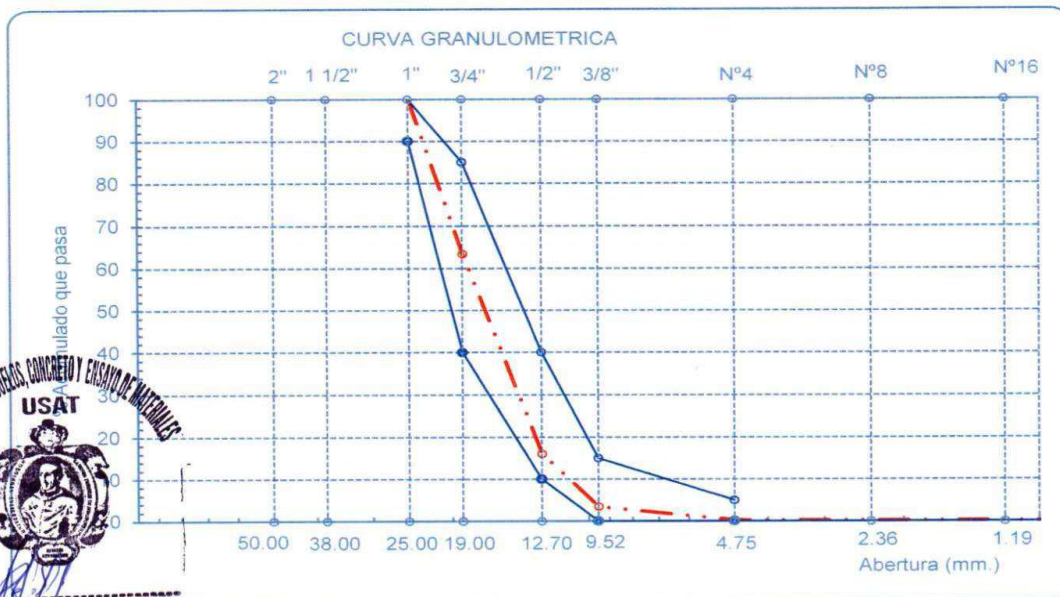
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERILES



Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas **P. Inicial H.** 8440 **% de Humedad =** 0.24
P. Inicial S. 8420

| Malla | | Peso | (%) | (%) Acum. | (%) Acum. | Especificaciones | |
|-----------------------|-------|--------|------|-----------|-----------|------------------|-------|
| Pulg. | (mm.) | Ret. | Ret. | Ret. | Que Pasa | USO 89 | |
| 2" | 50.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 1 1/2" | 38.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 1" | 25.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 90.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.00 | 3080.0 | 36.6 | 36.6 | 63.4 | 40.0 | 85.0 |
| 1/2" | 12.70 | 3990.0 | 47.4 | 84.0 | 16.0 | 10.0 | 40.0 |
| 3/8" | 9.52 | 1060.0 | 12.6 | 96.6 | 3.4 | 0.0 | 15.0 |
| Nº 04 | 4.75 | 270.0 | 3.2 | 99.8 | 0.2 | 0.0 | 5.0 |
| Nº 08 | 2.36 | 10.0 | 0.1 | 99.9 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Nº 16 | 1.19 | 2.5 | 0.0 | 99.9 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Fondo | | 7 | 0.1 | 100.0 | 0.0 | | |
| Tamaño Maximo | | | 1" | 38.00 | | | |
| Tamaño Maximo Nominal | | | 3/4" | 25.00 | | | |



[Handwritten Signature]
 Firma del Tesista

Anexo 14: Ensayo de contenido de Humedad, Peso unitario suelto y compactado del Agregado Grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

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

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas

A.- PESO UNITARIO SUELTO

| | | | |
|--|----------------------|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 7594 | 7608 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 0.0 | 0.0 |
| 3.- Peso del material | | 7594 | 7608 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00544 | 0.00544 |
| 5.- Peso unitario suelto húmedo | (kg/m ³) | 1395 | 1398 |
| 6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) | (kg/m ³) | 1393 | |

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

| | | | |
|--|----------------------|-------------|-------------|
| 1.- Peso de la muestra suelta + recipiente | (gr.) | 8730 | 8716 |
| 2.- Peso del recipiente | (gr.) | 0.0 | 0.0 |
| 3.- Peso del material | | 8730.0 | 8716.0 |
| 4.- Constante ó Volumen | (m ³) | 0.00544 | 0.00544 |
| 5.- Peso unitario compactado húmedo | (kg/m ³) | 1604 | 1601 |
| 6.- Peso unitario compactado seco (Promedio) | (kg/m ³) | 1599 | |

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

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

| | | | |
|-------------------------------------|-------|-------------|-------------|
| A.- Peso de muestra húmeda | (gr.) | 8440 | 8440 |
| B.- Peso de muestra seca | (gr.) | 8420 | 8420 |
| C.- Peso de recipiente | (gr.) | 0.0 | 0 |
| D.- Contenido de humedad | (%) | 0.2 | 0.2 |
| E.- Contenido de humedad (promedio) | (%) | 0.24 | |

Firma del Tesista



Anexo 15: Ensayo de contenido de Sales totales, Cloruros y Sulfatos



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO N°3686

(Pág. 01 de 01)

Expediente : 1707 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : Teran Luna Juan Joseph
 Tesis : " Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022."
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.177 :2002
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.178 :2003

Tipo de Análisis : Analisis Químico

| | | M-01 |
|--|-----|------|
| Sales Solubles Totales | ppm | 3526 |
| | % | 0.35 |
| Cloruros Cl ⁻ | ppm | 1980 |
| | % | 0.20 |
| Sulfatos SO ₄ ²⁻ | ppm | 985 |
| | % | 0.10 |

Observaciones:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Gastelo Chirinos




 Juan Carlos Ferraquenda Arevalo
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351



Firma del Tesista

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Anexo 16: Ensayo de Asentamiento



Anexo 16.1: Slump 3''-
Concreto Patrón



Anexo 16.2: Slump 2.75''-
Concreto 5% V y 10% RCD



Anexo 16.3: Slump 2.5''-
Concreto 5% V y 20% RCD



Anexo 16.4: Slump 2''-
Concreto 5% V y 30% RCD



Anexo 16.5: Slump 2.5''-
Concreto 10% V y 10% RCD



Anexo 16.6: Slump 2.75''-
Concreto 10% V y 20% RCD



Anexo 16.7: Slump 2''-
Concreto 10% V y 30%RCD



Anexo 16.8: Slump 3''-
Concreto 15% V y 10%RCD



Anexo 16.9: Slump 2.5''-
Concreto 15% V y 20%RCD



Anexo 16.10: Slump 1.5''-
Concreto 15% V y 30%RCD

Anexo 17: Ensayo del Peso Unitario al concreto fresco



Anexo 17.1: Concreto patrón



Anexo 17.2: Concreto 5% V y 10% RCD



Anexo 17.3: Concreto 5% V y 20% RCD



Anexo 17.4: Concreto 5% V y 30% RCD



Anexo 17.5: Concreto 10% V y 10% RCD



Anexo 17.6: Concreto 10% V y 20% RCD



Anexo 17.7: Concreto
10% V y 30%RCD



Anexo 17.8: Concreto
15% V y 10%RCD



Anexo 17.9: Concreto
15% V y 20%RCD



Anexo 17.10: Concreto
15% V y 30%RCD

Anexo 18: Ensayo del Temperatura del Concreto



Anexo 18.1: Concreto Patron



Anexo 18.2: Concreto 5% V y 10% RCD



Anexo 18.3: Concreto 5% V y 20% RCD



Anexo 18.4: Concreto 5% V y 30% RCD



Anexo 18.5: Concreto 10% V y 10% RCD



Anexo 18.6: Concreto 10% V y 20% RCD



Anexo 18.7: Concreto
10% V y 30%RCD



Anexo 18.8: Concreto
15% V y 10%RCD



Anexo 18.9: Concreto
15% V y 20%RCD



Anexo 18.10: Concreto
15% V y 30%RCD

Anexo 19: Ensayo de Resistencia a la Compresión



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca -
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

| Muestra N° | Denominación ó descripción del vaciado | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Dias | Fc kg/cm ² | Fc promedio kg/cm ³ |
|------------|--|------------------|-----------------|------|-----------------------|--------------------------------|
| 01 | CONCRETO PATRON 175 kg/cm ² | 14/09/2022 | 12/10/2022 | 7 | 150 | 155 |
| 02 | CONCRETO PATRON 175 kg/cm ² | 14/09/2022 | 12/10/2022 | 7 | 147 | |
| 03 | CONCRETO PATRON 175 kg/cm ³ | 14/09/2022 | 12/10/2022 | 7 | 167 | |
| 04 | CONCRETO PATRON 175 kg/cm ⁴ | 19/09/2022 | 17/10/2022 | 14 | 198 | 186 |
| 05 | CONCRETO PATRON 175 kg/cm ⁵ | 19/09/2022 | 17/10/2022 | 14 | 181 | |
| 06 | CONCRETO PATRON 175 kg/cm ⁶ | 19/09/2022 | 17/10/2022 | 14 | 179 | |
| 07 | CONCRETO PATRON 175 kg/cm ⁷ | 19/09/2022 | 17/10/2022 | 28 | 217 | 215 |
| 08 | CONCRETO PATRON 175 kg/cm ⁸ | 19/09/2022 | 17/10/2022 | 28 | 217 | |
| 09 | CONCRETO PATRON 175 kg/cm ⁹ | 19/09/2022 | 17/10/2022 | 28 | 210 | |
| 10 | CONCRETO CON 5%V y 10%RCD | 28/09/2022 | 5/10/2022 | 7 | 152 | 153 |
| 11 | CONCRETO CON 5%V y 10%RCD | 28/09/2022 | 5/10/2022 | 7 | 148 | |
| 12 | CONCRETO CON 5%V y 10%RCD | 28/09/2022 | 5/10/2022 | 7 | 159 | |
| 13 | CONCRETO CON 5%V y 10%RCD | 29/09/2022 | 13/10/2022 | 14 | 181 | 178 |
| 14 | CONCRETO CON 5%V y 10%RCD | 29/09/2022 | 13/10/2022 | 14 | 180 | |
| 15 | CONCRETO CON 5%V y 10%RCD | 29/09/2022 | 13/10/2022 | 14 | 173 | |
| 16 | CONCRETO CON 5%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 215 | 216 |
| 17 | CONCRETO CON 5%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 189 | |
| 18 | CONCRETO CON 5%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 244 | |
| 19 | CONCRETO CON 5%V y 20%RCD | 28/09/2022 | 5/10/2022 | 7 | 157 | 150 |
| 20 | CONCRETO CON 5%V y 20%RCD | 28/09/2022 | 5/10/2022 | 7 | 148 | |
| 21 | CONCRETO CON 5%V y 20%RCD | 28/09/2022 | 5/10/2022 | 7 | 144 | |
| 22 | CONCRETO CON 5%V y 20%RCD | 29/09/2022 | 13/10/2022 | 14 | 191 | 182 |
| 23 | CONCRETO CON 5%V y 20%RCD | 29/09/2022 | 13/10/2022 | 14 | 160 | |
| 24 | CONCRETO CON 5%V y 20%RCD | 29/09/2022 | 13/10/2022 | 14 | 194 | |
| 25 | CONCRETO CON 5%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 202 | 213 |
| 26 | CONCRETO CON 5%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 237 | |
| 27 | CONCRETO CON 5%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 199 | |
| 28 | CONCRETO CON 5%V y 30%RCD | 28/09/2022 | 5/10/2022 | 28 | 162 | 163 |
| 29 | CONCRETO CON 5%V y 30%RCD | 28/09/2022 | 5/10/2022 | 28 | 163 | |
| 30 | CONCRETO CON 5%V y 30%RCD | 28/09/2022 | 5/10/2022 | 28 | 165 | |
| 31 | CONCRETO CON 5%V y 30%RCD | 29/09/2022 | 13/10/2022 | 28 | 175 | 187 |
| 32 | CONCRETO CON 5%V y 30%RCD | 29/09/2022 | 13/10/2022 | 28 | 182 | |
| 33 | CONCRETO CON 5%V y 30%RCD | 29/09/2022 | 13/10/2022 | 28 | 203 | |
| 34 | CONCRETO CON 5%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 211 | 225 |
| 35 | CONCRETO CON 5%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 248 | |
| 36 | CONCRETO CON 5%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 217 | |

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Firma del Tesista



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca -
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

| Muestra N° | Denominación ó descripción del vaciado | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Días | f'c kg/cm ² | f'c promedio kg/cm ³ |
|------------|--|------------------|-----------------|------|------------------------|---------------------------------|
| 01 | CONCRETO CON 10%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 135 | 145 |
| 02 | CONCRETO CON 10%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 150 | |
| 03 | CONCRETO CON 10%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 149 | |
| 04 | CONCRETO CON 10%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 197 | 188 |
| 05 | CONCRETO CON 10%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 176 | |
| 06 | CONCRETO CON 10%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 190 | |
| 07 | CONCRETO CON 10%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 227 | 222 |
| 08 | CONCRETO CON 10%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 214 | |
| 09 | CONCRETO CON 10%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 224 | |
| 10 | CONCRETO CON 10%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 165 | 160 |
| 11 | CONCRETO CON 10%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 160 | |
| 12 | CONCRETO CON 10%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 156 | |
| 13 | CONCRETO CON 10%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 184 | 190 |
| 14 | CONCRETO CON 10%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 187 | |
| 15 | CONCRETO CON 10%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 200 | |
| 16 | CONCRETO CON 10%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 227 | 251 |
| 17 | CONCRETO CON 10%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 273 | |
| 18 | CONCRETO CON 10%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 253 | |
| 19 | CONCRETO CON 10%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 164 | 160 |
| 20 | CONCRETO CON 10%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 158 | |
| 21 | CONCRETO CON 10%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 158 | |
| 22 | CONCRETO CON 10%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 199 | 195 |
| 23 | CONCRETO CON 10%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 185 | |
| 24 | CONCRETO CON 10%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 201 | |
| 25 | CONCRETO CON 10%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 224 | 225 |
| 26 | CONCRETO CON 10%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 220 | |
| 27 | CONCRETO CON 10%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 232 | |

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Firma del Tesista



TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Teran Luna Juan Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca -
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

| Muestra N° | Denominación ó descripción del vaciado | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Dias | f'c kg/cm ² | f'c promedio kg/cm ³ |
|------------|--|------------------|-----------------|------|------------------------|---------------------------------|
| 01 | CONCRETO CON 15%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 165 | 152 |
| 02 | CONCRETO CON 15%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 143 | |
| 03 | CONCRETO CON 15%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 148 | |
| 04 | CONCRETO CON 15%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 164 | 178 |
| 05 | CONCRETO CON 15%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 179 | |
| 06 | CONCRETO CON 15%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 190 | |
| 07 | CONCRETO CON 15%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 195 | 210 |
| 08 | CONCRETO CON 15%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 216 | |
| 09 | CONCRETO CON 15%V y 10%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 218 | |
| 10 | CONCRETO CON 15%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 149 | 143 |
| 11 | CONCRETO CON 15%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 134 | |
| 12 | CONCRETO CON 15%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 8/10/2022 | 7 | 145 | |
| 13 | CONCRETO CON 15%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 175 | 173 |
| 14 | CONCRETO CON 15%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 165 | |
| 15 | CONCRETO CON 15%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 15/10/2022 | 14 | 178 | |
| 16 | CONCRETO CON 15%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 208 | 211 |
| 17 | CONCRETO CON 15%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 214 | |
| 18 | CONCRETO CON 15%V y 20%RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 212 | |
| 19 | CONCRETO CON 15%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 10/10/2022 | 7 | 159 | 152 |
| 20 | CONCRETO CON 15%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 10/10/2022 | 7 | 145 | |
| 21 | CONCRETO CON 15%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 10/10/2022 | 7 | 153 | |
| 22 | CONCRETO CON 15%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 17/10/2022 | 14 | 163 | 164 |
| 23 | CONCRETO CON 15%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 17/10/2022 | 14 | 164 | |
| 24 | CONCRETO CON 15%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 17/10/2022 | 14 | 166 | |
| 25 | CONCRETO CON 15%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 31/10/2022 | 28 | 226 | 215 |
| 26 | CONCRETO CON 15%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 31/10/2022 | 28 | 206 | |
| 27 | CONCRETO CON 15%V y 30%RCD | 1/10/2022 | 31/10/2022 | 28 | 214 | |

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Firma del Tesista





Anexo 19.1: Concreto
Patron – 7 días



Anexo 19.2: Concreto
Patron – 14 días



Anexo 19.3: Concreto
Patron – 28 días



Anexo 19.4: Concreto 5% V
y 10% RCD – 7 días



Anexo 19.5: Concreto 5% V
y 10% RCD – 14 días



Anexo 19.6: Concreto 5% V
y 10% RCD – 28 días



Anexo 19.7: Concreto 5% V
y 20% RCD – 7 días



Anexo 19.8: Concreto 5% V
y 20% RCD – 14 días



Anexo 19.9: Concreto 5% V
y 20% RCD – 28 días



Anexo 19.10: Concreto
5% V y 30% RCD – 7 días



Anexo 19.11: Concreto
5% V y 30% RCD – 14 días



Anexo 19.12: Concreto
5% V y 30% RCD – 28 días



Anexo 19.13: Concreto
10% V y 10% RCD – 7 días



Anexo 19.14: Concreto
10% V y 10% RCD – 7 días



Anexo 19.15:
Concreto 10% V y 10% RCD



Anexo 19.16: Concreto
10% V y 20% RCD – 7 días



Anexo 19.17: Concreto
10% V y 20% RCD – 7 días



Anexo 19.18: Concreto
10% V y 20% RCD – 7 días



Anexo 19.22: Concreto
15% V y 10%RCD – 7 días

Anexo 19.23: Concreto
15% V y 10%RCD – 14 días

Anexo 19.24: Concreto
15% V y 10%RCD – 28 días



Anexo 19.26: Concreto
15% V y 20%RCD – 14 días



Anexo 19.27: Concreto
15% V y 20%RCD – 28 días



Anexo 19.28: Concreto
15% V y 30%RCD – 7 días



Anexo 19.29: Concreto
15% V y 30%RCD – 14 días



Anexo 19.30: Concreto
15% V y 30%RCD – 28 días

Anexo 20: Ensayo de Resistencia a la Tracción Indirecta



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Teran Luna Juna Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022
Código : NTP 339.084
Título : Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la traccion simple del concreto, por compresion diametral de una probeta

$$f_c = \frac{[(2xP)]}{(3.1416 \times d^*h)}$$

| Código | Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Dias | Diámetro (d) (cm) | Altura (h) (cm) | Carga (P) (Kg) | f _c (Kg/cm ²) | f'c (Kg/cm ²) Promedio |
|--------|-----------------------------------|------------------|-----------------|------|-------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| CP-01 | CONCRETO PATRON | 28/09/2022 | 26/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 14750 | 21 | 23 |
| CP-02 | CONCRETO PATRON | 28/09/2022 | 26/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 17140 | 24 | |
| CVR-01 | CONCRETO PATRON | 28/09/2022 | 26/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 16450 | 23 | 21 |
| CVR-02 | CONCRETO CON 5% VIDRIO Y 10% RCD | 28/09/2022 | 26/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 15950 | 23 | |
| CVR-03 | CONCRETO CON 5% VIDRIO Y 10% RCD | 29/09/2022 | 27/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 15730 | 22 | |
| CVR-04 | CONCRETO CON 5% VIDRIO Y 10% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 12790 | 18 | 19 |
| CVR-05 | CONCRETO CON 5% VIDRIO Y 20% RCD | 28/09/2022 | 26/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 16460 | 23 | |
| CVR-06 | CONCRETO CON 5% VIDRIO Y 20% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 13740 | 19 | |
| CVR-07 | CONCRETO CON 5% VIDRIO Y 20% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 9800 | 14 | 19 |
| CVR-08 | CONCRETO CON 5% VIDRIO Y 30% RCD | 28/09/2022 | 26/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 12600 | 18 | |
| CVR-09 | CONCRETO CON 5% VIDRIO Y 30% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 13820 | 20 | |
| CVR-10 | CONCRETO CON 5% VIDRIO Y 30% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 13710 | 19 | 19 |
| CVR-11 | CONCRETO CON 10% VIDRIO Y 10% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 12700 | 18 | |
| CVR-12 | CONCRETO CON 10% VIDRIO Y 10% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 11540 | 16 | |
| CVR-13 | CONCRETO CON 10% VIDRIO Y 10% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 16230 | 23 | 19 |
| CVR-14 | CONCRETO CON 10% VIDRIO Y 20% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 11430 | 16 | |
| CVR-15 | CONCRETO CON 10% VIDRIO Y 20% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 13880 | 20 | |
| CVR-16 | CONCRETO CON 10% VIDRIO Y 20% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 14130 | 20 | 17 |
| CVR-17 | CONCRETO CON 10% VIDRIO Y 30% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 11050 | 16 | |
| CVR-18 | CONCRETO CON 10% VIDRIO Y 30% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 11970 | 17 | |
| CVR-19 | CONCRETO CON 10% VIDRIO Y 30% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 12510 | 18 | 16 |
| CVR-20 | CONCRETO CON 15% VIDRIO Y 10% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 11910 | 17 | |
| CVR-21 | CONCRETO CON 15% VIDRIO Y 10% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 14060 | 20 | |
| CVR-22 | CONCRETO CON 15% VIDRIO Y 10% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 8620 | 12 | 17 |
| CVR-23 | CONCRETO CON 15% VIDRIO Y 20% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 14600 | 21 | |
| CVR-24 | CONCRETO CON 15% VIDRIO Y 20% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 9910 | 14 | |
| CVR-25 | CONCRETO CON 15% VIDRIO Y 20% RCD | 1/10/2022 | 29/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 11330 | 16 | 18 |
| CVR-26 | CONCRETO CON 15% VIDRIO Y 30% RCD | 3/10/2022 | 31/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 13500 | 19 | |
| CVR-27 | CONCRETO CON 15% VIDRIO Y 30% RCD | 3/10/2022 | 31/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 12270 | 17 | |
| CVR-28 | CONCRETO CON 15% VIDRIO Y 30% RCD | 3/10/2022 | 31/10/2022 | 28 | 15.00 | 30 | 12480 | 18 | |

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

TECNICO DE LABORATORIO

Firma del Tesista



Anexo 20.1: Concreto
Patrón



Anexo 20.2: Concreto 5% V
y 10% RCD



Anexo 20.3: Concreto 5% V
y 20% RCD



Anexo 20.4: Concreto 5% V
y 30% RCD



Anexo 20.5: Concreto
10% V y 10% RCD



Anexo 20.6: Concreto
10% V y 20% RCD



Anexo 20.7: Concreto
10% V y 30% RCD



Anexo 20.8: Concreto
15% V y 10% RCD



Anexo 20.9: Concreto
15% V y 20% RCD



Anexo 20.10: Concreto
15% V y 30% RCD

Anexo 21: Ensayo de Resistencia a la Tracción Flexión



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesistas : Juan Joseph Teran Luna
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de presentaci : Chiclayo, 20 de Noviembre del 2022

Norma : N.T.P. 399.078

Título : Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexion del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

| Muestra | Denominación de Espécimen | Fecha de | Fecha de | Carga | Antigüedad | Módulo de | Módulo de | Módulo de Rotura |
|---------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------------|
| Nº | | Vaciado | Ensayo | (N) | del | Rotura | Rotura | (Kg/cm2)) |
| | | | | | Espécimen | (MPa) | (Kg/cm2) | Promedio |
| 01 | Concreto Patron F'c : 175 kg/cm2 | 4/10/2022 | 1/11/2022 | 31871.45 | 28 | 4.25 | 43.33 | 37.00 |
| 02 | Concreto Patron F'c : 175 kg/cm2 | 4/10/2022 | 1/11/2022 | 22555.18 | 28 | 3.01 | 30.67 | |
| 03 | Concreto con 5% Vidrio + 10% RCD | 4/10/2022 | 1/11/2022 | 31184.988 | 28 | 4.16 | 42.40 | 40.07 |
| 04 | Concreto con 5% Vidrio + 10% RCD | 4/10/2022 | 1/11/2022 | 27752.678 | 28 | 3.70 | 37.73 | |
| 05 | Concreto con 5% Vidrio + 20% RCD | 4/10/2022 | 1/11/2022 | 29812.064 | 28 | 3.97 | 40.53 | 39.93 |
| 06 | Concreto con 5% Vidrio + 20% RCD | 4/10/2022 | 1/11/2022 | 28929.47 | 28 | 3.86 | 39.33 | |
| 07 | Concreto con 5% Vidrio + 30% RCD | 5/10/2022 | 2/11/2022 | 23143.576 | 28 | 3.09 | 31.47 | 41.20 |
| 08 | Concreto con 5% Vidrio + 30% RCD | 5/10/2022 | 2/11/2022 | 37461.212 | 28 | 4.99 | 50.93 | |
| 09 | Concreto con 10% Vidrio + 10% RCD | 5/10/2022 | 2/11/2022 | 27458.48 | 28 | 3.66 | 37.33 | 40.07 |
| 10 | Concreto con 10% Vidrio + 10% RCD | 5/10/2022 | 2/11/2022 | 31479.186 | 28 | 4.20 | 42.80 | |
| 11 | Concreto con 10% Vidrio + 20% RCD | 5/10/2022 | 2/11/2022 | 28635.272 | 28 | 3.82 | 38.93 | 38.20 |
| 12 | Concreto con 10% Vidrio + 20% RCD | 5/10/2022 | 2/11/2022 | 27556.546 | 28 | 3.67 | 37.47 | |
| 13 | Concreto con 10% Vidrio + 30% RCD | 5/10/2022 | 2/11/2022 | 37167.014 | 28 | 4.96 | 50.53 | 46.87 |
| 14 | Concreto con 10% Vidrio + 30% RCD | 5/10/2022 | 2/11/2022 | 31773.384 | 28 | 4.24 | 43.20 | |
| 15 | Concreto con 15% Vidrio + 10% RCD | 6/10/2022 | 3/11/2022 | 27262.348 | 28 | 3.63 | 37.07 | 38.73 |
| 16 | Concreto con 15% Vidrio + 10% RCD | 6/10/2022 | 3/11/2022 | 29713.998 | 28 | 3.96 | 40.40 | |
| 17 | Concreto con 15% Vidrio + 20% RCD | 6/10/2022 | 3/11/2022 | 34911.496 | 28 | 4.65 | 47.47 | 43.60 |
| 18 | Concreto con 15% Vidrio + 20% RCD | 6/10/2022 | 3/11/2022 | 29223.668 | 28 | 3.90 | 39.73 | |
| 19 | Concreto con 15% Vidrio + 30% RCD | 6/10/2022 | 3/11/2022 | 25301.028 | 28 | 3.37 | 34.40 | 35.13 |
| 20 | Concreto con 15% Vidrio + 30% RCD | 6/10/2022 | 3/11/2022 | 26379.754 | 28 | 3.52 | 35.87 | |

Firma del Tesista





Anexo 21.1: Concreto Patrón



Anexo 21.2: Concreto 5% V y 10%RCD



Anexo 21.3: Concreto 5% V y 20%RCD



Anexo 21.4: Concreto 5% V y 30%RCD



Anexo 21.5: Concreto 10% V y 10%RCD



Anexo 21.6: Concreto 10% V y 20%RCD



Anexo 21.7: Concreto
10% V y 30% RCD



Anexo 21.8: Concreto
15% V y 10% RCD



Anexo 21.9: Concreto
15% V y 20% RCD



Anexo 21.10: Concreto
15% V y 30% RCD

Anexo 22: Ensayo de Resistencia por Abrasión al concreto



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycir.com

Solicitud de Ensayo : **0911A-22/ LEMS W&C**
Solicitante : Juan Joseph Teran Luna
Tesis :
Análisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chilayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Miércoles, 09 de noviembre del 2022.

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

| Muestra | Descripción o nombre de la muestra | Fecha Vaciado | Fecha Ensayo | Edad (días) | Tiempo Abrasión (Minutos) | ciclo | Carga (N) | Masa Inicial (g) | Masa Final (g) | Desgaste (g) | Desgaste (%) |
|---------|------------------------------------|---------------|--------------|-------------|---------------------------|-------|-----------|------------------|----------------|--------------|--------------|
| M-1 | Concreto Patron | 10-Oct | 07-Nov | 28 | 2 | 3 | 98 | 1549 | 1541 | 7 | 0.46 |
| M-2 | 5%V + 10%RCD | 10-Oct | 07-Nov | 28 | 2 | 3 | 98 | 1492 | 1488 | 4 | 0.27 |
| M-3 | 5%V + 20%RCD | 10-Oct | 07-Nov | 28 | 2 | 3 | 98 | 1619 | 1617 | 3 | 0.16 |
| M-4 | 5%V + 30%RCD | 10-Oct | 07-Nov | 28 | 2 | 3 | 98 | 1409 | 1407 | 2 | 0.15 |
| M-5 | 10%V + 10%RCD | 10-Oct | 07-Nov | 28 | 2 | 3 | 98 | 1539 | 1536 | 3 | 0.19 |
| M-6 | 10%V + 20%RCD | 10-Oct | 07-Nov | 28 | 2 | 3 | 98 | 1443 | 1433 | 10 | 0.70 |
| M-7 | 10%V + 30%RCD | 10-Oct | 07-Nov | 28 | 2 | 3 | 98 | 1582 | 1571 | 11 | 0.69 |
| M-8 | 15%V + 10%RCD | 10-Oct | 07-Nov | 28 | 2 | 3 | 98 | 1419 | 1413 | 6 | 0.41 |
| M-9 | 15%V + 20%RCD | 10-Oct | 07-Nov | 28 | 2 | 3 | 98 | 1457 | 1445 | 12 | 0.81 |
| M-10 | 15%V + 30%RCD | 10-Oct | 07-Nov | 28 | 2 | 3 | 98 | 1469 | 1464 | 5 | 0.36 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP - 246984


Firma del Testista

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 07 de junio del 2023

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

**Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado “Análisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022”.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** al estudiante Juan Joseph Teran Luna identificado con DNI N° 73078734 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado “Análisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca - 2022” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio - ASTM C944-12 (10)

Atentamente.




LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL



Anexo 22.1: Muestra Patrón



Anexo 22.2: Muestra 5% V
y 10% RCD



Anexo 22.3: Muestra 5% V
y 20% RCD



Anexo 22.4: Muestra 5% V
y 30% RCD



Anexo 22.5: Muestra 10% V
y 10% RCD



Anexo 22.6: Muestra 10% V
y 20% RCD



Anexo 22.7: Muestra 10% V
y 30% RCD



Anexo 22.8: Muestra 15% V
y 10% RCD



Anexo 22.9: Muestra 15% V
y 20% RCD



Anexo 22.10: Muestra
15% V y 30% RCD

Anexo 23: Resistencia a la compresión – Desviación Estándar



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Teran Luna Juna Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto : Analisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Febrero del 2023
Código : N.T.P. 339,034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

| Código | Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Días | f'c (Kg/cm ²) |
|--------|---|------------------|-----------------|------|---------------------------|
| DE-01 | Dev. Est. Muestra 1 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 266 |
| DE-02 | Dev. Est. Muestra 2 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 275 |
| DE-03 | Dev. Est. Muestra 3 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 255 |
| DE-04 | Dev. Est. Muestra 4 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 245 |
| DE-05 | Dev. Est. Muestra 5 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 256 |
| DE-06 | Dev. Est. Muestra 6 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 248 |
| DE-07 | Dev. Est. Muestra 7 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 265 |
| DE-08 | Dev. Est. Muestra 8 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 243 |
| DE-09 | Dev. Est. Muestra 9 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 266 |
| DE-10 | Dev. Est. Muestra 10 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 270 |
| DE-11 | Dev. Est. Muestra 11 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 252 |
| DE-12 | Dev. Est. Muestra 12 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 248 |
| DE-13 | Dev. Est. Muestra 13 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 245 |
| DE-14 | Dev. Est. Muestra 14 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 260 |
| DE-15 | Dev. Est. Muestra 15 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 265 |
| DE-16 | Dev. Est. Muestra 16 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 265 |
| DE-17 | Dev. Est. Muestra 17 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 260 |
| DE-18 | Dev. Est. Muestra 18 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 249 |
| DE-19 | Dev. Est. Muestra 19 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 261 |
| DE-20 | Dev. Est. Muestra 20 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 269 |
| DE-21 | Dev. Est. Muestra 21 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 257 |
| DE-22 | Dev. Est. Muestra 22 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 266 |
| DE-23 | Dev. Est. Muestra 23 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 263 |
| DE-24 | Dev. Est. Muestra 24 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 265 |
| DE-25 | Dev. Est. Muestra 25 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 260 |
| DE-26 | Dev. Est. Muestra 26 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 265 |
| DE-27 | Dev. Est. Muestra 27 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 266 |
| DE-28 | Dev. Est. Muestra 28 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 245 |
| DE-29 | Dev. Est. Muestra 29 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 269 |
| DE-30 | Dev. Est. Muestra 30 f'c = 175 kg/cm ² | 31/01/2023 | 27/02/2023 | 28 | 263 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





Tesista : Teran Luna Juna Joseph
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto : Análisis del concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Febrero del 2023
Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

| Código | Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Días | F _c (Kg/cm ²) |
|--------|---|------------------|-----------------|------|--------------------------------------|
| DE-31 | Desv. Est. Muestra 31 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 260 |
| DE-32 | Desv. Est. Muestra 32 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 247 |
| DE-33 | Desv. Est. Muestra 33 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 255 |
| DE-34 | Desv. Est. Muestra 34 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 263 |
| DE-35 | Desv. Est. Muestra 35 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 261 |
| DE-36 | Desv. Est. Muestra 36 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 249 |
| DE-37 | Desv. Est. Muestra 37 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 246 |
| DE-38 | Desv. Est. Muestra 38 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 258 |
| DE-39 | Desv. Est. Muestra 39 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 261 |
| DE-40 | Desv. Est. Muestra 40 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 247 |
| DE-41 | Desv. Est. Muestra 41 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 249 |
| DE-42 | Desv. Est. Muestra 42 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 261 |
| DE-43 | Desv. Est. Muestra 43 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 250 |
| DE-44 | Desv. Est. Muestra 44 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 247 |
| DE-45 | Desv. Est. Muestra 45 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 249 |
| DE-46 | Desv. Est. Muestra 46 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 260 |
| DE-47 | Desv. Est. Muestra 47 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 243 |
| DE-48 | Desv. Est. Muestra 48 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 266 |
| DE-49 | Desv. Est. Muestra 49 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 263 |
| DE-50 | Desv. Est. Muestra 50 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 254 |
| DE-51 | Desv. Est. Muestra 51 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 266 |
| DE-52 | Desv. Est. Muestra 52 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 254 |
| DE-53 | Desv. Est. Muestra 53 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 261 |
| DE-54 | Desv. Est. Muestra 54 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 258 |
| DE-55 | Desv. Est. Muestra 55 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 250 |
| DE-56 | Desv. Est. Muestra 56 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 269 |
| DE-57 | Desv. Est. Muestra 57 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 264 |
| DE-58 | Desv. Est. Muestra 58 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 260 |
| DE-59 | Desv. Est. Muestra 59 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 252 |
| DE-60 | Desv. Est. Muestra 60 F _c = 175 kg/cm ² | 1/02/2023 | 28/02/2023 | 28 | 245 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




INFORME N° LEM USAT 027-2023

FECHA: 08 de Junio 2023

Validación de Ensayos de Laboratorio

ESTUDIANTE: Juan Joseph Terán Luna

TITULO DE LA TESIS: Análisis Comparativo de concreto simple tradicional con concreto reciclado agregando diferentes porcentajes de vidrio molido y RCD para uso en veredas en Pomalca – 2022.

El que suscribe, responsable del laboratorio de ingeniería Civil ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizado por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

Propiedades físicas del Agregado Fino y Grueso

- Granulometría
- Peso unitario suelto y compactado
- Contenido de humedad
- Peso específico y absorción

Propiedades físicas del vidrio molido

- Granulometría
- Peso específico y absorción

Propiedades físicas del RCD

- Granulometría
- Peso unitario suelto y compactado
- Contenido de humedad
- Peso específico y absorción

Propiedades físicas y mecánicas del concreto

- Trabajabilidad
- Temperatura
- Peso unitario
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción indirecta
- Resistencia a la flexión

Lugar: Laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L.

- Resistencia a la abrasión

Lugar: Laboratorio de ensayos de materiales FEMARTI SAC. Constructora y Servicios generales

- Contenido de sales soluble, cloruros y sulfatos

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.



Henry Rivadeneira Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental