



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales. CUSCO – 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Arnado Suca, Alexander (ORCID: 0000-0002-6139-0570)

ASESOR:

Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

CALLAO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi Madre, JUSTA SUCA CÉSPEDES por darme la vida, por motivarme a seguir adelante y enseñarme que las cosas buenas se las gana con el sacrificio y el sudor de la frente y que gracias a su enorme apoyo incondicional pude concluir mis estudios universitarios y así pude cumplir una parte de mis objetivos que siempre anhelé.

A mis grandes Abuelos, CELESTINO SUCA y MIGUELINA CÉSPEDES que siempre estaban a mi lado quienes me brindaron su enorme apoyo de motivación y aliento en cada momento de la vida y sobre todo en mis estudios universitarios.

A mis tíos y a mis hermanas que también me brindaron su apoyo incondicional, quienes me enseñaron el valor de la perseverancia, por su cariño y sobre todo su apoyo de aliento en cada momento.

A mis amigos y mis compañeros de la Universidad que también me brindaron su enorme amistad y que siempre estaban a mi lado en cada momento.

AGRADECIMIENTO

Mi enorme agradecimiento a nuestro creador Padre celestial por darme su bendición, cuidarme, protegerme y sobre todo ensañarme el camino correcto en cada momento de mi vida, por permitirme concluir con toda normalidad esta hermosa carrera.

A la Universidad Cesar Vallejo por permitirme ser parte de esta familia universitaria permitiéndome continuar con mi carrera profesional y así seguir adelante.

A mis docentes del Colegio JOSÉ BERNARDO ALCEDO que me enseñaron que los valores y la humildad son lo primero y que siempre me incentivaron y me motivaron a ser algo más en la vida.

A mis docentes de la UNIVERSIDAD, quienes con su ayuda y su experiencia profesional y laboral contribuyeron en mi formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	17
3.2 Variable y operacionalización.....	18
3.3 Población y muestra.....	18
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	18
3.5 Procedimiento	20
3.6 Método de Análisis de Datos.....	22
3.7 Aspectos Éticos.....	22
IV. RESULTADOS	23
4.1 Ensayos realizados	23
4.2 Método del Comité ACI 211.1 para el Diseño.	26
4.2.1 Diseño de mezcla patrón (0% AGR) $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	30
4.2.2 Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con 25% de AGR y 75% AGN..	33
4.2.3 Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con 50% de AGR y 50% AGN..	36
4.3 Resultados obtenidos en el Laboratorio de los testigos	39
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de probetas para el ensayo	18
Tabla 2. Ensayos realizados de acuerdo con la Norma	19
Tabla 3. Granulometría del Agregado Fino de acuerdo (ASTM C33)	23
Tabla 4. Granulometría del Agregado Grueso de acuerdo (ASTM C33)	24
Tabla 5. Granulometría del Agregado Grueso Reciclado de acuerdo (ASTM C33)	25
Tabla 6. Propiedades físicas de los agregados de acuerdo con la norma	26
Tabla 7. Contenido de aire atrapado.....	26
Tabla 8. Relación Agua Cemento por Resistencia.....	27
Tabla 9. Volumen unitario del agua en concretos sin aire incorporado.....	28
Tabla 10. Volumen de Agregado Grueso por unidad de volumen de concreto ASTM C29.....	29
Tabla 11. Características de diseño del concreto	29
Tabla 12. Propiedades del agregado	30
Tabla 13. Valores de Diseño de los agregados en seco	31
Tabla 14. Valores de diseño corregidos por humedad.....	32
Tabla 15. Proporción equivalente en peso.....	32
Tabla 16. Propiedades del agregado	33
Tabla 17. Valores de Diseño de los agregados en estado seco	34
Tabla 18. Valores de diseño corregidos por humedad.....	35
Tabla 19. Proporción en peso equivalente.....	35
Tabla 20. Propiedades del agregado	36
Tabla 21. Valores de Diseño de los agregados en seco	37
Tabla 22. Valores de diseño corregidos por humedad.....	38
Tabla 23. Proporción en peso equivalente.....	38
Tabla 24. Resultados de la resistencia a compresión 07 Días.....	39
Tabla 25. Resultados de la resistencia a compresión 14 Días.....	39
Tabla 26. Resultados de la resistencia a compresión 28 Días.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 01. Mapa de Ubicación de la investigación	2
Figura 02. Proyecto vía expresa tramo San Sebastián	3
Figura 03. Estado en el que se encuentra el material (concreto) proveniente de la demolición de la vía Expresa.....	3
Figura 04. Proceso de chancado del agregado	21
Gráfico 01. Resistencia promedio del concreto (f_c) en los días de curado.....	22
Gráfico 02. Granulométrico del Agregado Fino de acuerdo (ASTM C33)	23
Gráfico 03. Granulometría del Agregado Grueso de acuerdo (ASTM C33)	24
Gráfico 04. Granulometría del Agregado Grueso Reciclado de acuerdo (ASTM C33)	25
Gráfico 05. Evolución del concreto utilizando AGR: 0%, 25% y 50%.....	40

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar mezcla de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021. Con el propósito de utilizar residuos sólidos en la elaboración de concretos nuevos que brinden resistencia a compresión igual o mejor que un concreto convencional. Esta investigación se enfoca en una metodología cuantitativa de tipo Aplicada, diseño no Experimental, de nivel Correlacional. En esta investigación se realizaron un total de 27 especímenes de concreto (09 patrón y 09 para cada proporción de 25% y 50%) utilizando probetas cilíndricas normalizadas de 30cm x 15cm, a los 7,14 y 28 días de curado se realizaron las pruebas de resistencia a compresión en la que se obtuvo resultados favorables en el diseño de concreto con la sustitución de agregado grueso reciclado (AGR) en proporciones de 25% con un valor de $f'c = 174.27 \text{ kg/cm}^2$ y 50% con un valor de $f'c = 176.99 \text{ kg/cm}^2$ equivalentes al 99.58 % y 101.14% respectivamente, se observa una ligera variación en las que se concluye: la aplicación de ambas proporciones de agregado grueso reciclado resulta admisible para la resistencia de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la elaboración de pavimentos peatonales.

Palabras Clave: Concreto, Agregado reciclado, Resistencia a compresión.

ABSTRACT

The present research aims to design concrete mix $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ using coarse aggregate obtained from demolition waste for the construction of pedestrian pavements in Cusco 2021. With the purpose of using solid waste in the elaboration of new concrete that provides compressive strength equal to or better than conventional concrete. This research focuses on a quantitative methodology of the Applied type, non-Experimental design, of the Correlational level. In this investigation, a total of 27 concrete specimens were made (09 pattern and 09 for each proportion of 25% and 50%) using standard cylindrical specimens of 30cm x 15cm, at 7.14 and 28 days of curing the tests were performed of compressive strength in which favorable results were obtained in the concrete design with the substitution of recycled coarse aggregate (AGR) in proportions of 25% with a value of $f'c = 174.27 \text{ kg / cm}^2$ and 50% with a value of $f'c = 176.99 \text{ kg / cm}^2$ equivalent to 99.58% and 101.14% respectively, a slight variation is observed in which it is concluded: the application of both proportions of recycled coarse aggregate is admissible for the resistance of $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ for the elaboration of pedestrian pavements.

Keywords: Concrete, Recycled aggregate, Compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

El país, actualmente se encuentra en un estado de crecimiento en el ámbito de la construcción debido al incremento masivo de la población y esta conlleva al incremento y la demanda en el uso de la vía pública, actualmente se desechan enormes cantidades de concreto que proviene de muchos factores, principalmente de la demolición de infraestructura y estas impactan negativamente en el medio ambiente ya que estas se generan de mayor cantidad en las zonas urbanas y esta conlleva al uso de diferentes mecanismos en el control de los materiales reciclados.

La vía expresa una de las vías más importantes del Cusco ya que une más de tres Distritos y se trata de una vía estratégica para descongestionar las avenidas paralelas principalmente la Av. de la Cultura, esta vía se encuentra en un estado de abandono por muchos años debido a la falta de mantenimiento y a la poca importancia por parte de la entidad responsable.

En este escenario actual se establece que el sistema vial de la ciudad resulta muy ineficiente, donde en muchos sectores se puede apreciar la baja articulación de diversos espacios urbanos, apreciándose también la falta de señalización en la vía pública, deterioro, discontinuidad vial y/o falta de mantenimiento de sus principales vías entre otros aspectos, donde la demanda de los medios de transporte no es satisfecha por la oferta existente en el ámbito urbano.

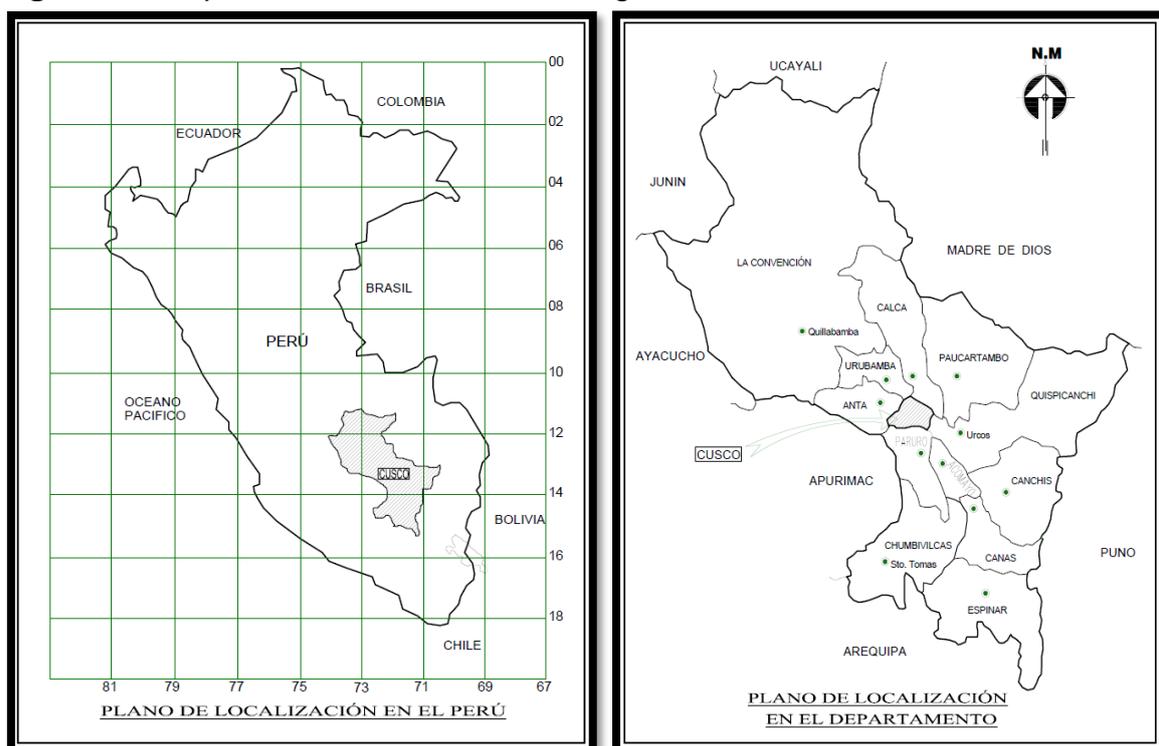
La vía expresa, proyecto que actualmente se viene ejecutando con el nombre “Mejoramiento integral de la vía expresa de la ciudad del Cusco: Óvalo los Libertadores – Puente costanera – Nodo Versalles”, comprende gran parte de los Distritos de Wanchaq, San Sebastián y San Jerónimo, que tiene una extensión de 6.87 Km. Que viene siendo Financiado por el Banco Mundial por medio del Gobierno Regional del Cusco.

Como **realidad problemática** pude evidenciar el estado en que se encuentra las inmensas cantidades de desechos de concreto que se genera producto de los trabajos de demolición que se realiza actualmente en el proyecto de la vía Expresa, los desechos de este material no renovable afectan considerablemente al entorno y por ello al medio ambiente, ya que la ciudad del Cusco no abastece la demanda para el acopio de estos residuos sólidos debido a la falta de planificación.

Por tal motivo, buscamos reutilizar estos residuos en reemplazo porcentual a los agregados naturales que provienen de canteras, cumpliendo las mismas o mejores propiedades físicas que un agregado convencional y que esta nos permita tener el diseño de concreto adecuado de acuerdo con los estándares de calidad que nos indica la Norma.

La realidad problemática parte desde el punto de ubicación del proyecto en ejecución ubicado en el Departamento de Cusco, Provincia del Cusco, tramo (Distrito de San Sebastián).

Figura 01. Mapa de Ubicación de la investigación

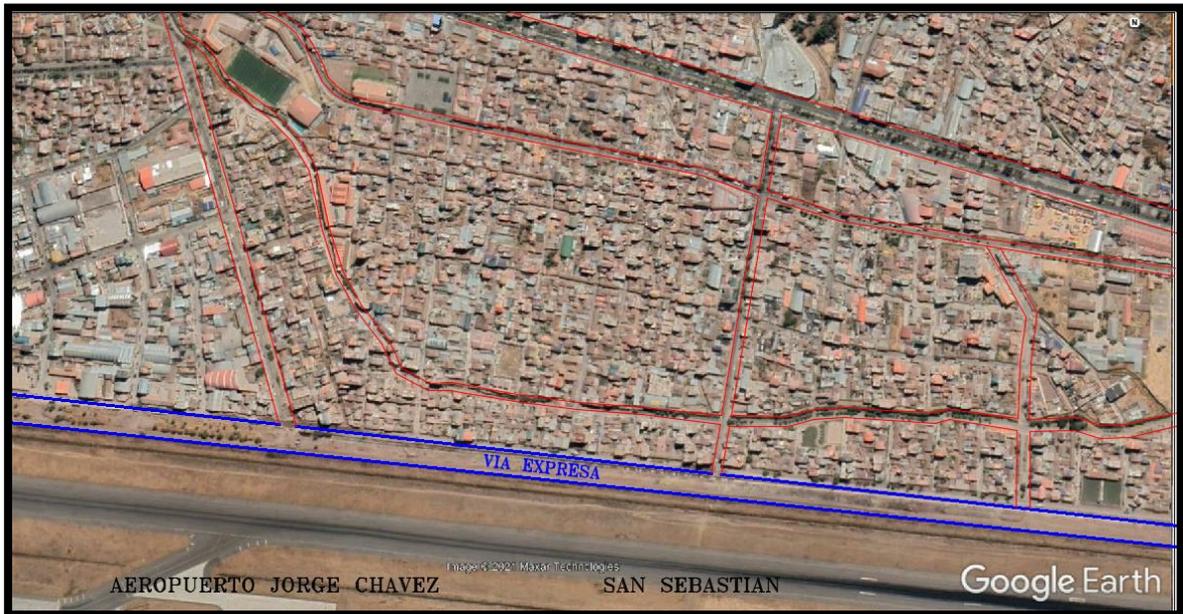


Fuente: Propia.

La vía expresa tiene una trayectoria muy importante que articula varios Distritos de la provincia del Cusco como son: San Jerónimo, San Sebastián y Wanchaq. La recuperación de esta vía es de mucha importancia, permitiéndonos interactuar de

manera más eficiente entre cada uno de estos distritos y de tal manera regular el tráfico de las vías alternas.

Figura 02. Proyecto vía expresa tramo San Sebastián



Fuente: Google Earth.

Figura 03. Estado en el que se encuentra el material (concreto) proveniente de la demolición de la vía Expresa



Fuente: Propia.

El **problema general** responde a la pregunta: ¿Cómo diseñar concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021?

Además, se tiene como **primer problema específico** la pregunta ¿Cómo reciclar agregado grueso para producir concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021?

He visto por conveniente plantear el **segundo problema específico** la pregunta: ¿Qué ensayos de calidad se realizarán para el diseño de mezcla $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021?

He visto por conveniente plantear el **tercer problema específico** la pregunta: ¿Cómo verificar la calidad del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021?

He considerado como **objetivo general**, Diseñar mezcla de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021.

He considerado como **primer objetivo específico**, Determinar el Lugar y cantidad de residuo de demolición que se obtendrán para la producción de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021.

He considerado como **segundo objetivo específico**, Realizar los ensayos de calidad para el diseño de mezcla $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021.

He considerado como **tercer objetivo específico**, Determinar el porcentaje óptimo de agregado grueso reciclado a ser utilizado en el diseño de mezcla para concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021.

Como **hipótesis general** de investigación detallo lo siguiente: Utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición, se puede diseñar concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco – 2021.

Considero como **primer Hipótesis específico** lo siguiente: Se puede producir agregado grueso en cantidad y calidad de los residuos de demolición para la producción de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021.

Considero como **segunda hipótesis específico** lo siguiente: El resultado de los ensayos de calidad del agregado para el diseño de mezcla de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso reciclado reúne los requisitos exigidos por la Norma ASTM y NTP.

Considero como **tercera hipótesis específico** lo siguiente: El concreto diseñado con agregado grueso reciclado cumple con los parámetros de resistencia y durabilidad exigidos para la producción de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

Como **Antecedentes Internacionales** referentes al desarrollo de la tesis, según Cárdenas (2020) con su tema de tesis “Revisión documental sobre concretos reciclados y su resistencia a ensayos de compresión”, esta investigación se realizó con el propósito de obtener el título de Ingeniero Civil realizado en la universidad Católica de Colombia. Su objetivo referente a los concretos que se diseñaron con materiales reciclados que provienen de la demolición de estructuras. Evaluando los efectos positivos y negativos respecto a la resistencia de diseño y sus propiedades mecánicas. Como problema general indica ¿Qué impacto tendrá la resistencia a compresión sustituyendo agregados naturales por reciclados?, teniendo en cuenta revisión de diferentes documentos en las que se menciona estudios de diferentes autores respecto a los desechos generados principalmente por la actividad constructiva para posteriormente analizar y comparar cada una con el fin de determinar su comportamiento de los materiales en los ensayos de esfuerzo a compresión. Por lo tanto, concluye que el uso del agregado reciclado es beneficioso ya que reduce el impacto negativo para el medio ambiente, es favorable el uso de los agregados reciclados en un remplazo que no exceda el 30% de su proporción.

Según los autores: Atilano, Cuevas, Muñoz, Arroyo (2019) en México, quienes realizaron la investigación “Comportamiento de un concreto especial experimental elaborado con agregado reciclado” esta investigación se realizó con el propósito de obtener el título de Ingeniero Civil realizado en la universidad Autónoma de Guerrero. Utilizaron muestras de demolición obtenidas de la facultad de ingeniería, se realizaron los procedimientos de los ensayos en el laboratorio como la extracción del agregado grueso (grava) aplicando estrictamente las normas mexicanas. Una vez realizado correspondientes a los agregados finos, gruesos y reciclados, seguidamente se diseñó mezcla de concreto aplicando el método ACI para resistencia $f'c=30$ MPa. Los resultados fueron favorables ya que la resistencia en los 28 días de tratamiento se obtuvo $f'c= 32.37$ MPa, esto indica que se pueden aplicar agregados reciclados producto de las demoliciones siempre en cuando cumplan con los procedimientos establecidos por la norma.

Para el autor Arias (2017) quien realizó la presente tesis de investigación “Propiedades Físico-mecánicas del hormigón elaborado con áridos reciclados” esta investigación se realizó con el propósito de lograr el título de Ingeniero Civil realizado en la universidad del Ecuador. Nos menciona su principal objetivo evaluar sus principales propiedades mecánicas del hormigón realizado con áridos reciclados. También concluye que los hormigones reciclados pueden llegar en la resistencia a compresión a porcentajes altos en los primeros 7 días de curado reemplazando en un 30% y 50% con agregados reciclados en comparación al concreto patrón, se puede obtener concretos reciclados siempre en cuando sus propiedades físicas como mecánicas sean idénticas a la de un concreto tradicional por lo que la resistencia final oscilará en un -20% al concreto patrón, en cualquiera de los casos el uso del concreto reciclado es factible y se recomienda utilizar aditivos para su mejor trabajabilidad, también en el uso para elementos no estructurales.

Según el Autor Martínez (2021) en España, quien desarrolló la investigación “Evaluación de áridos Reciclados de hormigón en la producción de Hormigones autocompactantes y morteros de cemento” Realizado en la Universidad de León. Nos menciona que el uso de áridos resuelve positivamente los impactos negativos a favor del medio ambiente y la reducción significativa de los recursos naturales (sobreexplotación), por ello es importante comprender el rol de las propiedades de los áridos reciclados ya que influyen en el cálculo de la dosificación. Se realizó la sustitución de árido grueso por áridos reciclados en las proporciones de 20%, 50% y 100% con el propósito de comparar, se estudiaron las características de cada material realizando las pruebas de compatibilidad en el estado fresco y endurecido del concreto, de acuerdo a los resultados obtenidos, los morteros aplicando áridos reciclados presentan una ligera resistencia inferior respecto al patrón, pero dentro de los estándares normativos por lo que se sugiere utilizar estos áridos como remplazo porcentual con total garantía.

Según los Autores Ronquillo & Verdugo (2019) quienes desarrollaron la siguiente tesis “Uso de hormigones reciclados de residuos de construcción y demolición

como agregados para hormigón”, esta investigación se realizó con el propósito de obtener el título de Ingeniero Civil realizado en la universidad Laica Vicente Rocafuerte Ubicado en la ciudad de Guayaquil - Ecuador. De acuerdo con su objetivo general: Analizar el uso de los hormigones reciclados en remplazo a los agregados tradicionales con similares propiedades y características que garanticen durabilidad y una buena resistencia. Se realizo testigos de $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado reciclado en las que se obtuvieron de acuerdo con los ensayos de resistencia resultados de $f'c=213.82$ kg/cm² equivalente a un 101.82%, por lo cual cumple con las características requeridas, en conclusión, es recomendable el uso de hormigones reciclados.

Como **Antecedentes Nacionales** referentes al desarrollo de la presente tesis, Según Nuñuvero (2019) en Chimbote con su tema “Dosificación para la elaboración de concreto $f'c=175$ kg/cm² usando los residuos de demoliciones de concreto estructural como agregado grueso” Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil mediante la Universidad César Vallejo. Menciona como objetivo principal determinar la dosificación de concreto mencionado, nos indica que realizó los ensayos de laboratorio correspondientes al agregado y al concreto en la cual aplicó teorías y normas relacionadas al concreto en las cuales utilizó la técnica de observación en la obtención de datos por lo que se tiene en cuenta la cantidad de probetas que se ensayaron: 30 probetas elaborados con sustitución de agregados reciclados y 15 probetas con agregados naturales (concreto patrón) aplicando la NTP. 339-033. Concluyó que, de acuerdo con los parámetros establecidos los resultados que se obtienen del ensayo resistencia a compresión son lo siguiente: Concreto elaborado con agregados naturales $f'c=178.8$ kg/cm², concreto elaborado con sustitución de agregados reciclados $f'c = 174.9$ kg/cm², concluye que se pueden obtener diseños de mezcla adecuados para la construcción utilizando agregados reciclados con el fin de obtener desarrollos sostenibles con el medio ambiente.

Para Erazo (2018), quien realizó su tema de tesis “Evaluación del diseño de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales”, tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima – Perú. Nos indica la dosificación con un 65% de AFN y 35% AFR, con un 100% de agregado grueso natural (AGN), todas estas ensayados bajo la Norma técnica Peruana. Calculados sus propiedades físicas se procedió al diseño de concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ aplicando el método ACI, teniendo en cuenta la dosificación: 1:2:3:2.7/30.4lt/bolsa $a/c= 0.71$, obteniendo el ensayo al concreto fresco: SLUMP= 3”, posteriormente se realizaron ensayos de compresión a los especímenes endurecidos obteniendo un 39% mayor a la resistencia de diseño. En conclusión, menciona que: el uso de materiales reciclados resulta más rentable además de alcanzar resistencias mayores al 100%, garantizando el uso en concretos no estructurales tales como veredas y sardineles.

De acuerdo con Cruz & Palomino (2018) en Huaycán Lima, quienes realizaron el tema de investigación “Diseño de concreto reciclado para las vías peatonales”, Investigación realizada para la obtención de título de Ingeniero Civil por la Universidad Cesar Vallejo. Describe que se utilizó Escombros de concreto reciclado provenientes de ensayos en laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina, para la elaboración del concreto reciclado y el uso en vías peatonales se debe asegurar una resistencia de diseño a compresión de 175 kg/cm^2 , se realizaron testigos para su medición a los 7, 14 y 28 días de curado con remplazo de AGR en las proporciones: 0%, 20%, 50% y 100% respectivamente. Los resultados adquiridos por medio de ensayos nos indican que la diferencia de un concreto reciclado y otro natural son semejantes y cumplen con la resistencia óptima para la elaboración de veredas.

De acuerdo con la tesis de Machaca (2019) en la ciudad de Juliaca, con su tema “Evaluación del concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso de concreto simple”, Tesis para la

obtención de título de Ingeniero Civil en la Universidad privada Peruana Unión. Indica que el propósito de su investigación se debe a la cantidad de nuevas construcciones en las cuales genere demoliciones. Se determinaron las dosificaciones del concreto con diseño $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ aplicando los métodos ACI y Global en las cuales se utilizaron la sustitución de agregado grueso en porcentajes de 5 y 10 en remplazo proporcional del agregado natural, para la obtención del agregado reciclado, se hizo la prueba del esclerómetro para determinar las condiciones óptimas. Estos resultados del ensayo al concreto endurecido nos indican que obtuvieron valores de 188.54 kg/cm^2 y 175.08 kg/cm^2 en los porcentajes: 5% y 10% respectivamente a los 28 días de curado, por lo cual, el concreto patrón alcanzó la resistencia a compresión de 176.88 kg/cm^2 , obteniendo resultados mayores al 100%. En conclusión, se recomienda el uso de agregados reciclados en 5% y 10% como remplazo al agregado grueso natural y de esta manera nos permite optimizar agregados naturales.

Para Cubas & Cabrera (2019) con su tema de investigación "Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional", tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil por la Universidad Peruana Unión. Nos indica que utilizó concreto reciclado para la obtención de AGR, se elaboraron 192 especímenes en probetas para concreto en las cuales se sustituyen agregado grueso natural en 10, 20, 30 y 40 por ciento con AGR, se analizaron diferentes resistencias del concreto: 14 MPa, 17.5 MPa, 21 MPa, 28 MPa en los respectivos días (7, 14 y 28) de curado aplicando el método ACI 211.1, las propiedades físicas como mecánicas del agregado se realizaron aplicando la NTP en las cuales se obtuvo resultados favorables, teniendo en cuenta que los agregados reciclados poseen la propiedad de absorción elevada. Los resultados finales ensayados a resistencia en compresión después de los 28 días nos indica: El diseño de AGR con 10% obtiene un comportamiento adecuado con resultados que varían de un 2.79% hasta un 14.47% con relación al diseño patrón, por lo tanto, es viable utilizar hasta 10 % de agregado reciclado en la adición dando como resultado favorable en la elaboración de concretos convencionales.

De acuerdo con Meléndez (2016) en Huaraz con su tema “utilización del concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ”, Investigación realizada con el fin de conseguir el título de Ingeniero Civil por la Universidad San Pedro. Nos indica el uso del escombros en agregado gruesos y finos para el diseño de concretos nuevos, para examinar la resistencia a compresión se realizó un diseño de concreto patrón y otra con reciclado aplicando la norma, se establecieron 03 muestras con agregado reciclado y 03 muestras con agregado patrón para la resistencia $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ utilizando relación agua cemento equivalente a 0.59 para los dos diseños, a los 07 días de curado el concreto natural alcanzo una resistencia de 177.10 kg/cm^2 que equivale al 84% y el concreto aplicando material reciclado a una resistencia promedio 163.10 kg/cm^2 equivalente a un 78%, a los 14 días de curado el concreto natural alcanzó una resistencia 207.9 kg/cm^2 equivalente al 99% y el concreto utilizando agregado reciclado 185.5 kg/cm^2 equivalente a un 88%, por ultimo a los 28 días de curado el concreto natural alcanzó una resistencia 213.8 kg/cm^2 equivalente al 102% y el concreto reciclado a resistencia promedio de 199.7kg/cm^2 equivalente a un 95%. En conclusión, el comportamiento del agregado reciclado tiene un buen comportamiento en comparación del agregado natural por lo que se recomienda que puede ser utilizado como agregado.

Como podemos apreciar, los diversos autores que realizaron la investigación basada en el uso de escombros concluyen que, utilizar residuos sólidos en sustitución de agregado fino y/o grueso, se puede obtener concretos que determinen una resistencia óptima para el uso en diferentes concretos. Muchos de ellos mencionan sus resultados en el uso porcentual del agregado en remplazo del grueso y/o fino. Con todo lo mencionado anteriormente evaluaremos para realizar un diseño de concreto con agregados reciclados empleando la normatividad respectiva, para el uso en pavimentos peatonales (veredas, rampas, etc.) en las que diferentes autores recomiendan utilizar estos agregados en remplazo al agregado natural de manera proporcional.

Presento las siguientes **Bases Teóricas** que intervienen en la investigación:

Los **residuos sólidos** son aquellos elementos que se encuentran en un estado endurecido generalmente provenientes del desecho de su generador en este caso el ser humano, que debido a su diversidad de actividades cotidianas producen residuos que en la mayoría de los casos afectan nuestro entorno y el medio ambiente.

Estos **residuos sólidos se clasifican** de acuerdo con su origen (Domiciliarios, comerciales, industriales y de actividades de construcción), ya sean orgánicos e inorgánicos, estas en algunos casos pueden ser reutilizables o desechadas en vertederos y que de tal manera carecen del valor económico.

Los **residuos de demolición** son aquellos residuos generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura cumpliendo la definición de residuo sólido dada en el artículo 6 de la Ley general de Residuos, de acuerdo con la norma legal. (Ministerio de Vivienda, 2013)

El **Origen de los residuos de la construcción** provienen principalmente del crecimiento urbano ya que estas demandan mayor uso de elementos constructivos como el concreto y esto conlleva que en el tiempo también requieran ser demolidas, este proceso de construcción y demolición se realiza principalmente en las siguientes estructuras: Edificaciones, Vías de transporte (Puentes, avenidas, calles, veredas, rampas, etc.) que tienden a desechar significativas cantidades de residuos de concreto.

De acuerdo con algunos trabajos de investigación que realizaron diversos autores y cada uno de ellos muestra sus resultados obtenidos nos mencionan lo siguiente: El concreto resultante de los escombros que provienen de la demolición de estructuras se les denomina “concreto reciclado”; de acuerdo con la historia se dice que después de la segunda guerra mundial la actividad de la construcción creció indispensablemente de tal manera que el concreto fue relevante, en la actualidad la demolición de estructuras y la contaminación ambiental incrementaron por lo que muchos países optaron por el reciclaje de estos elementos efectuando normas y leyes para incentivar la reutilización de estos escombros y producir concretos nuevos (Sumari 2016).

De acuerdo con el Ministerio de Vivienda (2013), menciona en el Artículo 7 del decreto N° 003 referente a los Residuos sólidos en las que los clasifica como peligrosos tales como: Elementos que contengan sustancias químicas, restos de tratamiento de madera, fibrocemento, pisos de vinilo, etc. También como no peligrosos tales como: elementos que se puedan reutilizar, reciclables, aprovechables tales como: restos de arena, concreto, ladrillos etc.

Esta norma basada en el empleo de residuos sólidos proveniente principalmente de la actividad constructiva los clasifica de la siguiente manera: Reutilizable y reciclable por ser elementos no peligrosos por lo tanto el manejo para su disposición final según diferentes opiniones basadas al tema de manejo de estos residuos menciona el aprovechamiento de estos materiales.

Los agregados provenientes de la demolición también son llamados normalmente como escombros, podemos obtener en plantas de trituración que nos permita obtener las dimensiones requeridas para ser reutilizados ya sea como material grueso o material fino para el diseño de un nuevo concreto de estos materiales que provienen de la construcción y de la demolición y ser reutilizadas.

La demolición se produce generalmente en estructuras de ingeniería como son: Vías de transporte, puentes, presas, edificaciones, etc. Que por este medio nos permita construir un nuevo proyecto o afines, existe muchos procedimientos para hacer una demolición de acuerdo a la magnitud que requiera nuestra estructura como pueden ser el uso de materiales explosivos, uso de maquinaria como el rotomartillo, y las herramientas manuales.

El **manejo de los residuos sólidos** de la construcción y demolición deberá ser desarrollado de manera selectiva, sanitaria y ambientalmente óptima considerando la clasificación de acuerdo con los lineamientos que nos establece la ley general de residuos sólidos en su Artículo 8, con el fin de evitar y prevenir riesgos y de esta manera incentivar el manejo adecuado y responsable de los recursos, (Ministerio de Vivienda, 2013)

El Concreto es una mezcla de varios componentes en diferentes proporciones compuesto básicamente de elementos como son: Agregado Grueso, agregado fino, agua, cemento, aire, estas al ser combinados forman un gel manejable,

manipulable y moldeable al momento del endurecido (Fraguado) tienen una textura rígida y sólida que a su vez tienen una resistencia medible a través de un ensayo. Gracias al concreto podemos realizar múltiples dosificaciones de acuerdo con el uso y la resistencia que sea necesario en los requerimientos de una construcción. El concepto del concreto de acuerdo con el latín se describe como “concretus” que refiere al compuesto, referente a un adjetivo que hace mención de los elementos sólidos.

De acuerdo con El método del comité ACI 211.1, refiere al diseño de mezcla por medio de la dosificación de agregados gruesos, finos, agua y cemento, este diseño tendrá un comportamiento de acuerdo a la dosificación realizada para una determinada resistencia requerida, por lo tanto si se desea un diseño óptimo y adecuado se recomienda realizar los ensayos a los agregados para determinar sus propiedades tanto físicas como mecánicas, siguiendo los pasos y procedimientos mencionados se obtendrán resistencias deseables por lo que los especímenes se tendrán que evaluar por medio de ensayos de resistencia en la cual se contrasten con los análisis estudiados. Es muy importante tener en cuenta que los agregados y el cemento reaccionan cuando se adiciona agua, ya que sus componentes químicos de los aglomerantes inician cuando existe contacto con el agua.

Según SENCICO (2014), nos indica que el **cemento Portland** es un tipo de aglomerante hidráulico que consiste en la calcinación de rocas calizas a temperaturas muy altas, son diseñadas específicamente en un orden adecuado para transformarse en partículas muy ligeras que cuando le añadimos líquidos este vigoriza de manera que sus propiedades mecánicas de resistencia llegan a cumplir las necesidades químicas y físicas de un propósito determinado. Además, los estos cementos tienen especificaciones que nos indica a detalle que los métodos de prueba están estandarizados para ser comprobados con facilidad.

Según La Norma (ASTM C-150), referente al cemento portland en sus propiedades tiene establecido ciertas especificaciones normalizadas de tal manera que se tiene diferentes variedades de cementos; El cemento tipo I (Es de uso general en la construcción, su composición busca obtener dureza y resistencia), El cemento tipo II (este tipo de cemento se utiliza en condiciones donde se encuentra sulfatos, el

ataque de los sulfatos en este tipo de cemento no lo corroe, la hidratación en este tipo de cemento tiene alta resistencia) Cemento tipo III, (este cemento agiliza la velocidad en el fraguado del concreto para tener un retirado más rápido, es decir el fraguado del concreto es más sólido. Cemento tipo IV, (Este tipo de cemento se usa para reducir la hidratación al mínimo, se utiliza para grandes proyectos hidráulicos como son presas, reservorios, etc.). Cemento tipo V, (resistente a sulfatos con diferencia del cemento tipo 2 este cemento solo sirve para atacar a los sulfatos de tal manera que no deja de tener la misma resistencia de diseño).

Según Pacheco (2017), nos indica que **El Agua** en el Concreto sirve como reacción química en el material cementante que se encuentra En la mezcla de concreto, este recurso permite que la mezcla sea manejable, pero sobre todo permite alcanzar las propiedades del concreto en su estado fresco y mejora la trabajabilidad sobre todo en la colocación de esta, por otra parte, servirá para el proceso de curación al concreto endurecido. Se puede aplicar Agua potable (de consumo) para la elaboración de concretos sin necesidad de realizar ensayos que nos permitan medir la calidad. Caso contrario se puede realizar especímenes de concreto con el fin de analizar su comportamiento para ser contrastar estos testigos utilizando agua potable para su respectivo control. Los resultados obtenidos del ensayo de prueba de resistencia del espécimen no deberían diferir en menos del 90% del testigo de control. Estas no deberían de diferir en los resultados en el ensayo de la prueba de resistencia a la compresión en menos del 90% del testigo de control.

Los requisitos para la calidad según la NTP 334.088 (Norma técnica Peruana) menciona respecto a los límites permisibles en el uso y manejo del agua en la mezcla y en su posterior uso para el curado del concreto.

Los agregados son partículas agrupadas que tienen origen natural y en algunos casos artificial, para su uso en la construcción estas pueden ser tratadas o elaboradas, sus características granulométricas van desde partículas (Muy finos), hasta gruesos (Piedra) que realizando la combinación con el cemento y el agua estas forman parte del componente necesario en la fabricación del concreto.

Los agregados gruesos y finos ocupan un promedio que va desde 60% al 70% de los componentes para el diseño de concretos convencionales por lo que estas

influyen directamente en las características del concreto en su estado plástico como en su estado rígido, por lo tanto, la calidad del agregado es de suma importancia ya que no podemos subestimar.

Estos agregados para el uso como material constructivo deberán ser manipulados de tal manera que se evite alterar sus propiedades físicas, también se debe tomar en cuenta el transporte para evitar la contaminación y lo más importante deberán cumplir los parámetros necesarios requeridos y establecidos por la normatividad ASTM y NTP para agregados, (Cemento Yura, 2018).

De acuerdo con La Norma técnica Peruana (NTP 400.011), **Los agregados** utilizados en el concreto son conjunto de materiales inorgánicos que provienen de las rocas ígneas, estas características tienen relación a los límites sujetos en la norma técnica vigente **NTP 400.011** Así los agregados están en base a su dimensionamiento según su tipología y estas se clasifican en agregados finos (Limos y arcillas) o agregados gruesos (Gravas y Arenas). Por otra parte, el agregado fino es un tipo de suelo que podemos distinguir naturalmente ya que según su clasificación se denomina como limos y arcillas que se caracterizan por tener dimensionamientos que no superan el 0.05" por tal motivo son llamados como finos.

Según La Norma técnica Peruana (NTP 400.037), Los agregados gruesos se denominan gravas de acuerdo a su composición meteorológica que naturalmente estas son el resultado de la desintegración de las rocas ígneas. Las características y propiedades de estos materiales deben cumplir los parámetros que establece el reglamento nacional de edificaciones, donde se considera que los tamices de las mallas parten del número 4 en adelante. Los componentes que queden retenidos en la malla los denominaremos Gravas o arenas. Estos materiales deben cumplir con la calidad de acuerdo con sus propiedades: densidad, peso específico, peso unitario, humedad, absorción, etc.

De acuerdo con Pérez, Garnica & Rivera, (2018), Los agregados que provienen de concretos reciclados pueden ser reutilizados en la construcción de pavimentos como reemplazo de los materiales vírgenes de base, subbase, pavimento rígido, ciclo vías, como también en concretos para veredas, rampas, concreto para base, losas y en concreto no estructurales.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Es de tipo **APLICADA** porque los resultados que obtendremos en esta investigación servirán para dar solución al problema relacionado a los agregados desechados producto de la demolición de la vía, sobre todo dándole un uso razonable a estos materiales producidos en la misma construcción.

Corresponde al diseño **NO EXPERIMENTAL**, porque no se modifica ni manipula ninguna de las variables y se basa en estudios permitidos de acuerdo con las diferentes normas relacionadas, se podrá observar los diferentes resultados en dicha evaluación mas no alterar el resultado final, (Ñuñuvero 2019).

El nivel de la investigación realizada es de carácter **CUANTITATIVA**, representa objetividad por lo tanto se rige de un patrón que a su vez es estructurado ya que se basa en el razonamiento deductivo y el uso de la lógica para la recolección de datos y así demostrar las hipótesis por medio de la medición numérica, por lo tanto se busca un control adecuado con el fin de obtener posibles explicaciones en las propuestas de estudio y puedan ser desechadas de tal manera se descarte la incertidumbre y posibles errores, (Fernández, Baptista y Hernández, 2014).

Es una investigación en la que se estudia las variables tanto como los indicadores con el fin de obtener valores registrados utilizando los instrumentos para la recolección de datos por lo que la hipótesis se tiene que demostrar utilizando datos matemáticos como estadísticos, (Meléndez, 2016).

La tesis realizada corresponde al carácter **CORRELACIONAL**, su principal propósito consiste en realizar estudios para determinar comportamientos en la variable teniendo en cuenta otras variables en relación con el mismo tema, este nivel de investigación compara y mide dos variables a más que se requiere o se desea conocer, si tienen relación o no con el mismo sujeto para así determinar su correlación entre ellas. (Hernández & Fernández 2014).

3.2 Variable y Operacionalización

- Variable Independiente:
Diseño de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$
- Variable Dependiente:
Construcción de pavimentos peatonales

3.3 Población y muestra

La población y la muestra en esta investigación estará compuesta en la elaboración de 27 muestras de probetas cilíndricas de 15 cm de Diámetro y 30 cm de Altura (estandarizado según NTP 339.033) con agregado grueso proveniente de concreto reciclado de tamaño máximo nominal de 1" que fue remplazado al agregado grueso natural en proporciones de 0%(patrón), 25%, 50% respectivamente, evaluaremos el ensayo de resistencia a la compresión en las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente.

Tabla 1. Número de probetas para el ensayo

DISEÑO DE CONCRETO F'C=175KG/CM2				
Edad (Días)	Cantidad de probetas en función al porcentaje de agregado reciclado.			Total
	0%	25%	50%	
7	3	3	3	9
14	3	3	3	9
28	3	3	3	9

Fuente: Propia.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnica de recolección de datos

Se realizó tomando en cuenta la información obtenida (**Análisis de documentos**) del expediente técnico del proyecto, trabajos de investigación de diversos autores, artículos, etc. Que contribuyen al estudio en la investigación.

Se ejecutó a raíz de una guía de **observación** utilizado para la obtención de resultados de los ensayos que se propone en los estudios de acuerdo a los formatos estandarizados.

Una vez obtenida toda la información requerida para el diseño de concreto a emplearse en la investigación, se realiza el siguiente paso que consiste en la obtención los recursos materiales a emplear en la elaboración del diseño.

Instrumentos de Recolección de Datos

Se trata de las fuentes normativas que permiten la recolección de los diversos datos de los ensayos, pruebas que se realizan en los laboratorios, posteriormente para ser contenidos en las fichas que contienen formatos estandarizados en los que se basan los métodos para la recolección de datos.

Tabla 2. *Ensayos realizados de acuerdo con la Norma*

Ensayo	Norma
Resistencia a la Abrasión	ASTM C-131
análisis Granulométrico del agregado	ASTM C-33
Contenido de Humedad del agregado	NTP 339.185
Peso Unitario del agregado	NTP 400.017 - ASTM C-29
Absorción y Peso Específico	NTP 400.021 - 400.022
Diseño de Mezcla	comité ACI-211.1
Asentamiento del Concreto fresco	NTP 339.035 - ASTM C-143
Resistencia a la compresión	NTP 339.034 - ASTM C 39

Fuente: *Propia*

Para la **validez** se realizará el uso de la norma técnica peruana (NTP) como la norma del ASTM. Estas se sujetan a la realización de los diferentes ensayos, donde el investigador estructuró la tesis, el lugar donde se realizó, identificación de los agregados, la fecha de la elaboración, resultados de cada ensayo y las dimensiones adecuadas de las probetas.

Se emplearon para esta investigación laboratorios de Mecánica de suelos y Concreto de la zona de tal manera que se tenga **confiabilidad** en los resultados obtenidos en el diseño de mezclas para concretos de resistencia $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

3.5 Procedimiento

obtención de los agregados: El procedimiento para desarrollar esta investigación se realizó a base de materiales como: **cemento portland tipo I** (Cemento Yura) de 42.5 kg, por el uso comercial en el ámbito de la construcción en la Ciudad (02 bolsas)

Agregado grueso (grava), piedra chancada de tamaño máximo nominal TMN 1", para este diseño se recopiló de la cantera de "Vicho", Ubicado en el Distrito de Lucre, Provincia de Quispicanchi, Departamento del Cusco, Esta cantera abastece de material a la industria de la construcción en toda la Ciudad ya que se trata de un material que cumple los estándares de calidad. para nuestro diseño de concreto realizamos el acopio de 120 kg aprox. De agregado grueso (Grava de 1") que fueron contenidos en sacos para posteriormente ser trasladados al laboratorio para su respectivo procedimiento de diseño y realizar los ensayos correspondientes, estos agregados nos servirán para realizar nuestro diseño patrón y de complemento para la dosificación del agregado reciclado.

Agregado Grueso reciclado, de tamaño máximo nominal TMN 1", recopilados del proyecto "vía Expresa" que se encuentra producto de la demolición de los pavimentos rígidos, Ubicado en el tramo, Distrito de San Sebastián, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco. para nuestro diseño de concreto realizamos la trituración y el chancado de manera manual utilizando una comba, de esta manera se obtuvo el tamaño requerido y se procedió el acopio de 120 kg aprox. de agregado grueso reciclado, que fueron contenidos en sacos para posteriormente ser trasladados al laboratorio para su respectivo procedimiento de diseño y realizar los ensayos correspondientes.

Se recolectaron muestras de **agregado fino** (arena) de la cantera "Cunyac" Ubicado entre el Departamento del Cusco y Apurímac, en la carretera que conduce hacia Abancay la cual provee de material fino, esta cantera se caracteriza por tener

los agregados finos más recomendables ya que se trata de un material limpio y sobre todo de buenas características de acuerdo a los estándares de calidad de la NTP, para el diseño de concreto se realizó el acopio de 120 kg aprox. De agregado fino, que posteriormente fueron contenidos en sacos para ser trasladados al laboratorio para su procedimiento de diseño.

Proceso de Muestra: Los agregados (fino, grueso, reciclado) serán seleccionados en cantidades ya mencionadas para obtener sus propiedades Físicas como mecánicas en el Laboratorio de suelos y Materiales. se procede a recolectar cuidadosamente el agregado reciclado ya triturado para posteriormente ser tamizado utilizando mallas de tal manera nos garantice agregado reciclado en un TMN 1", Estos agregados se chancaron en los mismos espacios del material en acopio Utilizando una comba de 25 Lb, seguidamente se recolectaron en sacos y se cubrieron para evitar la pérdida de humedad.

Figura 04. *Proceso de chancado del agregado*



Fuente: *Elaboración propia.*

Elaboración de Ensayos: Se realizaron los ensayos de resistencia a la Abrasión o desgaste aplicando el método Maquina de los Ángeles de acuerdo con (ASTM C-131 y ASHTO T92-02). Este proceso se realiza al agregado grueso natural y reciclado.

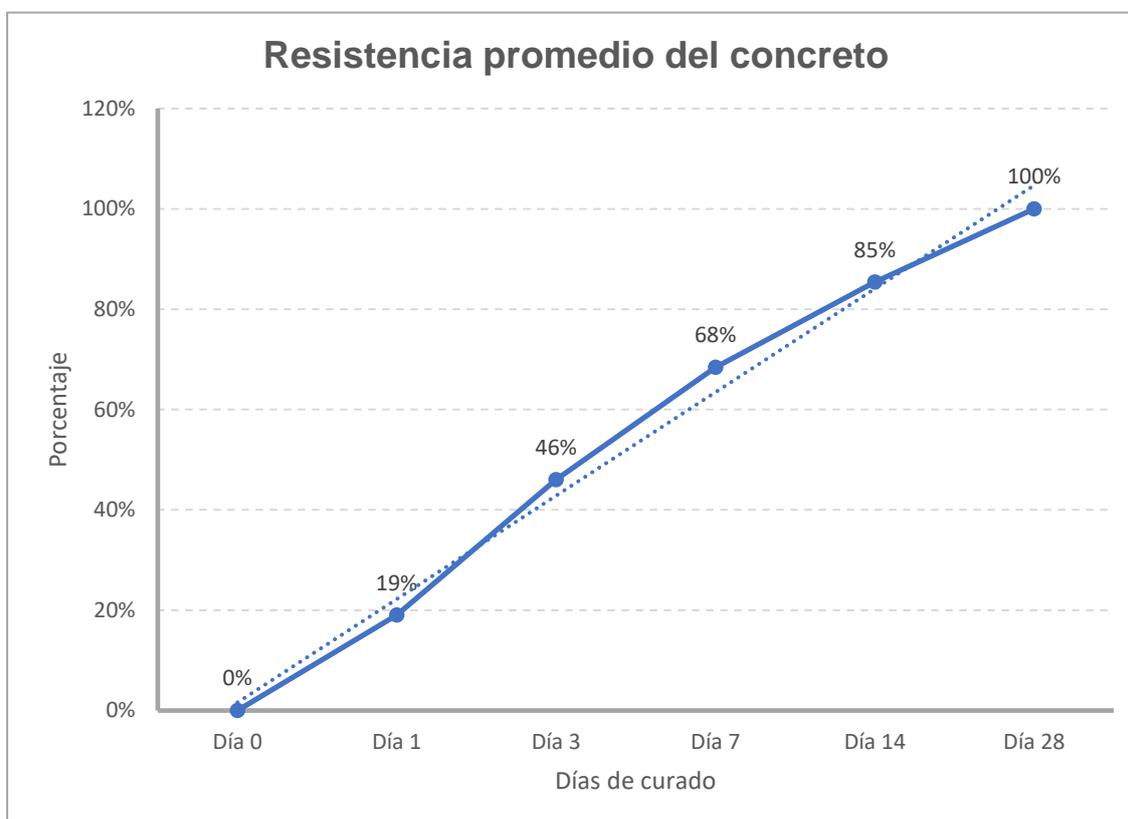
Posteriormente se realizaron los ensayos a cada uno de los agregados de manera independiente, como también al agregado grueso en combinación proporcional del

agregado reciclado en los porcentajes: 0%, 25% y 50%, aplicando los parámetros estandarizados para cada ensayo establecidos por la norma (ASTM C33).

3.6 Método de Análisis de Datos

El proceso de recolección de datos es muy importante en el diseño, se usará formatos estandarizados para las normas (NTP, ASTM, ACI) para el almacenamiento y registro de datos de los ensayos realizados en el laboratorio, se realizará la comparación de los diferentes resultados por medio de tablas, gráficos y organizaciones para validar las hipótesis planteadas.

Gráfico 01. Resistencia promedio del concreto ($f'c$) en los días de curado



Fuente: Propia

3.7 Aspectos Éticos

Esta investigación referente al diseño de mezcla se realizó aplicando correctamente los parámetros que indica la Norma para citar a los autores de diferentes tesis mencionadas como referencia, también se desarrolló aplicando los aspectos éticos para lo cual nos apoyamos de la herramienta Turnitin en el desarrollo de la tesis.

IV. RESULTADOS

4.1 Ensayos realizados

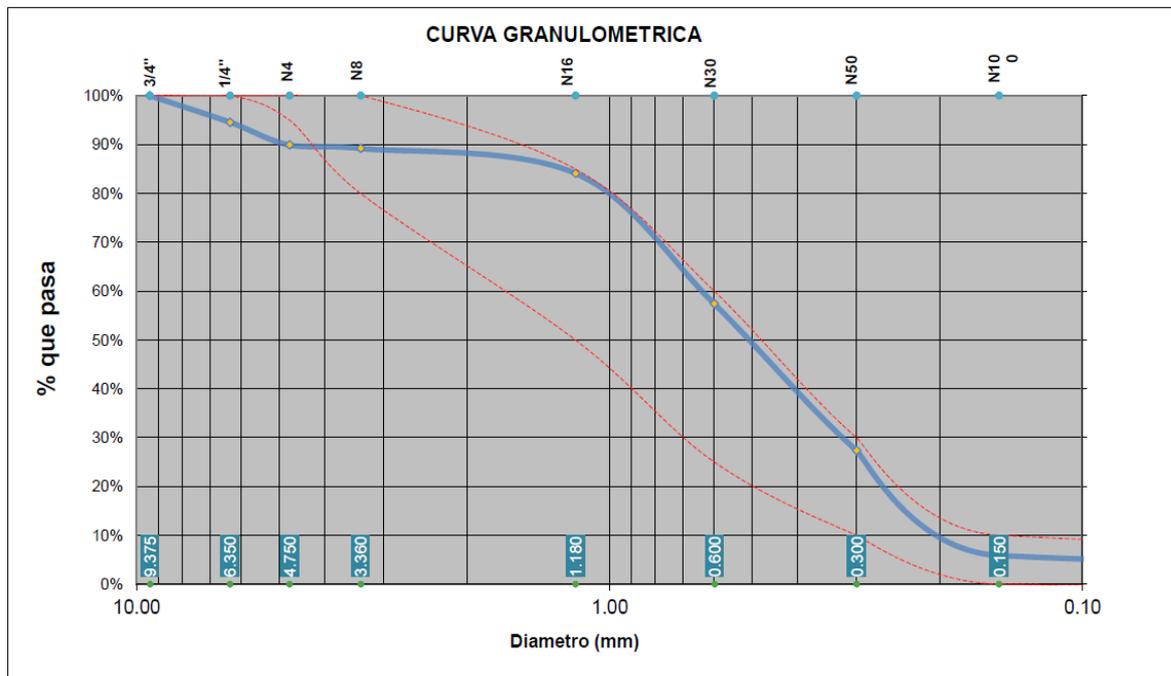
Se presenta los resultados que se obtienen de los agregados en el laboratorio para seguidamente realizar el diseño correspondiente de mezcla con resistencia $f'c = 175$ kg/cm² sustituyendo agregado reciclado al agregado natural en proporciones: 0%, 25%, 50%, utilizando un TMN 1" para los agregados gruesos, se detalla el resultado de los ensayos en las siguientes tablas, figuras:

Tabla 3. Granulometría del Agregado Fino de acuerdo (ASTM C33)

Tamiz N°	Diam. (mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
3/8 pulg	9.375	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/4 pulg	6.350	72.19	5.43%	5.43%	94.57%	100.00%	100.00%
N 4	4.750	62.32	4.68%	10.11%	89.89%	100.00%	95.00%
N 8	3.360	9.32	0.70%	10.81%	89.19%	100.00%	80.00%
N 16	1.180	67.63	5.08%	15.89%	84.11%	85.00%	50.00%
N 30	0.600	355.51	26.72%	42.61%	57.39%	60.00%	25.00%
N 50	0.300	399.63	30.03%	72.64%	27.36%	30.00%	10.00%
N 100	0.150	286.15	21.51%	94.15%	5.85%	10.00%	0.00%
bandeja	0.000	77.87	5.85%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		1330.62	100.00%			SERIE "C" (Tyler)	

Fuente: Laboratorio Ingeomat

Gráfico 02. Granulométrico del Agregado Fino de acuerdo (ASTM C33)



Fuente: Laboratorio Ingeomat

Los resultados obtenidos en los ensayos de granulometría para el agregado fino se realizaron aplicando estrictamente la norma (MTC E-102-200) bajo los parámetros

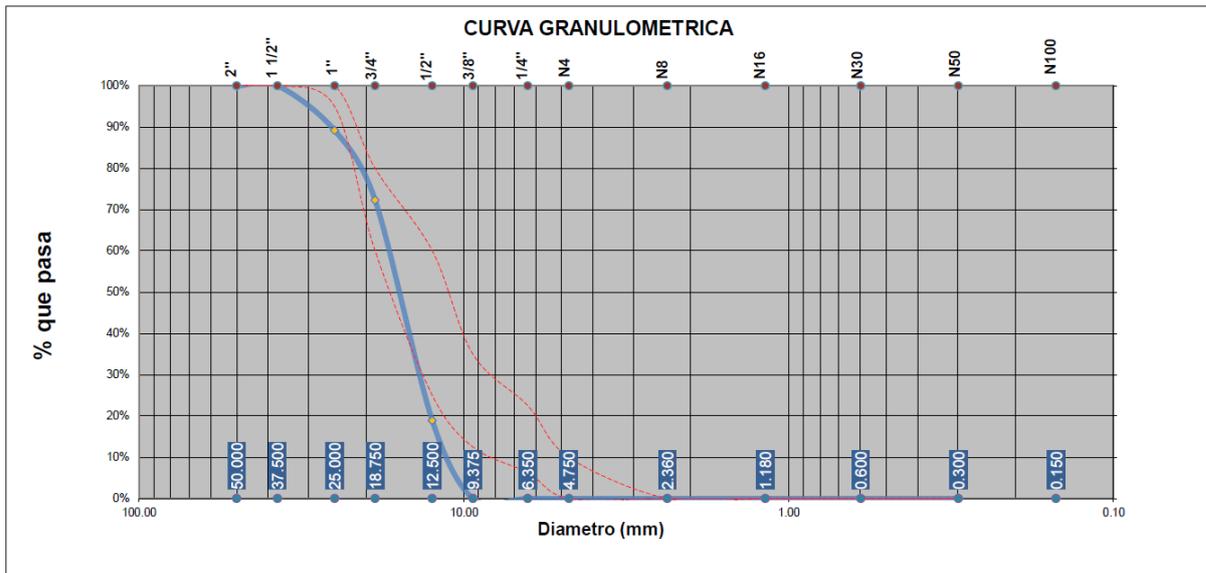
de la norma (ASTM C33), en los que el módulo de fineza resultó **MF= 2.46**, nos indica una Arena media que es apto para el diseño de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 4. Granulometría del Agregado Grueso de acuerdo (ASTM C33)

Tamiz Nº	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
2 pulg	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 1/2pulg	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.000	649.00	10.79%	10.79%	89.21%	100.00%	95.00%
3/4pulg	18.750	1018.00	16.92%	27.71%	72.29%	80.00%	60.00%
1/2pulg	12.500	3211.00	53.38%	81.09%	18.91%	60.00%	25.00%
3/8pulg	9.375	1135.30	18.87%	99.97%	0.03%	35.00%	12.50%
1/4pulg	6.350	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	22.50%	6.25%
Nº4	4.750	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	10.00%	0.00%
Nº8	2.360	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
Nº16	1.180	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
Nº30	0.600	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
Nº50	0.300	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
Nº100	0.150	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	2.09	0.03%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		6015.39	100.00%				

Fuente: Laboratorio Ingeomat

Gráfico 03. Granulometría del Agregado Grueso de acuerdo (ASTM C33)



Fuente: Laboratorio Ingeomat

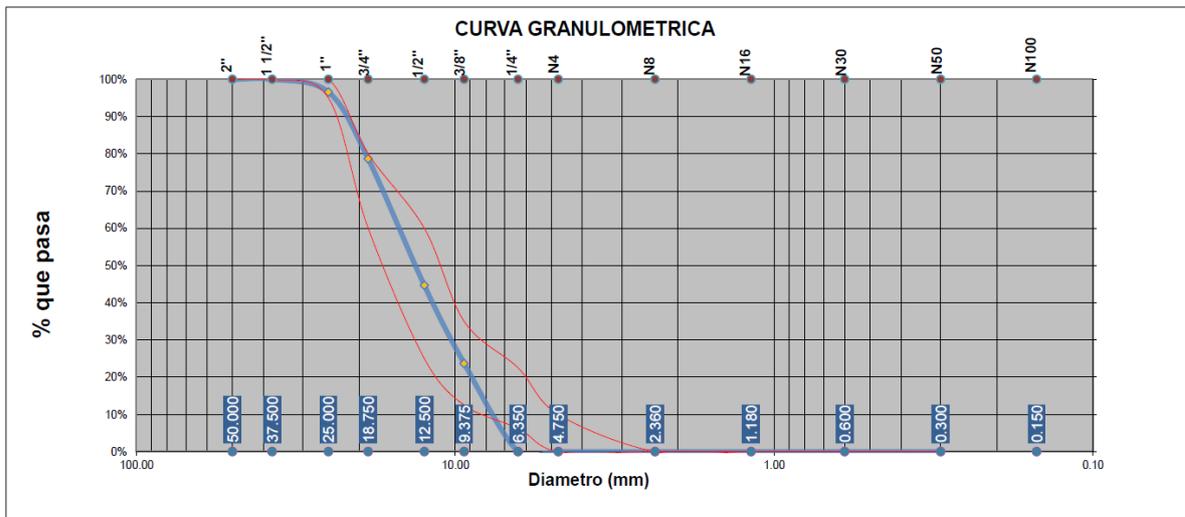
Los datos obtenidos en los ensayos de granulometría para el agregado Grueso se realizaron aplicando estrictamente la norma (MTC E-102-200) bajo los parámetros de la norma (ASTM C33), en los que el módulo de fineza resultó **MF= 7.27**, nos indica una Arena media que es apto para el diseño de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 5. Granulometría del Agregado Grueso Reciclado de acuerdo (ASTM C33)

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
2 pulg	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 1/2pulg	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.000	123.00	3.42%	3.42%	96.58%	100.00%	95.00%
3/4pulg	18.750	645.00	17.93%	21.35%	78.65%	80.00%	60.00%
1/2pulg	12.500	1222.00	33.98%	55.33%	44.67%	60.00%	25.00%
3/8pulg	9.375	753.34	20.95%	76.28%	23.72%	35.00%	12.50%
1/4pulg	6.350	853.20	23.72%	100.00%	0.00%	22.50%	6.25%
N°4	4.750	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	10.00%	0.00%
N°8	2.360	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
N°16	1.180	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
N°30	0.600	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
N°50	0.300	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
N°100	0.150	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		3596.54	100.00%				

Fuente: Laboratorio Ingeomat

Gráfico 04. Granulometría del Agregado Grueso Reciclado de acuerdo (ASTM C33)



Fuente: Laboratorio Ingeomat

Se describe las **propiedades físicas como mecánicas** del agregado realizado en el laboratorio teniendo en cuenta la Normatividad mencionada, que nos servirán posteriormente para el diseño con resistencia $f'c=175$ kg/cm² con diferentes combinaciones de AGR.

Tabla 6. *Propiedades físicas de los agregados de acuerdo con la norma*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGREGADO RECICLADO
Tamaño máximo nominal (TMN)	Pulg		1"	1"
Peso específico de la masa	g/cm ³	2.60	2.55	2.67
Absorción	%	0.6	3.18	0.97
Peso Unitario suelto	kg/m ³	1175.05	1123.63	929.16
Peso Unitario varillado	kg/m ³	1277.89	1239.13	990.59
Contenido de humedad	%	8.27	1.04	0.70
Módulo de Fineza		2.46	7.27	6.98
Abrasión	%		29.02	38.42
Perfil Angular			Sí	Sí

Fuente: *Propia*

4.2 Método del Comité ACI 211.1 para el Diseño.

El **contenido de aire atrapado** tiene una estrecha relación con el tamaño máximo nominal (TMN) de los agregados, mientras más grande sea el tamaño de los agregados la cantidad de aire atrapado será menor.

Tabla 7. *Contenido de aire atrapado*

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%

Fuente: *método ACI 211.1*

Estos valores de **relación del agua / cemento** se utilizarán para el cálculo de cantidad de cemento en el diseño de mezcla 175 kg/cm² aplicando el método ACI 211, los valores corresponden a resistencias promedio estimado para concretos que no superen el 3% de aire atrapado mencionados en la (tabla 07).

Tabla 8. Relación Agua Cemento por Resistencia

f'cr (28 Días)	RELACIÓN AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO
150	0.8	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43

Fuente: Método ACI 211.1

Se procede a interpolar para obtener el dato que corresponde al f'cr = 245 kg/cm²:

f'cr: 200 = 0.70

f'cr: 245 = x

f'cr: 250 = 0.62

$$\frac{X - 0.70}{245 - 200} = \frac{0.62 - 0.70}{250 - 200}$$

$$X = 0.628$$

Se utilizará el valor de **0.628** para f'cr = **245 kg/cm²**.

Determinación de la resistencia Promedio

Para el cálculo de la desviación estándar según la norma, se utilizará la tabla:

f'c	fc'r
menor de 210	f'c+70
210 a 350	f'c+85
mayor a 350	1.1f'c+50

Fuente: Comité ACI 211.

Por lo tanto, la resistencia promedio a diseñar será: fc'r = 175 + 70 = **145 kg/cm²**.

Se utilizará **Agua potable** de la red pública de la ciudad, Los datos de esta tabla se determinarán en el uso del factor cemento en concretos que contengan agregados

de perfil angular y una granulometría que comprenda de acuerdo con los parámetros de la norma ASTM C 33

Tabla 9. Volumen unitario del agua en concretos sin aire incorporado

Volumen Unitario de Agua (lt/m ³)				
Asentamiento	Concreto sin Aire incorporado			
	1/2 pulg	3/4 pulg	1 pulg	1 1/2 pulg
1" - 2"	199	190	179	166
3" - 4"	216	205	193	181
5" - 6"	228	216	202	190

Fuente: Comité ACI 211.

Por lo tanto, el volumen unitario del agua será: **193 lt/m³**

Con los datos obtenidos se realiza el cálculo de **cantidad de cemento** aplicando los datos de la relación agua – cemento (**0.628**) y el volumen unitario del agua (**193 lt/m³**) aplicando los parámetros de acuerdo con el comité ACI 211.1.

$$\text{Cantidad de cemento} = \frac{\text{Agua de mezclado } \text{kg}/\text{m}^3}{\text{Relacion } w/c}$$

$$\text{Cantidad de cemento} = \frac{193 \text{ kg}/\text{m}^3}{0.628}$$

$$\text{Cantidad de cemento} = 307.325 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$\text{Cantidad de cemento} = 7.23 \text{ bls}/\text{m}^3$$

Tabla 10. Volumen de Agregado Grueso por unidad de volumen de concreto ASTM C29

Tamaño máximo nominal del Agregado Grueso	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO				
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO				
	2	2.2	2.4	2.6	2.8
3/8 Pulg	0.54	0.52	0.5	0.48	0.46
1/2 Pulg	0.63	0.61	0.59	0.57	0.55
3/4 Pulg	0.7	0.68	0.66	0.64	0.62
1 Pulg	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
1 1/2 Pulg	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71

Fuente: Propia.

Se procede a interpolar para obtener el dato para el **módulo de fineza = 2.46**".

Módulo de fineza	TMN 1"
2.40	0.71
2.46	X = 0.704
2.60	0.69

Fuente: Propia.

Por lo tanto, para el módulo de fineza = 2.46 le corresponde el valor de **X = 0.704**

Propiedades del concreto para Diseño:

Tabla 11. Características de diseño del concreto

Resistencia de Diseño	f'c = 175 kg/cm ²
SLUMP	3"
Consistencia	Plástica
Uso de Aditivo	Sin Aditivo
Aire Incorporado	No

Fuente: Propia.

Cemento:

Marca: Yura Tipo IP

Peso Específico: 2.8

f'c=	175 kg/cm²
Factor Cemento	307.32 kg/m ³
Factor Cemento	7.23 bolsas

4.2.1 Diseño de mezcla patrón (0% AGR) $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 12. *Propiedades del agregado*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Tamaño máximo nominal (TMN)	Pulg		1"
Peso específico de la masa	g/cm ³	2.60	2.55
Porcentaje de Absorción	%	0.6	3.18
Peso Unitario suelto	kg/m ³	1175.05	1123.63
Peso Unitario varillado	kg/m ³	1277.89	1239.13
Contenido de humedad	%	8.27	1.04
Módulo de Fineza		2.46	7.27
Perfil Angular			Sí

Fuente: *Propia.*

Se obtiene el peso del agregado grueso:

$$\text{Peso A G.} = \alpha \times \beta$$

$$\text{Peso A G.} = 0.704 \times 1239.13 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso A G.} = 872.35 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Donde:

α : Volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto

β : Peso unitario seco Varillado del agregado grueso.

Volumen Absoluto

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Peso Especifico} \times 1000}$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{872.35}{2.55 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000} = 0.342 \text{m}^3$$

$$\text{Cemento} = \frac{307.325}{2.80 \frac{g}{cm^3} \times 1000} = 0.110m^3$$

$$\text{Agua} = \frac{193}{1000} = 0.193m^3$$

$$\text{Aire} = \frac{1.5\%}{100} = 0.015m^3$$

Por lo tanto: Suma total de volúmenes = **0.660 m³**

Entonces:

$$\text{Agregado Fino} = 1 - 0.660 = 0.340m^3$$

Se calcula el **Peso del Agregado Fino seco**:

$$\text{Peso A. F. Seco} = (V.A) \times (\text{Peso Especifico}) \times 1000$$

$$\text{Peso A. F. Seco} = 0.340m^3 \times 2.60 \frac{g}{cm^3} \times 1000$$

$$\text{Peso A. F. Seco} = 884.03 \frac{kg}{m^3}$$

Tabla 13. Valores de Diseño de los agregados en seco

f'c=	175 kg/cm ²
Cemento	307.33kg/m ³
Agua de Diseño	193 lt/m ³
Agregado Fino (Seco)	884.03 kg/m ³
Agregado Grueso (Seco)	872.35 kg/m ³
TOTAL	2257 kg/m³

Fuente: Propia.

corrección por humedad del Agregado:

Se tiene los resultados de los ensayos a los **07, 14 y 28 días de curado** del concreto con diferentes porcentajes de diseño utilizando 03 probetas de 15x30 por cada testigo, teniendo en cuenta el método de ensayo ASTM C39 y NTP 339.034.

$$\text{Agregado} = P. AG. SECO \times \left(1 + \frac{C.H}{100}\right)$$

$$\text{Agregado Grueso} = 872.35 \times \left(1 + \frac{1.04\%}{100}\right) = 881.422 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Agregado Fino} = 884.03 \times \left(1 + \frac{8.27\%}{100}\right) = 957.104 \text{ kg/m}^3$$

Aporte de agua de los agregados

$$\text{Agregado} = \frac{(\text{P. AG. SECO}) \times (\text{C. H} - \text{ABS})}{100}$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{872.35 \times (1.04\% - 3.18\%)}{100} = -18.699 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} = \frac{884.03 \times (8.27\% - 0.6\%)}{100} = 67.741 \text{ kg/m}^3$$

La suma total de los agregados equivale: **49.04 kg/m³**

Agua final= 193 – 49.04 = **143.96 kg/m³**

Tabla 14. Valores de diseño corregidos por humedad

f'c=	175 kg/cm²
Cemento	307.33 kg/m ³
Agua de Diseño	143.96 kg/m ³
Agregado Fino	957.10 kg/m ³
Agregado Grueso	881.42 kg/m ³
Aire	1.50%
Peso Total	2290.00 kg/m³

Fuente: Propia.

La **Proporción en peso de diseño** de los agregados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 15. Proporción equivalente en peso

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA
$\frac{307.33}{307.33}$	$\frac{957.10}{307.33}$	$\frac{881.42}{307.33}$	$\frac{143.96}{307.33}$
1	3.11	2.87	0.47

Fuente: Propia.

4.2.2 Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con 25% de AGR y 75% AGN

Tabla 16. *Propiedades del agregado*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO FINO	AGR 25% + AG 75%
Tamaño máximo nominal (TMN)	Pulg		1"
Peso específico de la masa	g/cm ³	2.60	2.48
Absorción	%	0.6	3.68
Peso Unitario suelto	kg/m ³	175.05	1075.01
Peso Unitario varillado	kg/m ³	1277.89	1177
Contenido de humedad	%	8.27	0.96
Módulo de Fineza		2.46	7.2
Perfil Angular			sí

Fuente: *Propia.*

Se obtiene el **peso del agregado grueso**

$$\text{Peso A G.} = \alpha \times \beta$$

$$\text{Peso A G.} = 0.704 \times 1177 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso A G.} = \mathbf{828.606} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Volumen Absoluto

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Peso Especifico} \times 1000}$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{828.606}{2.48 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000} = \mathbf{0.334 \text{ m}^3}$$

$$\text{Cemento} = \frac{307.325}{2.80 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000} = \mathbf{0.110 \text{ m}^3}$$

$$\text{Agua} = \frac{193}{1000} = \mathbf{0.193 \text{ m}^3}$$

$$\text{Aire} = \frac{1.5\%}{100} = \mathbf{0.015 \text{ m}^3}$$

Por lo tanto: Suma total de volúmenes = **0.652 m³**

Entonces:

$$\text{Agregado Fino} = 1 - 0.652 = \mathbf{0.348m^3}$$

Se calcula el **Peso del Agregado Fino seco**:

$$\text{Peso A. F. Seco} = (V. A) \times (\text{Peso Especifico}) \times 1000$$

$$\text{Peso A. F. Seco} = 0.348m^3 \times 2.60 \frac{g}{cm^3} \times 1000$$

$$\text{Peso A. F. Seco} = \mathbf{904.13 \frac{kg}{m^3}}$$

Tabla 17. Valores de Diseño de los agregados en estado seco

$f'c=$	175 kg/cm ²
Cemento	307.33kg/m ³
Agua de Diseño	193 lt/m ³
Agregado Fino (Seco)	904.13 kg/m ³
Agregado Grueso (Seco)	828.61 kg/m ³
TOTAL	2233 kg/m³

Fuente: Propia.

Corrección por humedad del Agregado:

Se tiene los resultados de los ensayos a los **07, 14 y 28 días de curado** del concreto con diferentes porcentajes de diseño utilizando 03 probetas de 15x30 por cada testigo, teniendo en cuenta el método de ensayo ASTM C39 y NTP 339.034.

$$\text{Agregado} = \text{P. AG. SECO} \times \left(1 + \frac{C. H}{100}\right)$$

$$\text{Agregado Grueso} = 828.61 \times \left(1 + \frac{0.96\%}{100}\right) = \mathbf{836.521 \frac{kg}{m^3}}$$

$$\text{Agregado Fino} = 904.13 \times \left(1 + \frac{8.27\%}{100}\right) = \mathbf{978.872 \frac{kg}{m^3}}$$

Aporte de agua de los agregados

$$\text{Agregado} = \frac{(\text{P. AG. SECO}) \times (\text{C. H} - \text{ABS})}{100}$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{836.521 \times (0.96\% - 3.68\%)}{100} = -22.584 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} = \frac{904.133 \times (8.27\% - 0.6\%)}{100} = 69.282 \text{ kg/m}^3$$

La suma total de los agregados equivale: **46.70 kg/m³**

Agua final= 193 – 46.70 = **146.30 kg/m³**

Tabla 18. *Valores de diseño corregidos por humedad*

f'c=	175 kg/cm²
Cemento	307.32 kg/m ³
Agua de Diseño	146.30 kg/m ³
Agregado Fino	978.87 kg/m ³
Agregado Grueso	836.52 kg/m ³
Aire	1.50%
Peso Total	2269 kg/m³

Fuente: Propia

La **Proporción en peso de diseño** de los agregados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 19. *Proporción en peso equivalente*

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA
$\frac{307.32}{307.32}$	$\frac{978.87}{307.32}$	$\frac{836.52}{307.32}$	$\frac{144.91}{307.32}$
1	3.19	2.72	0.47

Fuente: Propia.

4.2.3 Diseño de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con 50% de AGR y 50% AGN

Tabla 20. Propiedades del agregado

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO FINO	AGR 50% + AG 50%
Tamaño máximo nominal (TMN)	Pulg		1"
Peso específico de la masa	g/cm ³	2.60	2.41
Absorción	%	0.6	4.18
Peso Unitario suelto	kg/m ³	175.05	1026.39
Peso Unitario varillado	kg/m ³	1277.89	1114.86
Contenido de humedad	%	8.27	0.87
Módulo de Fineza		2.46	7.13
Perfil Angular			sí

Fuente: Propia.

Se obtiene el peso del agregado grueso

$$\text{Peso A G.} = \alpha \times \beta$$

$$\text{Peso A G.} = 0.704 \times 1114.86 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso A G.} = 784.861 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Donde:

α : Volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto

β : Peso unitario seco Varillado del agregado Grueso

Volumen Absoluto

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Peso Especifico} \times 1000}$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{784.861}{2.41 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000} = 0.326 \text{m}^3$$

$$\text{Cemento} = \frac{307.325}{2.80 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000} = 0.110 \text{m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{193}{1000} = 0.193\text{m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{1.5\%}{100} = 0.015\text{m}^3$$

Por lo tanto: Suma total de volúmenes = **0.644 m³**

Entonces:

$$\text{Agregado Fino} = 1 - 0.652 = 0.356\text{m}^3$$

Se calcula el **Peso del Agregado Fino seco**:

$$\text{Peso A. F. Seco} = (V. A) \times (\text{Peso Especifico}) \times 1000$$

$$\text{Peso A. F. Seco} = 0.356\text{m}^3 \times 2.60 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000$$

$$\text{Peso A. F. Seco} = 925.439 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Tabla 21. Valores de Diseño de los agregados en seco

$f'c=$	175 kg/cm ²
Cemento	307.33kg/m ³
Agua de Diseño	193 lt/m ³
Agregado Fino (Seco)	925.44 kg/m ³
Agregado Grueso (Seco)	784.86 kg/m ³
TOTAL	2233 kg/m³

Fuente: Propia.

corrección por humedad del Agregado (β):

Se tiene los resultados de los ensayos a los **07, 14 y 28 días de curado** del concreto con diferentes porcentajes de diseño utilizando 03 probetas de 15x30 por cada testigo, teniendo en cuenta el método de ensayo ASTM C39 y NTP 339.034.

$$\text{Agregado } (\beta) = \text{P. AG. SECO} \times \left(1 + \frac{C. H}{100}\right)$$

$$\text{Agregado Grueso} = 784.86 \times \left(1 + \frac{0.87\%}{100}\right) = 791.696 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} = 925.44 \times \left(1 + \frac{8.27\%}{100}\right) = 1001.939 \text{ kg/m}^3$$

Aporte de agua de los agregados

$$\text{Agregado} = \frac{(\text{P. AG. SECO}) \times (\text{C. H} - \text{ABS})}{100}$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{784.86 \times (0.87\% - 4.18\%)}{100} = -25.960 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} = \frac{925.44 \times (8.27\% - 0.6\%)}{100} = 70.914 \text{ kg/m}^3$$

La suma total de los agregados equivale: **44.95 kg/m³**

Agua final = 193 – 44.95 = **148.05 kg/m³**

Tabla 22. Valores de diseño corregidos por humedad

f'c=	175 kg/cm²
Cemento	307.32 kg/m ³
Agua de Diseño	148.05 kg/m ³
Agregado Fino	1001.94 kg/m ³
Agregado Grueso	791.70 kg/m ³
Aire	1.50%
Peso Total	2269 kg/m³

Fuente: Propia.

La **Proporción en peso de diseño** de los agregados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 23. Proporción en peso equivalente

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA
$\frac{307.32}{307.32}$	$\frac{1001.94}{307.32}$	$\frac{791.70}{307.32}$	$\frac{148.05}{307.32}$
1	3.26	2.58	0.48

Fuente: Propia.

4.3 Resultados obtenidos en el Laboratorio de los testigos

Tabla 24. Resultados de la resistencia a compresión 07 Días

N°	Testigo	Fecha	Resistencia f'c	Promedio Resistencia	Resistencia Diseño	Resistencia Acumulado (%)
1	0% Patrón	16/10/2021	104.68	115.85	175 kg/cm2	66.20 %
2		23/10/2021	117.45			
3			125.43			
1	25% AGR	17/10/2021	111.44	121.77	175 kg/cm2	69.58%
2		24/10/2021	120.36			
3			133.51			
1	50% AGR	17/10/2021	122.09	125.74	175 kg/cm2	71.85%
2		24/10/2021	125.02			
3			130.12			

Fuente: Propia

Tabla 25. Resultados de la resistencia a compresión 14 Días

N°	Testigo	Fecha	Resistencia f'c	Promedio Resistencia	Resistencia Diseño	Resistencia Acumulado (%)
1	0% Patrón	16/10/2021	146.02	150.91	175 kg/cm2	86.23 %
2		30/10/2021	149.16			
3			157.55			
1	25% AGR	17/10/2021	136.61	147.30	175 kg/cm2	84.17%
2		31/10/2021	147.30			
3			157.98			
1	50% AGR	17/10/2021	149.97	151.92	175 kg/cm2	86.81%
2		31/10/2021	151.64			
3			154.14			

Fuente: Propia

Tabla 26. Resultados de la resistencia a compresión 28 Días

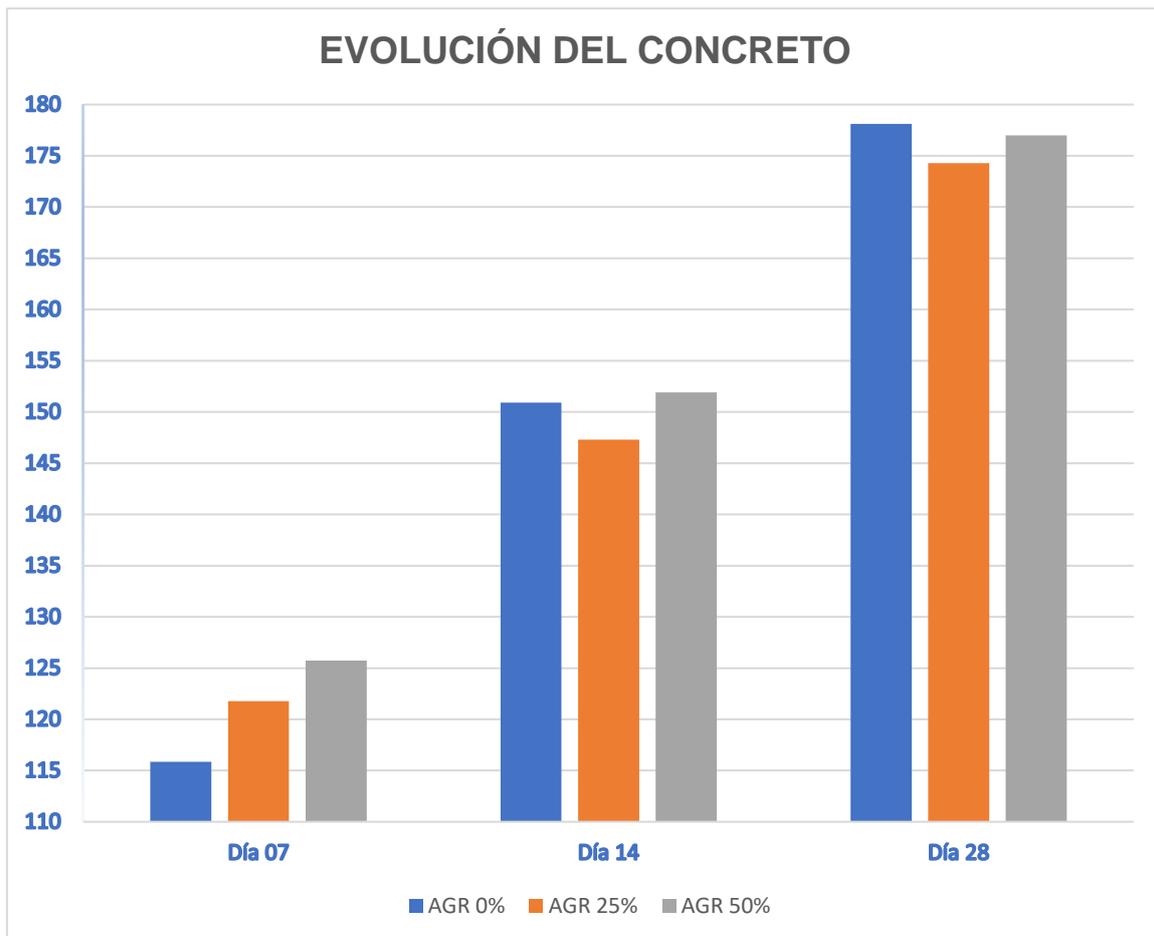
N°	Testigo	Fecha	Resistencia f'c	Promedio Resistencia	Resistencia Diseño	Resistencia Acumulado (%)
1	0% Patrón	16/10/2021	178.69	178.12	175 kg/cm2	101.78%
2		13/11/2021	175.91			
3			179.77			
1	25% AGR	17/10/2021	177.56	174.27	175 kg/cm2	99.58%
2		14/11/2021	172.46			
3			172.79			
1	50% AGR	17/10/2021	173.38	176.99	175 kg/cm2	101.14%
2		14/10/2021	176.97			
3			180.61			

Fuente: Propia

En el siguiente gráfico se puede observar los valores de la resistencia a compresión para el diseño de concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ utilizando AGR en las proporciones de 0%(patrón), 25% y 50% en los 7, 14 y 28 días de curado.

De acuerdo con el siguiente grafico podemos observar la evolución y el comportamiento de cada uno de los especímenes ensayados en las tres fases correspondientes.

Gráfico 05. Evolución del concreto utilizando AGR: 0%, 25% y 50%



Fuente: Propia

V. DISCUSIÓN

De acuerdo con la **Hipótesis General** planteada: Utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición, se puede diseñar concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco – 2021. Se menciona:

Aplicando los procedimientos exigidos por la norma (ACI 211.1, ASTM y la NTP), para el diseño, en las cuales se realizaron ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días en proporciones de 0%, 25% y 50% de AGR; Aplicando el método de observación directa se pudo evidenciar que a los 7 días de curado la resistencia aumenta progresivamente según el incremento de AGR, superando incluso al concreto patrón, no obstante se pudo observar que a los 28 días de curado la resistencia varía de tal manera que el concreto con AGR (25%) decrece en **2.2%** respecto al diseño patrón (AGR 0%), mientras que el diseño con AGR (50%) desciende en **0.64%** respecto al concreto patrón, (Gráfico 05).

Comparando con los resultados de la tesis realizado por los autores Cruz & Palomino (2018) con su tema de investigación: Diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales, utilizando agregados reciclados (escombros) para uso en vías peatonales con resistencia de 175 kg/cm^2 . en las cuales las proporciones de 20% y 50% obtuvieron resultados favorables dentro del margen a excepción del concreto utilizando AGR al 100%. Los resultados obtenidos a través de los ensayos nos indican que la diferencia de un concreto reciclado y otro natural no son excesivas y cumplen con la resistencia requerida para la elaboración de veredas.

Así mismo Carbonel & Quinteros (2020), con su tesis: Uso de agregados reciclados proveniente del concreto de edificaciones en Lima metropolitana para su aplicación en veredas con $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$, quien utilizó AGR en proporciones de: 25%, 50% y 100%, nos menciona que luego de realizar los ensayos de resistencia a compresión, determina que el diseño óptimo resultó utilizando AGR del 50%.

Por lo tanto, comparando con los autores mencionados, **se valida la hipótesis planteada** utilizando AGR en 25% y 50% para el diseño de acuerdo con los márgenes permitidos para un diseño $f'c= 175\text{ kg/cm}^2$.

De acuerdo con la **primera Hipótesis Específico** planteada: Se puede producir agregado grueso en cantidad y calidad de los residuos de demolición para la producción de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021. Se menciona:

Existe la cantidad necesaria de agregado grueso (Escombros) obtenido de demolición que se encuentra en la vía Evitamiento tramo San Sebastián y Wanchaq, se encuentra en buenas condiciones y de buena calidad de acuerdo con los ensayos realizados en el laboratorio, actualmente estos escombros se encuentran expuestos a la intemperie. Por tal motivo si es factible producir agregado grueso en cantidad y calidad para la producción de concretos de tal manera se contribuyan en el uso responsable de los residuos sólidos de desechos con el fin de reducir la contaminación ambiental. Por tal motivo se valida nuestra hipótesis ya que existe AGR en cantidad y calidad para su uso en la elaboración de nuevos concretos.

De acuerdo con la **Segunda Hipótesis Específico** planteada: El resultado de los ensayos de calidad del agregado para el diseño de mezcla de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso reciclado reúne los requisitos exigidos por la Norma ASTM y NTP.

Los agregados de diseño fueron aplicados utilizando estrictamente los parámetros de la norma ASTM para la calidad de los agregados tanto como la NTP, obteniendo resultados permisibles y favorables ya que es necesario para el diseño de mezcla de concreto por el método del Comité ACI 211.1. estos resultados detallados en los ensayos en el Anexo N° 04, se realizaron en el laboratorio teniendo en cuenta la calibración de los equipos. Por lo tanto, se valida la segunda hipótesis planteada.

De acuerdo con la **tercera Hipótesis Específico** planteada: El concreto diseñado con agregado grueso reciclado cumple con los parámetros de resistencia y durabilidad exigidos para la producción de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

Efectivamente, Se valida la hipótesis debido a que se realizaron ensayos al concreto en estado fresco (SLUMP) de acuerdo con la NTP 339.035, como en estado endurecido (Resistencia a compresión) de acuerdo con la norma ASTM C39. Obteniendo resultados favorables para el manejo y la producción del concreto.

VI. CONCLUSIONES

1.- De los resultados, **para el objetivo general:** Diseñar mezcla de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021, se concluye que:

Se efectuó el diseño de mezcla aplicando el método del comité ACI 211.1, utilizando diferentes proporciones de AGR las cuales se remplazaron en: 0%(patrón), 25% y 50% al AGN, se realizaron los ensayos de resistencia a compresión a los 28 días de curado en los que obtuvieron los siguientes resultados: AGR 0% = 178.12 kg/cm^2 , AGR 25% = 174.27 kg/cm^2 , AGR 50% = 176.99 kg/cm^2 , equivalentes al 101.78%, 99.58% y 101.14% respectivamente. Para el diseño de mezcla en cada una se aplicaron correcciones ya que al momento de combinar los agregados gruesos AGR Y AGN varían también en proporción los valores de los ensayos como peso específico, absorción, peso unitario suelto, peso unitario varillado, contenido de humedad, módulo de fineza, ya que son datos indispensables para el correcto diseño de mezcla con el método ACI 211.1.

Luego de analizar los resultados del diseño de mezcla utilizando agregados obtenido de residuos de demolición en sustitución al agregado grueso natural se concluye que:

Se puede diseñar concretos $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ (diseño mínimo exigido por la norma CE.010 pavimentos urbanos), utilizando proporciones de 25% y 50% de AGR en sustitución al AGN en pavimentos peatonales siempre en cuando el AGR se encuentre en condiciones óptimas.

2.- De los **resultados para el objetivo específico 1**, Determinar el Lugar y cantidad de residuo de demolición que se obtendrán para la producción de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos peatonales en cusco 2021, se concluye que:

En el proyecto de mejoramiento de la vía expresa en la que actualmente se viene ejecutando las obras de demolición se puede evidenciar la cantidad de residuos de material de construcción (Escombros) necesarios para ser reutilizados en la producción de nuevos concretos con fines de uso en pavimentos peatonales con diseño $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ (diseño mínima exigida por la norma CE.010 pavimentos

urbanos) ya que estos materiales cumplen con los requisitos de calidad que fueron ensayados teniendo en cuenta la norma ASTM.

Existen espacios públicos como privados adecuados para el acopio de los escombros, con el fin de realizar la trituración, tratamiento, estos espacios se ubican cerca al proyecto en ejecución que permitirá la optimización de recursos como el transporte, mano de obra, etc.

Por lo tanto, se concluye que el lugar y la cantidad de escombros no son una limitación para la elaboración de nuevos concretos ya que existe cantidades suficientes de agregado reciclado para la utilización en pavimentos peatonales.

3.- De los resultados para el objetivo específico 2, Realizar los ensayos de calidad para el diseño de mezcla $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021, se concluye que:

- Se realizó ensayos de resistencia a la Abrasión de acuerdo con la ASTM C131 que nos exige no superar valores del 40% de desgaste, para el agregado grueso (AGR, AGN), obteniendo resultados de 38.42% y 29.02%, respectivamente.
- Se realizó el ensayo de la prueba del Esclerómetro al concreto endurecido de los escombros para garantizar la resistencia del agregado reciclado, se obtuvo el valor de 295 kg/cm^2 de tal manera nos garantiza el uso de este recurso.
- Se realizaron todos los ensayos necesarios para garantizar la calidad y durabilidad de acuerdo con los parámetros exigidos por la norma ASTM y NTP para posteriormente realizar el diseño de mezcla correspondiente utilizando estos datos extraídos del laboratorio.
- Por último, se realizaron los ensayos para el concreto fresco: ensayo de cono de Abrams (SLUMP) de acuerdo con la norma NTP 339.035, para el concreto endurecido: Resistencia a compresión ($f'c$) de los testigos para determinar el correcto diseño de mezcla aplicando estrictamente la norma ASTM C39.

Por lo tanto, los ensayos efectuados a cada uno de los agregados como al concreto fresco y endurecido resultan favorables para el diseño $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ para

pavimentos peatonales por lo que realizar los ensayos al agregado de acuerdo con los parámetros resulta indispensable.

3.- De los resultados para el objetivo específico 3, Determinar el porcentaje óptimo de agregado grueso reciclado a ser utilizado en el diseño de mezcla para concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021. Se concluye que:

Para el diseño de mezcla aplicando sustitución de (AGR) al (AGN) en proporciones de 25% y 50% para un diseño con resistencia a compresión de 175 kg/cm^2 se obtiene resultados en las que el uso del 50% de AGR supera en un porcentaje mínimo al concreto utilizando 25% de AGR, pero teniendo en cuenta el uso de ambas proporciones resulta favorables en el diseño por lo que se concluye que el uso de AGR en proporciones de 25% y 50% resultan óptimos para una resistencia de 175 kg/cm^2 para su aplicación en pavimentos peatonales.

VII. RECOMENDACIONES

De la conclusión para el **objetivo general**, Diseñar mezcla de concreto $F'c = 175$ kg/cm² utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021. Se recomienda:

- Para realizar diseño de mezcla de concreto utilizando el método ACI 211.1 se recomienda realizar correctamente los procedimientos en el diseño teniendo en cuenta la corrección para la dosificación de acuerdo con los valores obtenidos de la relación agua – cemento (a/c) ya que el uso de AGR tiene mayor porcentaje de absorción que un AGN por lo que afecta en la trabajabilidad del concreto en estado fresco.
- Verificar que los residuos de concreto (Escombros) que provienen de la demolición de pavimentos rígidos estén libre de contaminantes como óxidos producidos por contacto del acero expuesto a la intemperie que afecten la resistencia y durabilidad del concreto.
- El uso de los agregados obtenidos de las canteras mencionadas en el diseño de mezcla para la producción de concreto ya que con estos agregados fueron diseñados en el laboratorio para su aplicación en pavimentos peatonales.

De la conclusión para el **objetivo específico 1**, Determinar el Lugar y cantidad de residuo de demolición que se obtendrán para la producción de concreto $f'c=175$ kg/cm² para la construcción de pavimentos peatonales en cusco 2021. Se recomienda:

- El acopio de los agregados reciclados (Escombros) en espacios cercanos al proyecto de tal manera se optimice los recursos como: mano de obra, costos de transporte, tiempo de transporte, etc.
- Almacenar estos agregados (AGR) en áreas libre de materias y/o sustancias que contaminen y alteren las propiedades físicas de estos agregados para posteriormente triturarlos utilizando chancadoras de agregado grueso para

un TMN de 1" de tal manera se garantice los estándares de calidad exigidos por la norma ASTM y NTP.

- Almacenar la cantidad necesaria de AGR en espacios techados para evitar que estos agregados sean saturados por el agua proveniente de las lluvias constantes ya que estos agregados tienen mayor porcentaje de absorción que un AGN por lo que posteriormente se vería alterado el diseño de mezcla.

De la conclusión para el **objetivo específico 2**, Realizar los ensayos de calidad para el diseño de mezcla $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021. Se recomienda:

- Realizar el ensayo de resistencia a la abrasión a los agregados gruesos especialmente al AGR por el método de máquina de los ángeles para determinar la calidad y resistencia que nos exige la norma ASTM C-131.
- Realizar todos los ensayos requeridos de los agregados gruesos y finos aplicando correctamente los procesos de la Norma ASTM y NTP para un buen diseño de mezcla.
- Realizar un buen control en la elaboración de los ensayos al concreto fresco y endurecido tanto como al curado de los especímenes dentro de los 28 días.

De la conclusión para el **objetivo específico 3**, Determinar el porcentaje óptimo de agregado grueso reciclado a ser utilizado en el diseño de mezcla para concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021. Se recomienda:

Utilizar para el diseño de mezcla $f'c= 175 \text{ kg/ cm}^2$ por lo menos 02 proporciones de remplazo de AGR al AGN para posteriormente hacer una comparación con el concreto patrón y observar la influencia que tienen cada una de estas tanto como el comportamiento en los días de curado, de tal manera se evalúa los especímenes para determinar el porcentaje óptimo de estas 02 proporciones respecto al concreto patrón.

REFERENCIAS

- ACEROS AREQUIPA (2017). *Construye seguro manual del maestro constructor*. AREQUIPA, PERÚ.
- ABANTO, T. (2018). *Tecnología del concreto*, tercera edición, Ed San Marcos, LIMA PERÚ.
- GUERRERO J. (2018). *Influencia del uso de residuos de construcción y demolición en diferentes porcentajes sobre la resistencia a la compresión del concreto*, Trujillo 2018, PERÚ.
- RIVVA E. (2018). *Diseño de mezclas*, cuarta edición, IMPRENTA WILLIAMS E.I.R.L. LIMA, PERÚ.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2019), *Reglamento Nacional de edificaciones, Norma CE.010 Pavimentos Urbanos*, LIMA, PERÚ.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE (2016). *Manejo de residuos de construcción y demolición en obras menores*, Primera Edición, Q & P IMPRESORES S.R.L. LIMA, PERÚ.
- SENCICO (2019). *Propuesta de Norma E.060 Concreto Armado, Reglamento nacional de edificaciones*, LIMA, PERÚ.
- YURA S.A. (2018). *Agregados para la elaboración del concreto*, LIMA, PERÚ. Obtenido de <https://www.yura.com.pe/blog/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto>.
- CONCRETOS SUPERMIX S.A (2021). *Agregados para la construcción y minería*, AREQUIPA, PERÚ. Obtenido de <https://www.supermix.com.pe/agregado>.
- CONCRETOS SUPERMIX S.A (2021). *Centro de investigación y desarrollo – Concretos Supermix*. AREQUIPA, PERÚ. Obtenido de <https://www.supermix.com.pe/centro-de-investigacion-y-desarrollo-concretos-supermix>.
- MTC (2016). *Manual de ensayo de materiales*, edición Mayo 2016, LIMA, PERÚ.
- INEI (2021). *Anuario de estadísticas Ambientales*, LIMA, PERÚ.

- INACAL (2019). *Manejo de residuos de la actividad de la construcción*, NTP 400.052:2000, LIMA, PERÚ.
- ORTEGA (2014). *Diseño de estructuras de concreto Armado*, primera edición, Editorial MACRO, LIMA, PERÚ.
- ÑUÑUVERO, L. (2019). *Dosificación para la elaboración de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ usando los residuos de demoliciones de concreto estructural como agregado grueso*, Nuevo Chimbote – 2019, Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad César Vallejo, ANCASH, PERÚ. Obtenido de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- ERAZO, N. (2018). *Evaluación del diseño de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales*, tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional Federico Villarreal, LIMA, PERÚ. Obtenido de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- CRUZ, E. & PALOMINO, C. (2018). *Diseño de mezcla de concreto reciclado para las vías peatonales*, Huaycán – Lima – 2018, tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil por la Universidad Cesar Vallejo, LIMA PERÚ. Obtenido de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- MACHACA G. (2019). *Evaluación del concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso de concreto simple en la ciudad de Juliaca*, Tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana Unión, PUNO, PERÚ. Obtenido de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- CARBONEL & QUINTEROS (2020). *Uso de agregados reciclados proveniente del concreto de edificaciones en lima metropolitana para su aplicación en veredas con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* . En la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, LIMA, PERÚ. Obtenido de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- CUBAS H. & CABRERA J. (2019). *Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional*, tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana Unión, LIMA, PERÚ. Obtenido de <https://alicia.concytec.gob.pe>.

- MINISTERIO DEL AMBIENTE (2018). *Listado de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos*, Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos, LIMA, PERÚ.
- CUADROS A. (2018). *Estudio tecnológico del concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregados reciclados usados en edificaciones*. Tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil, CAJAMARCA, PERÚ.
- SUMARI, R. J. (2016). *Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento Portland Tipo I*. Tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, LIMA. PERÚ. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5379>.
- ESTEBAN, K (2018). *Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines*, LIMA, PERÚ. Obtenido de <https://alicia.concytec.gob.pe>.
- ASOCEM (2018). *Reciclado de Concreto: La mejor elección*, Fuente ACI, Obtenido de <http://www.asocem.org.pe/noticias-nacionales/reciclado-de-concreto-la-mejor-eleccion>.
- HERNÁNDEZ, R. FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA P. (2019). *Metodología de la investigación*, sexta edición, Mcgraw-Hill, Interamericana Editores, S.A. DE C.V, México D.F.
- TORÁM, J. T. (2017). *Report on the production and management of construction and demolition waste*, Spanish Association for Recycling of RCD, MADRID, SPAIN.
- GALLÓN, S. LÓPEZ, E. GARCÍA, C. (2018). *Analysis of brick residues as coarse aggregate for the manufacture of concrete*. Colombian magazine of materials, COLOMBIA.
- SORATO, R. (2016). *Recycled aggregate concrete*, Finlandia.
- Revista ALCONPAT (2015). *Recycled Concrete*, México.
- IDAGU, O. (2017). *The Effects of Recycled Aggregates on Compressive Strength of Concrete*, Nigeria.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (1989), *Report ACI committee 211.1 standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight and mass concrete*, EE.UU.

- GARCÍA, J. (2016). *Construction and demolition waste management, Construction Industry Foundation, SANTIAGO, CHILE.*
- BEDOYA C. (2015). *Concrete with recycled aggregates as urban sustainability Project, COLOMBIA.*
- KANUNGO, J. y SOOD, H. (2018). *Effect of use of recycled coarse Aggregate in Concrete. Chandigarh, INDIA.*
- KHO, P. WARDA, A. & YIZHENG C. (2018). *Properties of recycled concrete aggregate and their influence in new concrete production. EE.UU.*
- TORRES C. & VERA S. (2017). *Analysis of the possibility of using the recycling of the pavement slab of the Pascuales land terminal highway. GUAYAQUIL, ECUADOR.*
- JUNFEI ZHANG (2020). *A smart hybrid system for designing optimal proportions of recycled aggregate concrete. University of Western AUSTRALIA.*
- YINGWU ZHOU (2020). *Effect of recycled aggregate treatment techniques on the durability of concrete: A comparative evaluation. Shenzhen University, Shenzhen, CHINA.*
- HUMERA & MOHAMMED (2020). *Recycled aggregate concrete from large-scale production to sustainable field application. School of Engineering, The University of British Columbia, Kelowna, BC, CANADA.*
- MB LEITE (2018). *Evaluation of an experimental study of mixing ratio and concrete production using recycled fine aggregates. Department of Technology, Graduate Program of Civil and Environmental Engineering, State University of Feira de Santana, Brazil.*
- YULIANG, ZONGPING, JINJUN (2019). *Performance evaluation of recycled aggregate concrete under multiaxial compression. Department of Civil Engineering, Guangxi University of Science and Technology, CHINA.*

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

“DISEÑO DE CONCRETO F'C=175KG/CM2 UTILIZANDO AGREGADO GRUESO OBTENIDO DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS PEATONALES. CUSCO – 2021”		
X= VARIABLE INDEPENDIENTE: DISEÑO DE CONCRETO F'C= 175KG/CM2		
CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES
El diseño de mezcla para concreto de resistencia f'c:175kg/cm2, es el procedimiento en el cual se aplica métodos que nos permitan la dosificación necesaria para alcanzar resistencia optima y comportamiento adecuado en su estado plástico como en su estado endurecido, Erazo (2018).	Diseño de mezcla de concreto con resistencia a compresión de f'c= 175 kg/cm2 empleando agregados reciclados y Naturales de acuerdo con la norma del comité ACI 211.1.	Proporción de los agregados en peso: Cemento, agregado grueso, agregado fino, Agua.
X= VARIABLE DEPENDIENTE: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS PEATONALES		
CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES
Los pavimentos peatonales son estructuras realizadas a base de concreto con el fin exclusivo destinado al tránsito ligero, MTC (2018).	Aplicación del concreto f'c= 175kg/cm2 elaborado con agregados Naturales y agregados reciclados de acuerdo con los estándares de calidad de acuerdo a la norma ASTM y la NTP.	Resistencia a la Compresión f'c= 175kg/cm2 en las edades: 7, 14 y 28 Días.

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"DISEÑO DE CONCRETO F'C=175KG/CM2 UTILIZANDO AGREGADO GRUESO OBTENIDO DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS PEATONALES. CUSCO – 2021"						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PG.- ¿Cómo diseñar concreto f'c= 175kg/cm2 utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021?	OG.- Diseñar mezcla de concreto F'c= 175kg/cm2 utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en cusco 2021.	HG.- Utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición, se puede diseñar concreto f'c=175kg/cm2 para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco – 2021.	VI: Diseño de concreto f'c=175kg/cm2	Concreto F'C= 175kg/cm2 Utilizando agregado Natural y Reciclado.	Proporción en Peso: Cemento, agregado fino, agregado grueso, agregado reciclado y del agua para la elaboración del concreto.	Enfoque de Investigacion Cuantitativo
				Calidad de los agregados	Agregado grueso & reciclado (ensayo de abrasion en maquina de los angeles),Cemento, Agregado fino, calidad del agua	
PE1.- ¿Cómo reciclar agregado grueso para producir concreto f'c= 175kg/cm2 para la construcción de pavimentos peatonales en cusco 2021?	OE1.- Determinar el Lugar y cantidad de residuo de demolición que se obtendrán para la producción de concreto f'c=175kg/cm2 para la construcción de pavimentos peatonales en cusco 2021	HE1.- Se puede producir agregado grueso en cantidad y calidad de los residuos de demolición para la producción de concreto f'c=175kg/cm2 para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021.	VI: Diseño de concreto f'c=175kg/cm2	Propiedades fisicas de los agregados	Peso especifico, peso Unitario, contenido de humedad, absorción, Analisis granulometrico,	Tipo de Investigación: Aplicada
						Diseño de la investigación: No Experimental
PE2.- ¿Qué ensayos de calidad se realizarán para el diseño de mezcla f'c= 175kg/cm2 utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en cusco 2021?	OE2.- Realizar los ensayos de calidad para el diseño de mezcla f'c=175kg/cm2 utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021.	HE2.- El resultado de los ensayos de calidad del agregado para el diseño de mezcla de concreto f'c=175 kg/cm2 utilizando agregado grueso reciclado reúne los requisitos exigidos por la Norma ASTM y NTP.	VD: Construcción de pavimentos peatonales	Evaluación de las propiedades del Concreto f'c= 175kg/cm2 en estado fresco y endurecido.	Ensayo de consistencia del concreto SLUMP, de acuerdo con la NTP 339.035 y ASTM C143.	Nivel de Investigación: Correlacional
				Parametros de resistencia y Durabilidad	Ensayo de resistencia a la compresión; de acuerdo: Norma tecnica Peruana (NTP) 339.034 y ASTM C39.	Muestra 27 probetas de concreto f'c=175kg/cm2 con adición de agregado reciclado en proporciones 0%, 25% y 50%
PE3.- Como verificar la calidad del concreto f'c=175kg/cm2 utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales en cusco 2021?	OE3.- Determinar el porcentaje óptimo de agregado grueso reciclado a ser utilizado en el diseño de mezcla para concreto f'c=175kg/cm2 para la construcción de pavimentos peatonales en Cusco 2021..	HE3.- El concreto diseñado con agregado grueso reciclado cumple con los parámetros de resistencia y durabilidad exigidos para la producción de concreto f'c=175 kg/cm2.	VD: Construcción de pavimentos peatonales	Parametros de resistencia y Durabilidad	Ensayo de resistencia a la compresión; de acuerdo: Norma tecnica Peruana (NTP) 339.034 y ASTM C39.	Muestra 27 probetas de concreto f'c=175kg/cm2 con adición de agregado reciclado en proporciones 0%, 25% y 50%

ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO

En las imágenes siguientes se presentará un resumen general de la elaboración de tesis: extracción de los materiales, ensayos realizados, procedimientos de diseño, etc. Elaborados en el laboratorio INGEOMAT (Ingeniería Geotecnia y Materiales E.I.R.L)

Extracción y triturado manual del material reciclado.



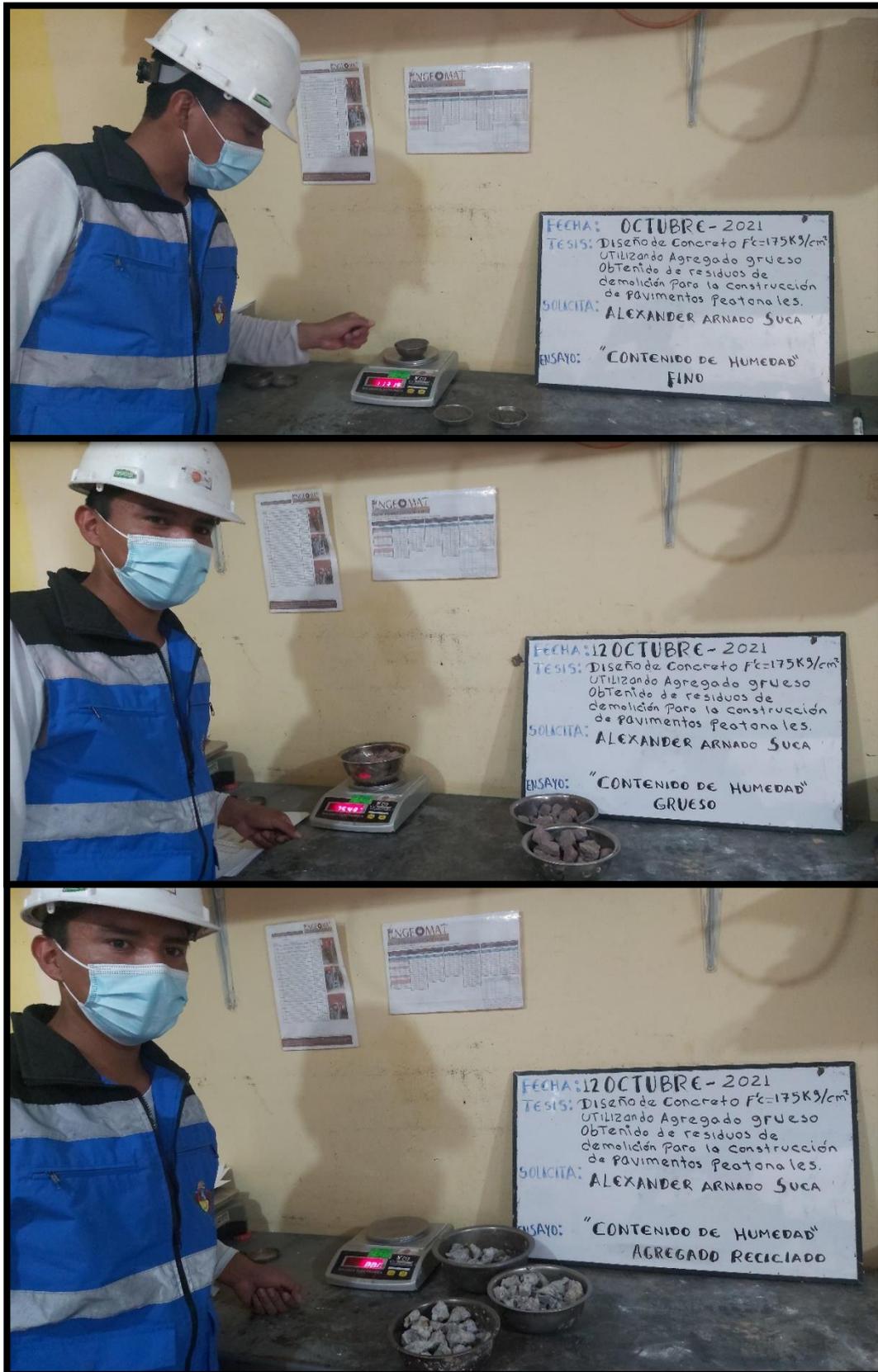
Extracción del agregado grueso de la cantera correspondiente.



Análisis granulométrico por tamizado para los agregados fino, grueso y reciclado de acuerdo con los parámetros ASTM C-33.



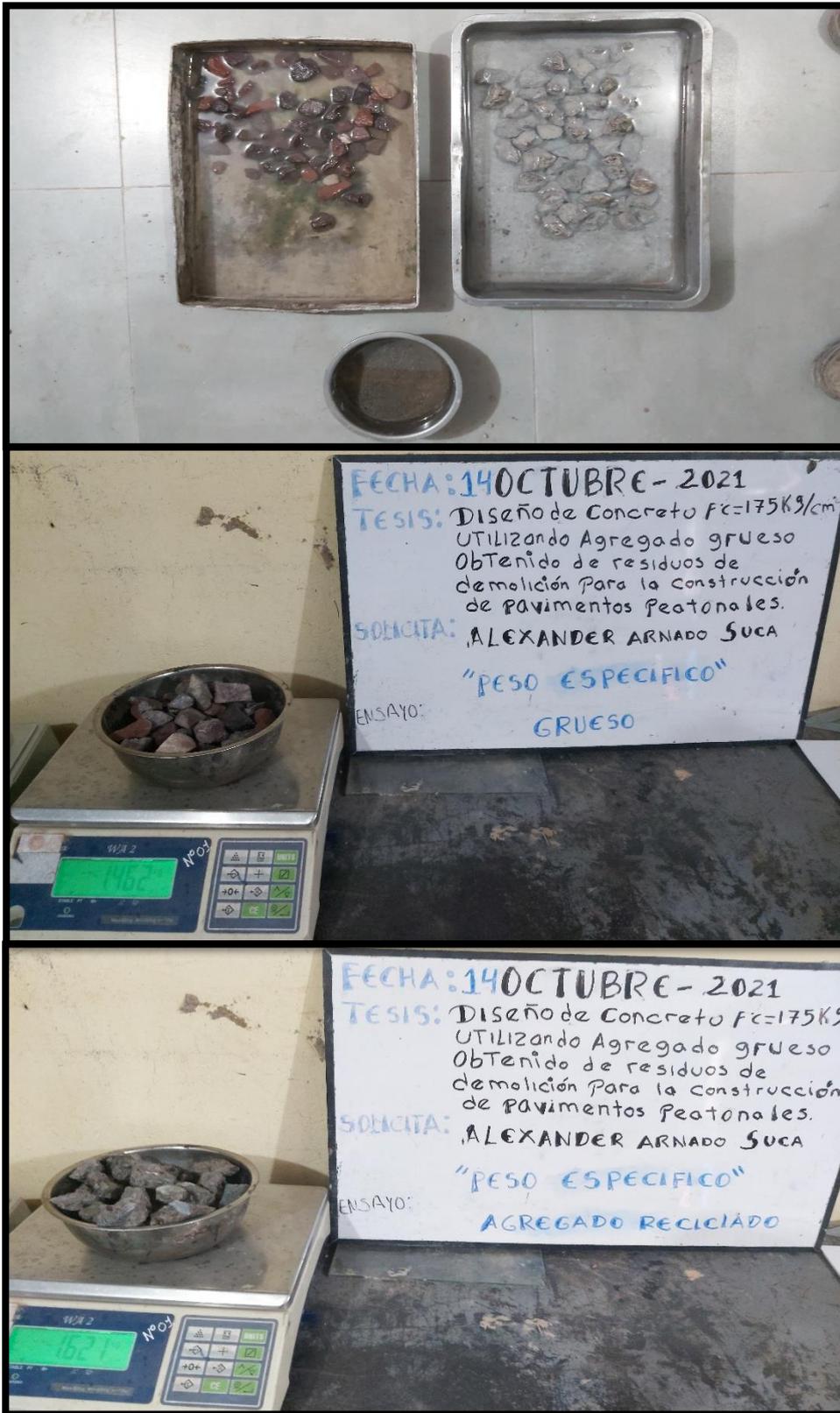
Contenido de humedad para los agregados fino, grueso y reciclado aplicando los parámetros estandarizados por la norma ASTM.



Elaboración del ensayo “contenido de humedad” de los agregados: Fino, grueso y reciclado aplicando los parámetros exigidos por la norma (ASTM).



Elaboración del ensayo "Peso Específico" de los agregados: Fino, grueso y reciclado.



Elaboración de los testigos para diseño $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con Agregado patrón utilizando probetas de 15x30 aplicando los procedimientos que nos indica la norma ASTM C31.



Elaboración de los testigos para diseño $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con agregado 25% reciclado utilizando probetas de 15x30 aplicando los procedimientos que nos indica la norma ASTM C31.



Elaboración de los testigos para diseño $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con agregado reciclado en 50% utilizando probetas de 15x30, aplicando los parámetros establecidos por la norma ASTM C31.



Elaboración del ensayo de Cono de Abrams (SLUMP) al concreto fresco
Para las diferentes proporciones de agregado reciclado: 0%, 25%, 50% teniendo en cuenta la norma ASTM C143.



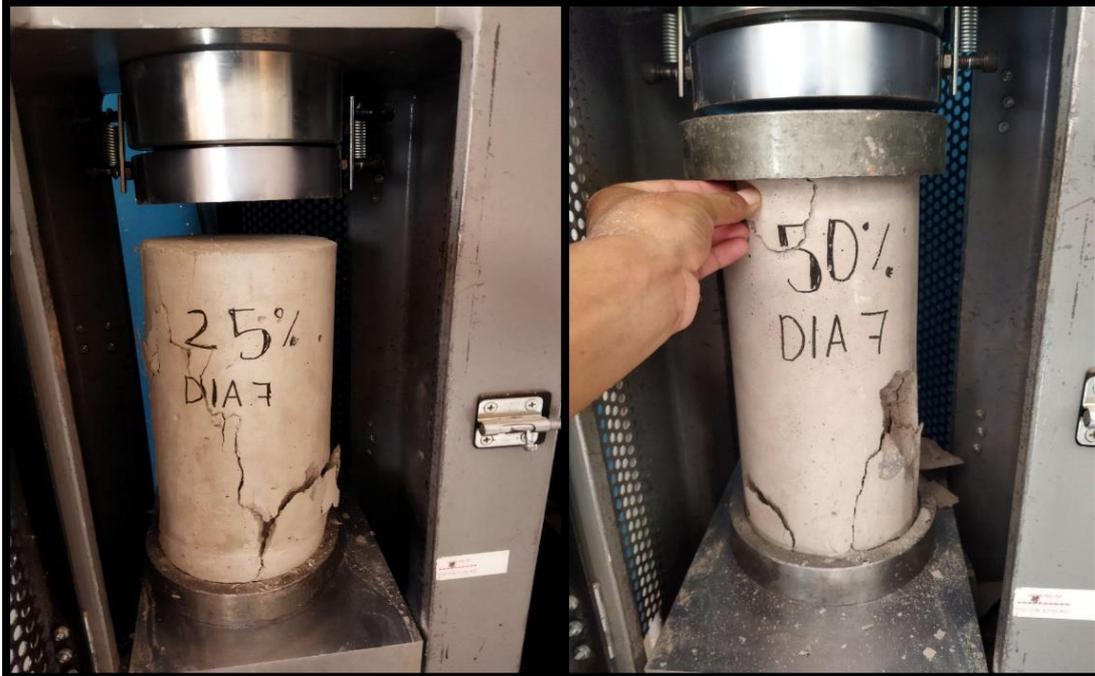
Elaboración del ensayo "Resistencia a Abrasión" en máquina de los Ángeles para el agregado Grueso Natural ASTM C131.



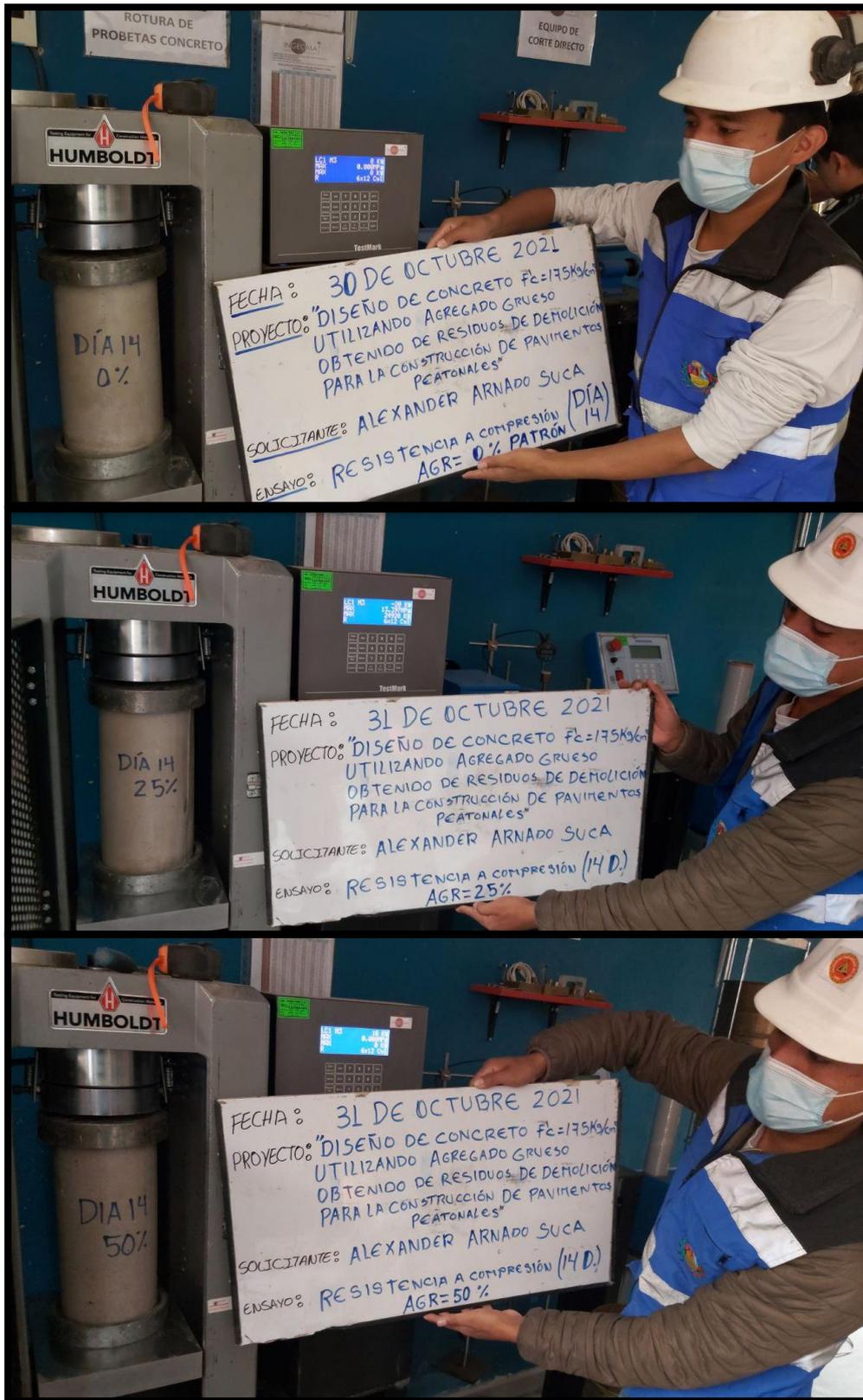
Elaboración del ensayo “Resistencia a Abrasión” en máquina de los Ángeles para el agregado Grueso Reciclado de acuerdo con la norma ASTM C131.



Ensayo de Resistencia a compresión para los testigos a los 07 días de curado para los porcentajes de 0%, 25% y 50% aplicando la norma ASTM C39.



Ensayo de Resistencia a compresión para los testigos a los 14 días de curado para los porcentajes de 0%, 25% y 50% aplicando la norma ASTM C39.



Ensayo de Resistencia a compresión para los testigos a los 28 días de curado para los porcentajes de 0%, 25% y 50% aplicando la norma ASTM C39.



ANEXO 4: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

		CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA. LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES. Av. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 78990111, RPM: #998990111				
Tesis:	Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.					
Tesista:	Bach. Alexander Amado Suca					
PRUEBAS DE COMPRESION DE CONCRETO A LOS 7 DÍAS						
N°	Testigo	Fecha	Resistencia $f'c$	Promedio Resistencia	Resistencia Diseño	Resistencia Acumulado (%)
1	0% Patrón	16/10/2021	104.68	115.85	175 kg/cm ²	66.20 %
2		23/10/2021	117.45			
3			125.43			
1	25% AGR	17/10/2021	111.44	121.77	175 kg/cm ²	69.58%
2		24/10/2021	120.36			
3			133.51			
1	50% AGR	17/10/2021	122.09	125.74	175 kg/cm ²	71.85%
2		24/10/2021	125.02			
3			130.12			
PRUEBAS DE COMPRESION DE CONCRETO A LOS 14 DÍAS						
N°	Testigo	Fecha	Resistencia $f'c$	Promedio Resistencia	Resistencia Diseño	Resistencia Acumulado (%)
1	0% Patrón	16/10/2021	146.02	150.91	175 kg/cm ²	86.23 %
2		30/10/2021	149.16			
3			157.55			
1	25% AGR	17/10/2021	136.61	147.30	175 kg/cm ²	84.17%
2		31/10/2021	147.3			
3			157.98			
1	50% AGR	17/10/2021	149.97	151.92	175 kg/cm ²	86.81%
2		31/10/2021	151.64			
3			154.14			
PRUEBAS DE COMPRESION DE CONCRETO A LOS 28 DÍAS						
N°	Testigo	Fecha	Resistencia $f'c$	Promedio Resistencia	Resistencia Diseño	Resistencia Acumulado (%)
1	0% Patrón	16/10/2021	178.690	178.12	175 kg/cm ²	101.78%
2		13/11/2021	175.910			
3			179.770			
1	25% AGR	17/10/2021	177.560	174.27	175 kg/cm ²	99.58%
2		14/11/2021	172.460			
3			172.790			
1	50% AGR	17/10/2021	173.380	176.99	175 kg/cm ²	101.14%
2		14/10/2021	176.970			
3			180.610			


 E & C Quality Control
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

 Ing. Elard Mendoza Bejar
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. N° 143366


 INGEOMA
 INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.

 Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP. 128589
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA


 Laboratorio de Suelos y Materiales

 Sergio Ivan Lianza Vargas
 Ingeniero Civil C.I.P. 62.001.014

ANEXO 5: CERTIFICADOS DEL LABORATORIO.



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

Tesis: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Tesista: Bach. Alexander Arnado Suca



DISEÑO DE MEZCLAS

$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

slump= 3 pulg

Sin Aditivo

IMAX AGREGADO 1 pulg

Canteras			
Fino	Cunyac	Grueso	Vicho

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589

Q.C. Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elard Montaña Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP: N° 140265

OCTUBRE, 2021
Cusco-Perú
INGEOMAT
INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales
Sergio Ivan Liendo V.
Ingeniero Civil C.I.P.6.

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Contera: Cuyac

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

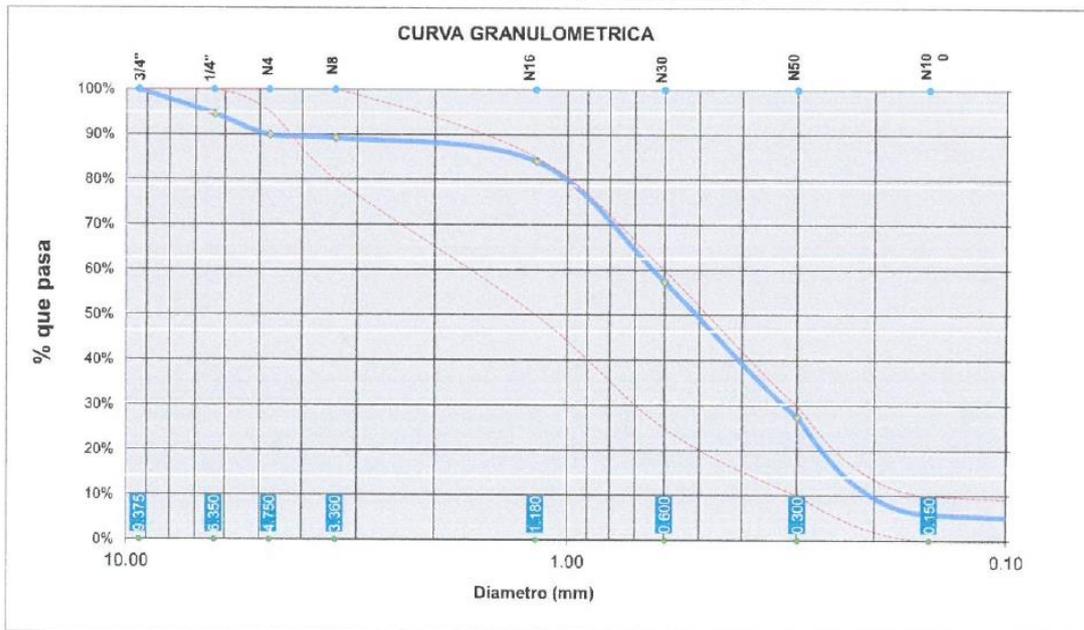
P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO POR TAMIZADO MTC E-107-200

PARAMETROS

ASTM C 33

Tamiz N°	Diam. (mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior	
3/8 pulg	9.375	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
1/4 pulg	6.350	72.19	5.43%	5.43%	94.57%	100.00%	100.00%	
N 4	4.750	62.32	4.68%	10.11%	89.89%	100.00%	95.00%	
N 8	3.360	9.32	0.70%	10.81%	89.19%	100.00%	80.00%	
N 16	1.180	67.63	5.08%	15.89%	84.11%	85.00%	50.00%	
N 30	0.600	355.51	26.72%	42.61%	57.39%	60.00%	25.00%	
N 50	0.300	399.63	30.03%	72.64%	27.36%	30.00%	10.00%	
N 100	0.150	286.15	21.51%	94.15%	5.85%	10.00%	0.00%	
bandeja	0.000	77.87	5.85%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
							SERIE "C" (Tyler)	



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, N\#4, N\#8, N\#16, N\#30, N\#50, N\#100)}{100}$$

MF = 2.46

Arena Media

OK_i

Z&C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elard Mendoza Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP: N° 125586

INGEOMAT
INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP: 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales

Sergio Ivan Lince V.
Ingeniero Civil C.I.P. 6014



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA. LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

INGENIERIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L. b. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco. Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPA: 4998990111

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Cantera: Vicho

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

Fecha: OCTUBRE, 2021

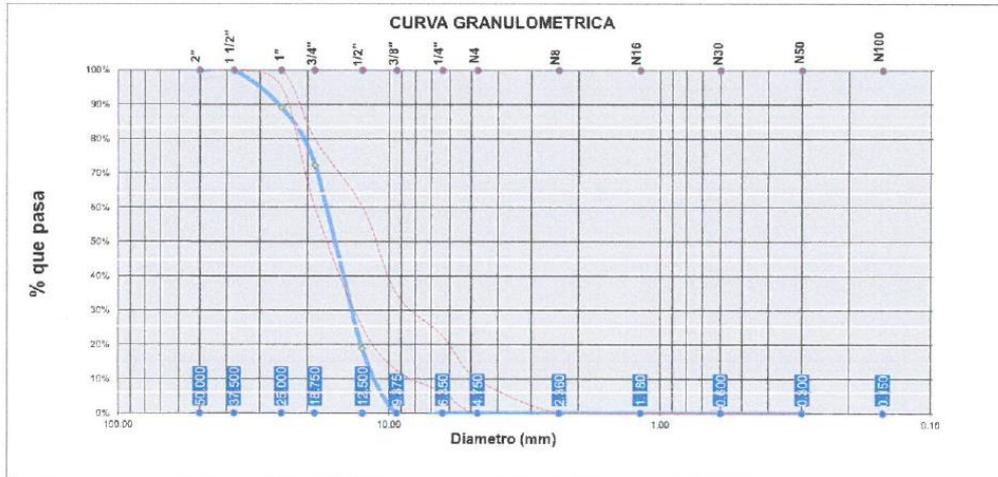
P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO PORTAMIZADO MTC E-107-200

PARAMETROS
ASTM C 33

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
2 pulg	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 1/2pulg	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.000	649.00	10.79%	10.79%	89.21%	100.00%	95.00%
3/4pulg	18.750	1018.00	16.92%	27.71%	72.29%	80.00%	60.00%
1/2pulg	12.500	3211.00	53.38%	81.09%	18.91%	60.00%	25.00%
3/8pulg	9.375	1135.30	18.87%	99.97%	0.03%	35.00%	12.50%
1/4pulg	6.350	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	22.50%	6.25%
N°4	4.750	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	10.00%	0.00%
N°8	2.360	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
N°16	1.180	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
N°30	0.600	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
N°50	0.300	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
N°100	0.150	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	2.09	0.03%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		6015.39	100.00%				



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos } (1/2, 3/4, 3/8, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

MF = 7.27

Tamaño Máximo Absoluto = 1 1/2 pulg
Tamaño Máximo Nominal = 1 pulg

Z & C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elgar Mendoza Bejar
CIP: N° 143366

INGEOMAT
INGENIERIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP: 128588
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales
Sergio Ivan Liencres Vargas
Ingeniero Civil CIP: 60074



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
 LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.L. - Av. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco. Tlf: 270342, Clara: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

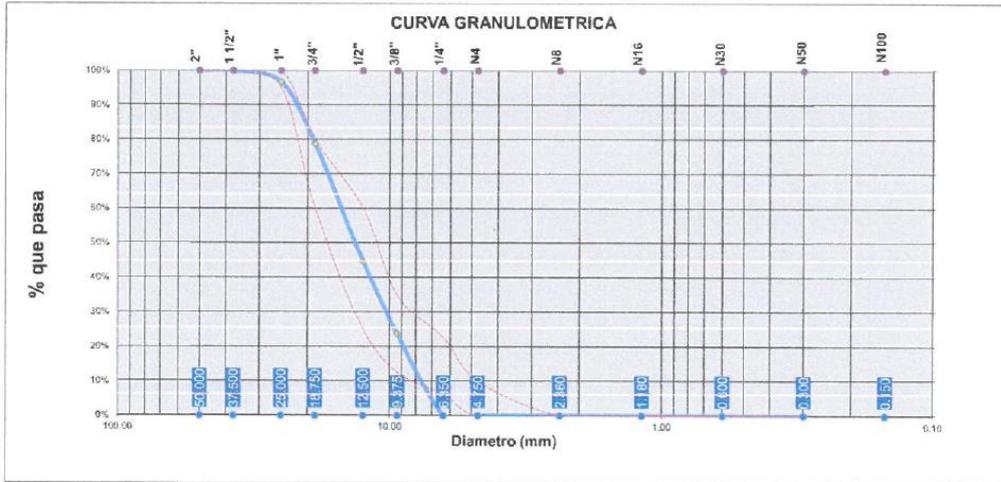
Proyecto: Diseño de concreto f'c= 175 kg/cm2, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Fecha: OCTUBRE, 2021 Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente
 Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

ANALISIS GRANULOMETRICO CONCRETO RECICLADO GRUESO POR TAMIZADO MTC E-107-200

**PARAMETROS
 ASTM C 33**

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
2 pulg	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 1/2pulg	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.000	123.00	3.42%	3.42%	96.58%	100.00%	95.00%
3/4pulg	18.750	645.00	17.93%	21.35%	78.65%	80.00%	60.00%
1/2pulg	12.500	1222.00	33.98%	55.33%	44.67%	60.00%	25.00%
3/8pulg	9.375	753.34	20.95%	76.28%	23.72%	35.00%	12.50%
1/4pulg	6.350	853.20	23.72%	100.00%	0.00%	22.50%	6.25%
N°4	4.750	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	10.00%	0.00%
N°8	2.360	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
N°16	1.180	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
N°30	0.600	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
N°50	0.300	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
N°100	0.150	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		3596.54	100.00%				



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1 \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

MF = 6.98

Tamaño Máximo Absoluto= 1 1/2 pulg
 Tamaño Máximo Nominal= 1 pulg

I & C Quality Control
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 Ing. Elera Mendoza Bejar
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: N° 1011008

INGEOMA
 INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.
 Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP: 128589
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales
 Sergio Ivan Liencres
 Ingeniero Civil C.I.P. 61100



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.L. b. B Eden Lefe C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Fecha: OCTUBRE, 2021
Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

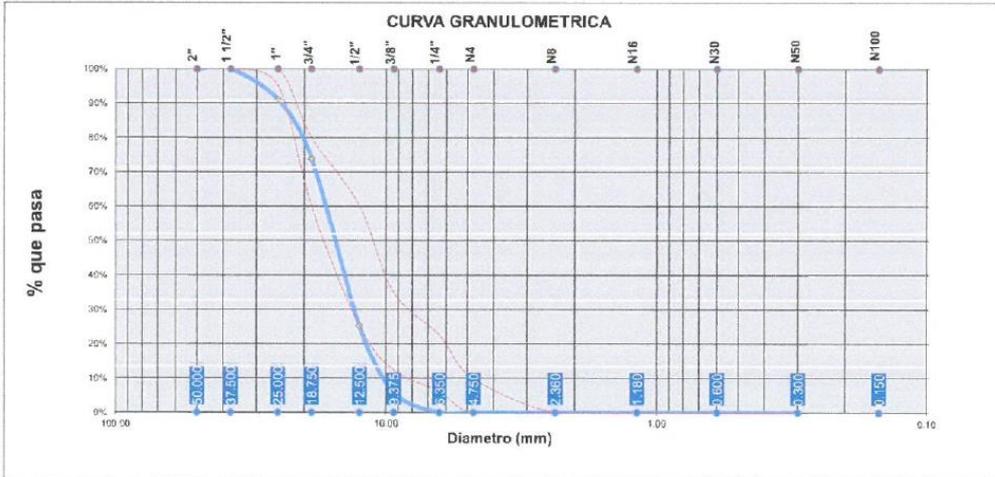
Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente
P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

DOSIFICACION	
RECICLADO	PIEDRA
25.00%	75.00%

ANALISIS GRANULOMETRICO PIEDRA CHANCADA + CONCRETO RECICLADO Y ARENA GRUESO POR TAMIZADO MTC E-107-200
PARAMETROS

ASTM C 33

Tamiz Nº	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
2 pulg	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 1/2 pulg	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.000	538.18	8.95%	8.95%	91.05%	100.00%	95.00%
3/4 pulg	18.750	1033.20	17.18%	26.12%	73.88%	80.00%	60.00%
1/2 pulg	12.500	2919.21	48.53%	74.65%	25.35%	60.00%	25.00%
3/8 pulg	9.375	1166.47	19.39%	94.04%	5.96%	35.00%	12.50%
1/4 pulg	6.350	356.75	5.93%	99.97%	0.03%	22.50%	6.25%
Nº4	4.750	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	10.00%	0.00%
Nº8	2.360	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
Nº16	1.180	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
Nº30	0.600	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
Nº50	0.300	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
Nº100	0.150	0.00	0.00%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	1.57	0.03%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		6015.39	100.00%				



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} \left[\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100 \right]}{100}$$

MF = 7.20

Tamaño Máximo Absoluto = 1 1/2 pulg
Tamaño Máximo Nominal = 1 pulg

E & C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elmer Amador Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP: N° 143388

INGEOMATI
INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP: 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales
Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil C.I.P. 65174



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

INGENIERIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L. b. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco. Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: 4998990111

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Fecha: OCTUBRE, 2021
Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca

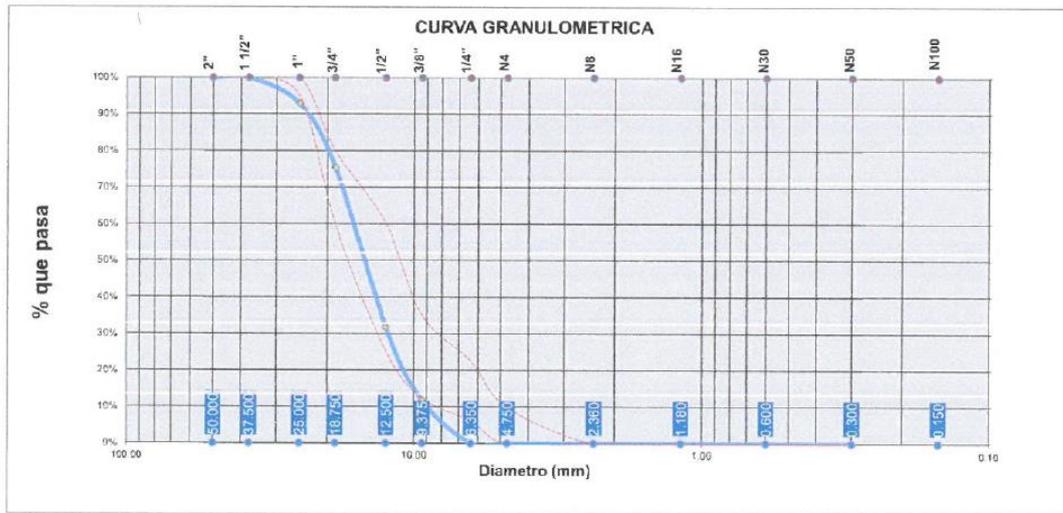
Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente
P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

DOSIFICACION	
RECICLADO	PIEDRA
50.00%	50.00%

ANALISIS GRANULOMETRICO PIEDRA CHANCADA + CONCRETO RECICLADO Y ARENA GRUESO POR TAMIZADO MTC E-107-200
PARAMETROS

ASTM C 33

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
2 pulg	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 1/2pulg	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.000	427.36	7.10%	7.10%	92.90%	100.00%	95.00%
3/4pulg	18.750	1048.40	17.43%	24.53%	75.47%	80.00%	60.00%
1/2pulg	12.500	2627.43	43.68%	68.21%	31.79%	60.00%	25.00%
3/8pulg	9.375	1197.65	19.91%	88.12%	11.88%	35.00%	12.50%
1/4pulg	6.350	713.51	11.86%	99.98%	0.02%	22.50%	6.25%
N°4	4.750	0.00	0.00%	99.98%	0.02%	10.00%	0.00%
N°8	2.360	0.00	0.00%	99.98%	0.02%	0.00%	0.00%
N°16	1.180	0.00	0.00%	99.98%	0.02%	0.00%	0.00%
N°30	0.600	0.00	0.00%	99.98%	0.02%	0.00%	0.00%
N°50	0.300	0.00	0.00%	99.98%	0.02%	0.00%	0.00%
N°100	0.150	0.00	0.00%	99.98%	0.02%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	1.05	0.02%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		6015.39	100.00%				



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1 \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Tamaño Máximo Absoluto= 1 1/2pulg
Tamaño Máximo Nominal= 1 pulg

MF = 7.13

E&C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elard Mendoza Bejar
LABORATORIO
CIP: N° 143368

INGEOMAT
INGENIERIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales
Sergio Ivan Liencres
Ingeniero Civil C.I.P. 60.000.000



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

Ing. B Eden Lolo C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 276342, Claro: 974279249, Movilfon: 998990111, RPM: 819990111

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Vicho

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

Fecha: OCTUBRE, 2021

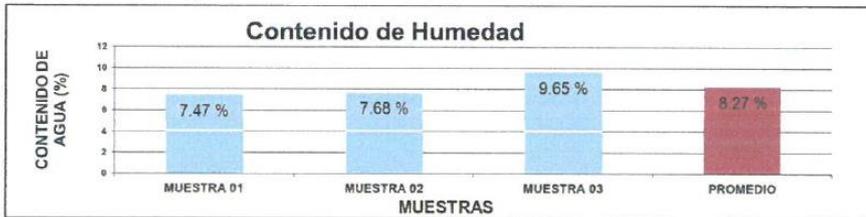
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente

Solicitante: Bach. Alexander Anado Suca

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL FINO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	22.95	25.13	22.35	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	80.50	81.21	113.26	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	76.50	77.21	105.26	
PESO DEL AGUA	4.00	4.00	8.00	
PESO DEL SUELO SECO	53.55	52.08	82.91	
CONTENIDO DE AGUA (%)	7.47	7.68	9.65	8.27

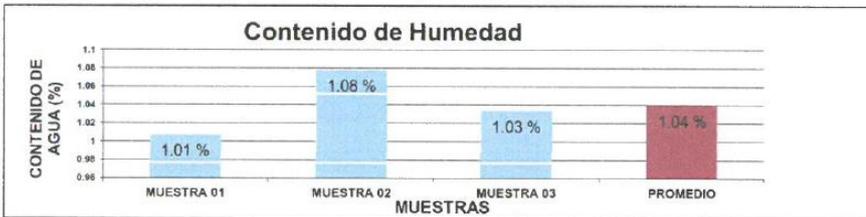
PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 8.27%



CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	64.07	65.79	66.15	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	765.98	862.89	847.95	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	758.98	854.39	839.95	
PESO DEL AGUA	7.00	8.50	8.00	
PESO DEL SUELO SECO	694.91	788.60	773.80	
CONTENIDO DE AGUA (%)	1.01	1.08	1.03	1.04

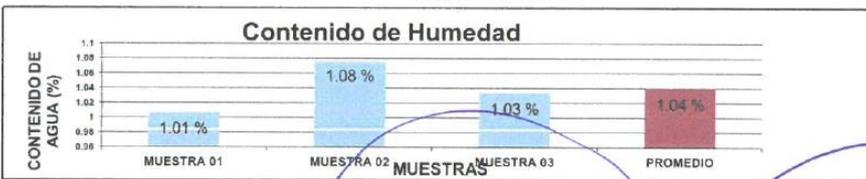
PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 1.04%



CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO RECICLADO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	29.00	26.79	24.16	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	123.27	120.91	121.99	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	122.68	120.33	121.16	
PESO DEL AGUA	0.59	0.58	0.83	
PESO DEL SUELO SECO	93.68	93.54	97.00	
CONTENIDO DE AGUA (%)	0.63	0.62	0.86	0.70

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 0.70%



PROPORCION		
RECICLADO	25.00%	0.96 %
PIEDRA	75.00%	0.87 %
	50.00%	

INGEOMA
INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES E
Z & C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Efraim Mendoza Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP: N° 143336

INGEOMA
INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES E
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP: 125589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales
Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil CIP: 65074

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL FINO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	7174.00 gr	7170.00 gr	7116.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	11784.00gr	11805.00gr	11605.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3896.00cm ³	3896.00cm ³	3896.00cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1183.26 kg/m ³	1189.68 kg/m ³	1152.21 kg/m ³	1175.05 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1175.05 kg/m³



PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL GRUESO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	7174.00 gr	7170.00 gr	7116.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	11550.00gr	11507.00gr	11536.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3896.00cm ³	3896.00cm ³	3896.00cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1123.20 kg/m ³	1113.19 kg/m ³	1134.50 kg/m ³	1123.63 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1123.63 kg/m³



PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL CONCRETO RECICLADO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	7174.00 gr	7171.00 gr	7116.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	10753.00gr	10844.00gr	10724.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3896.00cm ³	3896.00cm ³	3896.00cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	918.63 kg/m ³	942.76 kg/m ³	926.08 kg/m ³	929.16 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 929.16 kg/m³



PROPORCIÓN	RECICLADO	PIEDRA	PESO UNITARIO SUELTO
25.00%	75.00%		1075.01 kg/m ³
50.00%	50.00%		1024.39 kg/m ³

Z & C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Eladio Llanos Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP: N° 144308

INGEOMAT
INGENIERIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP: 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales
Sergio Ivan Llanos Vera
Ingeniero Civil C.I.P. 65074

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

PESO UNITARIO VARILLADO MATERIAL FINO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	7174.00 gr	7170.00 gr	7116.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	12132.00gr	12123.00gr	12141.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3896.00cm ³	3896.00cm ³	3896.00cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1272.59 kg/m ³	1271.30 kg/m ³	1289.78 kg/m ³	1277.89 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO VARILLADO = 1277.89 kg/m³



PESO UNITARIO VARILLADO MATERIAL GRUESO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	7174.00 gr	7170.00 gr	7116.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	11965.00gr	11983.00gr	11995.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3896.00cm ³	3896.00cm ³	3896.00cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1229.72 kg/m ³	1235.37 kg/m ³	1252.31 kg/m ³	1239.13 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO VARILLADO = 1239.13 kg/m³



PESO UNITARIO VARILLADO MATERIAL CONCRETO RECICLADO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	7174.00 gr	7171.00 gr	7116.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	11021.00gr	11005.00gr	11013.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3896.00cm ³	3896.00cm ³	3896.00cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	987.42 kg/m ³	984.09 kg/m ³	1000.26 kg/m ³	990.59 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO VARILLADO = 990.59 kg/m³



PROPORCION	PESO UNITARIO SUELTO
RECICLADO 25.00%	75.00%
50.00%	50.00%
	1177.00 kg/m ³

I&C Quality Control
Laboratorio de Suolos, Concreto y Asfalto
Ing. Elard Mendosá Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP-1113032

INGEOMAT
INGENIERIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suolos y Materiales
Sergio Ivan Lien...
Ingeniero Civil CIP: 60074

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Cuniyac-Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84

Peso Especifico de masa (Pem)

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr : 497.00 gr
 V = Volumen de Frasco en cm^3 : 500.00 cm^3
 V_a = Peso en gramos o volumen en cm^3 de agua añadida en el frasco : 308.73 cm^3

$$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)} = 2.60 \text{ gr/cm}^3 \quad A_b = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100 = 0.60\%$$

$$P_{ass} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 = 2.61 \text{ gr/cm}^3 \quad P_{aparente} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} = 2.64 \text{ gr/cm}^3$$

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84

A = PESO SECO EN EL AIRE : 1665.00 gr
 B = PESO SUPERFICIALMENTE SECO : 1718.00 gr
 C = PESO DE LA MUESTRA EN AGUA : 1065.20 gr

$$\gamma_{esp} = \frac{A}{B - C} = 2.55 \quad \gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} = 2.78$$

$$\gamma_m = \frac{B}{B - C} = 2.63 \quad Absorcion = \frac{B - A}{A} = 3.18\%$$

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE CONCRETO RECICLADO GRUESO AASHTO T 84

A = PESO SECO EN EL AIRE : 1991.00 gr
 B = PESO SUPERFICIALMENTE SECO : 2094.00 gr
 C = PESO DE LA MUESTRA EN AGUA : 1214.30 gr

$$\gamma_{esp} = \frac{A}{B - C} = 2.26 \quad \gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} = 2.56$$

$$\gamma_m = \frac{B}{B - C} = 2.38 \quad Absorcion = \frac{B - A}{A} = 5.17\%$$

PROPORCION		P.E.	Abs.
RECICLADO	PIEDRA		
25.00%	75.00%	2.48	3.68 %
50.00%	50.00%	2.41	4.18 %


 Z & C Quality Control
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 Ing. Elord Mendoza Bejar
 JEFE LABORATORIO
 CIP: N° 143387


 INGEOMA
 INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.
 Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP: 128589
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA


 Laboratorio de Suelos y Materiales
 Sergio Ivan Lienard
 Ingeniero Civil C.I.P.

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI "PIEDRA CHANCADA + ARENA"

1.- Propiedades del Concreto a Diseñar

$f'c =$	175 kg/cm ²
SLUMP=	4 pulg
Consistencia=	Plastica
Uso de aditivo	Sin Aditivo
Aire Incorporado	No

2.- Características de los Materiales:

2.1.- Cemento:

Marca:	Yura
Tipo:	IP
Peso Especifico:	2.8

2.2.- Agua:

Agua potable de la red publica de la ciudad

2.3.- Agregado Fino:

Peso Especifico de la masa	2.60
Absorción	0.60%
Contenido de Humedad	8.27%
Modulo de Fineza	2.46
Peso Compacto Seco	1277.89 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1175.05 kg/m ³

2.4.- Agregado Grueso:

Perfil Angular	Si
Tamaño Maximo Nominal	1 pulg
Peso Compacto Seco	1239.13 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1123.63 kg/m ³
Peso Especifico de la masa	2.55
Absorción	3.18%
Contenido de Humedad	1.04%
Modulo de Fineza	7.27

3.- Determinación de la resistencia promedio ($f'c_r$)

Calculo de la Desviacion Estandar

Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el calculo de la desviacion estandar se hara uso del siguiente cuadro según RNE tabla 5.3

$f'c$	$f'c_r$
menor de 210	$f'c+70$
210 a 350	$f'c+85$
mayor a 350	$1.1f'c+50$

E&C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elara Mendoza Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP: N° 144 128

INGEOMA
INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.

Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP: 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales

Sergio Ivan Liencres Vargas
Ingeniero Civil C.I.P. 65074

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca

$f'c =$	175 kg/cm ²
---------	------------------------

Por lo tanto la resistencia promedio sera:

$f'cr =$	245 kg/cm ²
----------	------------------------

4.- Calculo del volumen unitario de agua

$f'c =$	175 kg/cm ²
Tmax Nominal	1 pulg
SLUMP	4 pulg
AGUA X M3	193.00 lt/m ³

5.- Selección del contenido de aire atrapado

$f'c =$	175 kg/cm ²
AIRE ATRAPADO	1.50%

6.- Calculo de la relacion Agua : Cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
A/C	0.628

7.- Factor Cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
Factor Cemento	307 kg/m ³
Factor Cemento	7.23 bolsas

8.- Calculo del Volumen Absoluto de la pasta

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento x m ³	0.110 m ³
AGUA X M3	0.193 m ³
Aire x m ³	0.015 m ³
Vol. de la Pasta	0.318 m ³

9.- Volumen Absoluto del Agregado

$f'c =$	175 kg/cm ²
Vol. de los Agreg.	0.682 m ³

10.- Calculo de los volúmenes absolutos del agregado

$f'c =$	175 kg/cm ²
mf	2.46
Tmax nominal	1 pulg
b/bo	0.704 m ³
Peso Unil. Seco Var.	1239.13 kg/m ³
Peso A.G.	872.35 kg
VAG	0.342 m ³
VAF	0.340 m ³

T & C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elard Mendoza Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP: N° 12 12028

INGEOMA
INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP. 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales
Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil C.I.P. 60 114

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca

11.- Pesos Secos de los Agregados

$f'c =$	175 kg/cm ²
AF	884 kg/m ³
AG	872 kg/m ³

12.- Valores de Diseño

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	307 kg/m ³
Agua de Diseño	193 lt/m ³
Agregado Fino	884 kg/m ³
Agregado Grueso	872 kg/m ³
TOTAL	2257 kg/m³

13.- Corrección por Humedad del Agregado

$f'c =$	175 kg/cm ²
AF	957 kg/m ³
AG	881 kg/m ³

Humedad superficial del agregado (Humedad Natural - Absorción)

AF	7.66%
AG	-2.14%

Aporte de Agua de Los agregados

AF	67.74 kg/m ³
AG	-18.70 kg/m ³

Agua Efectiva

Agua inicial	193.00 kg/m ³
Aporte de lo Agreg.	49.04 kg/m ³
Agua Final	143.96 kg/m ³

14.- Valores de Diseño corregidos por humedad

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	307 kg/m ³
Agua de Diseño	144 kg/m ³
Agregado Fino	957 kg/m ³
Agregado Grueso	881 kg/m ³
Aire	1.50%
Peso Total	2290 kg/m³

15.- Proporción por peso corregidos por humedad por kg de cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	1.00
Agua de Diseño	0.47 lt/bolsa
Agregado Fino	3.11
Agregado Grueso	2.87

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca

16.- Peso por tandas de una bolsa

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	42.5 kg/bolsa
Agua de Diseño	20 l/bolsa
Agregado Fino	132.4 kg/bolsa
Agregado Grueso	121.9 kg/bolsa

17.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada pie³ de cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	1.00 pie ³ /pie ³
Agua de Diseño	20 l/pie ³
Agregado Fino	4.0 pie ³ /pie ³
Agregado Grueso	3.8 pie ³ /pie ³

18.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada m³ de concreto

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	7.23 bls/m ³
Agua de Diseño	0.144 m ³ /m ³
Agregado Fino	0.81 m ³ /m ³
Agregado Grueso	0.78 m ³ /m ³

19.- Proporción por peso corregidos por humedad por cada testigo elaborado

$f'c =$	175 kg/cm ²
Diámetro	15 cm
Altura	30 cm
Cantidad de Testigos	1
Volumen por testigo	5301 cm ³
Factor por desperdicios	1.1
Volumen corregido	0.0058 m ³
Cemento	2.061 kg
Agua de Diseño	1.175 kg
Agregado Fino	5.581 kg
Agregado Grueso	5.140 kg
Suma	13.96 kg
Peso por Testigo	13.96 kg


E&C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elard Mendoza Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 117 542 200


INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.L.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP. 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

 Laboratorio de
Suelos y Materiales

Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil C.I.P. 62 100 900



Urb. El Eden Lelo C. 3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: 998990111

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

DISÑO DE MEZCLAS - METODO ACI "PIEDRA CHANCADA Y 25% DE CONCRETO RECICLADO+ ARENA"

1.- Propiedades del Concreto a Diseñar

$f'c =$	175 kg/cm ²
SLUMP=	4 pulg
Consistencia=	Plastica
Uso de aditivo	Sin Aditivo
Aire Incorporado	No

2.- Características de los Materiales:

2.1.- Cemento:

Marca:	Yura
Tipo:	IP
Peso Especifico:	2.8

2.2.- Agua:

Agua potable de la red publica de la ciudad

2.3.- Agregado Fino:

Peso Especifico de la masa	2.60
Absorción	0.60%
Contenido de Humedad	8.27%
Modulo de Fineza	2.46
Peso Compacto Seco	1277.89 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1175.05 kg/m ³

2.4.- Agregado Grueso+ 25% Concreto reciclado:

Perfil Angular	Si
Tamaño Maximo Nominal	1 pulg
Peso Compacto Seco	1177.00 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1075.01 kg/m ³
Peso Especifico de la masa	2.48
Absorción	3.68%
Contenido de Humedad	0.96%
Modulo de Fineza	7.20

3.- Determnacion de la resistencia promedio ($f'c'$)

Calculo de la Desviacion Estandar

Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el calculo de la desviacion estandar se hara uso del siguiente cuadro según RNE tabla 5.3

$f'c$	$f'c'$
menor de 210	$f'c+70$
210 a 350	$f'c+85$
mayor a 350	$1.1f'c+50$

E&C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elard Mendoza Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP: N° 143366



Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP: 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales

Sergio Ivan Liencres
Ingeniero Civil C.I.P.C.

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca

$f'c =$	175 kg/cm ²
---------	------------------------

Por lo tanto la resistencia promedio sera:

$f'cr =$ 245 kg/cm²

4.- Calculo del volumen unitario de agua

$f'c =$	175 kg/cm ²
Tmax Nominal	1 pulg
SLUMP	4 pulg
AGUA X M3	193.00 lt/m ³

5.- Selección del contenido de aire atrapado

$f'c =$	175 kg/cm ²
AIRE ATRAPADO	1.50%

6.- Calculo de la relacion Agua : Cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
A/C	0.628

7.- Factor Cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
Factor Cemento	307 kg/m ³
Factor Cemento	7.23 bolsas

8.- Calculo del Volumen Absoluto de la pasta

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento x m ³	0.110 m ³
AGUA X M3	0.193 m ³
Aire x m ³	0.015 m ³
Vol. de la Pasta	0.318 m ³

9.- Volumen Absoluto del Agregado

$f'c =$	175 kg/cm ²
Vol. de los Agreg.	0.682 m ³

10.- Calculo de los volúmenes absolutos del agregado

$f'c =$	175 kg/cm ²
mf	2.46
Tmax nominal	1 pulg
b/bo	0.704 m ³
Peso Unil. Seco Var.	1177.00 kg/m ³
Peso A.G.	828.61 kg
VAG	0.334 m ³
VAF	0.348 m ³

E&C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
E.C.
Ing. Elara Mendoza Benar
JEFE DE LABORATORIO

INGEOMA
INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.L.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales

Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil C.I.P. 63.34

Proyecto: Diseño de concreto $f'c=175$ kg/cm², utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

11.- Pesos Secos de los Agregados

$f'c=$	175 kg/cm ²
AF	904 kg/m ³
AG	829 kg/m ³

12.- Valores de Diseño

$f'c=$	175 kg/cm ²
Cemento	307 kg/m ³
Agua de Diseño	193 lt/m ³
Agregado Fino	904 kg/m ³
Agregado Grueso	829 kg/m ³
TOTAL	2233 kg/m³

13.- Correccion por Humedad del Agregado

$f'c=$	175 kg/cm ²
AF	979 kg/m ³
AG	837 kg/m ³

Humedad superficial del agregado (Humedad Natural - Absorción)

AF	7.66%
AG	-2.73%

Aporte de Agua de Los agregados

AF	69.28 kg/m ³
AG	-22.58 kg/m ³

Agua Efectiva

Agua inicial	193.00 kg/m ³
Aporte de lo Agreg.	46.70 kg/m ³
Agua Final	146.30 kg/m ³

14.- Valores de Diseño corregidos por humedad

$f'c=$	175 kg/cm ²
Cemento	307 kg/m ³
Agua de Diseño	146 kg/m ³
Agregado Fino	979 kg/m ³
Agregado Grueso	837 kg/m ³
Aire	1.50%
Peso Total	2269 kg/m³

15.- Proporción por peso corregidos por humedad por kg de cemento

$f'c=$	175 kg/cm ²
Cemento	1.00
Agua de Diseño	0.48 lt/bolsa
Agregado Fino	3.19
Agregado Grueso	2.72

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca

16.- Peso por tandas de una bolsa

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	42.5 kg/bolsa
Agua de Diseño	20 lt/bolsa
Agregado Fino	135.4 kg/bolsa
Agregado Grueso	115.7 kg/bolsa

17.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada pie³ de cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	1.00 pie ³ /pie ³
Agua de Diseño	20 lt/pie ³
Agregado Fino	4.1 pie ³ /pie ³
Agregado Grueso	3.8 pie ³ /pie ³

18.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada m³ de concreto

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	7.23 bls/m ³
Agua de Diseño	0.146 m ³ /m ³
Agregado Fino	0.83 m ³ /m ³
Agregado Grueso	0.78 m ³ /m ³

19.- Proporción por peso corregidos por humedad por cada testigo elaborado

$f'c =$	175 kg/cm ²
Diámetro	15 cm
Altura	30 cm
Cantidad de Testigos	1
Volumen por testigo	5301 cm ³
Factor por desperdicios	1.1
Volumen corregido	0.0058 m ³
Cemento	1.971 kg
Agua de Diseño	1.194 kg
Agregado Fino	5.708 kg
Agregado Grueso	4.878 kg
Suma	13.75 kg
Peso por Testigo	13.75 kg



Ing. Elard Mendoza
JEFE DE LABORATORIO



INGEOMA
INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.



Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Laboratorio de Suelos y Materiales



Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil C.I.P. 62. 74

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Arnado Suca

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI "PIEDRA CHANCADA Y 50% DE CONCRETO RECICLADO+ ARENA"

1.- Propiedades del Concreto a Diseñar

$f'c =$	175 kg/cm ²
SLUMP=	4 pulg
Consistencia=	Plástica
Uso de aditivo	Sin Aditivo
Aire Incorporado	No

2.- Características de los Materiales:

2.1.- Cemento:

Marca:	Yura
Tipo:	IP
Peso Especifico:	2.8

2.2.- Agua:

Agua potable de la red pública de la ciudad

2.3.- Agregado Fino:

Peso Especifico de la masa	2.60
Absorción	0.60%
Contenido de Humedad	8.27%
Modulo de Fineza	2.46
Peso Compacto Seco	1277.89 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1175.05 kg/m ³

2.4.- Agregado Grueso + 50% Concreto reciclado:

Perfil Angular	Si
Tamaño Máximo Nominal	1 pulg
Peso Compacto Seco	1114.86 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1026.39 kg/m ³
Peso Especifico de la masa	2.41
Absorción	4.18%
Contenido de Humedad	0.87%
Modulo de Fineza	7.13

3.- Determinación de la resistencia promedio ($f'c_r$)

Calculo de la Desviación Estandar

Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el calculo de la desviación estandar se hará uso del siguiente cuadro según RNE tabla 5.3

$f'c$	$f'c_r$
menor de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 85$
mayor a 350	$1.1 f'c + 50$



E&C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elani Mendoza Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP 128589



INGEOMA
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y MATERIALES E.I.R.



Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Laboratorio de Suelos y Materiales



Sergio Ivan Liendo Vera
Ingeniero Civil C.I.P. 65074

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

$f'c =$	175 kg/cm ²
---------	------------------------

Por lo tanto la resistencia promedio sera:

$f'c_r =$ 245 kg/cm²

4.- Calculo del volumen unitario de agua

$f'c =$	175 kg/cm ²
Tmax Nominal	1 pulg
SLUMP	4 pulg
AGUA X M3	193.00 lt/m ³

5.- Selección del contenido de aire atrapado

$f'c =$	175 kg/cm ²
AIRE ATRAPADO	1.50%

6.- Calculo de la relacion Agua : Cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
A/C	0.628

7.- Factor Cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
Factor Cemento	307 kg/m ³
Factor Cemento	7.23 bolsas

8.- Calculo del Volumen Absoluto de la pasta

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento x m ³	0.110 m ³
AGUA X M3	0.193 m ³
Aire x m ³	0.015 m ³
Vol. de la Pasta	0.318 m ³

9.- Volumen Absoluto del Agregado

$f'c =$	175 kg/cm ²
Vol. de los Agreg.	0.682 m ³

10.- Calculo de los volúmenes absolutos del agregado

$f'c =$	175 kg/cm ²
mf	2.46
Tmax nominal	1 pulg
b/bo	0.704 m ³
Peso Unif. Seco Var.	1114.86 kg/m ³
Peso A.G.	784.86 kg
VAG	0.326 m ³
VAF	0.356 m ³

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

11.- Pesos Secos de los Agregados

$f'c =$	175 kg/cm ²
AF	925 kg/m ³
AG	785 kg/m ³

12.- Valores de Diseño

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	307 kg/m ³
Agua de Diseño	193 lt/m ³
Agregado Fino	925 kg/m ³
Agregado Grueso	785 kg/m ³
TOTAL	2211 kg/m³

13.- Corrección por Humedad del Agregado

$f'c =$	175 kg/cm ²
AF	1002 kg/m ³
AG	792 kg/m ³

Humedad superficial del agregado (Humedad Natural - Absorción)

AF	7.66%
AG	-3.31%

Aporte de Agua de Los agregados

AF	70.91 kg/m ³
AG	-25.96 kg/m ³

Agua Efectiva

Agua Inicial	193.00 kg/m ³
Aporte de lo Agreg.	44.95 kg/m ³
Agua Final	148.05 kg/m ³

14.- Valores de Diseño corregidos por humedad

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	307 kg/m ³
Agua de Diseño	148 kg/m ³
Agregado Fino	1002 kg/m ³
Agregado Grueso	792 kg/m ³
Aire	1.50%
Peso Total	2249 kg/m³

15.- Proporción por peso corregidos por humedad por kg de cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	1.00
Agua de Diseño	0.48 lt/bolsa
Agregado Fino	3.26
Agregado Grueso	2.58

E & C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Ing. Elard Mendoza Bojar
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 128529

INGEOMA
INGENIERIA DE SUELOS Y MATERIALES E.I.R.L.

Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128529
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales

Sergio Iván Liendo Vargas
Ingeniero Civil QUP. 62

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenida de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Muestra: Fino= Cunyac
Grueso= Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

16.- Peso por tandas de una bolsa

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	42.5 kg/bolsa
Agua de Diseño	20 lt/bolsa
Agregado Fino	138.6 kg/bolsa
Agregado Grueso	109.5 kg/bolsa

17.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada pie³ de cemento

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	1.00 pie ³ /pie ³
Agua de Diseño	20 lt/pie ³
Agregado Fino	4.2 pie ³ /pie ³
Agregado Grueso	3.8 pie ³ /pie ³

18.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada m³ de concreto

$f'c =$	175 kg/cm ²
Cemento	7.23 bls/m ³
Agua de Diseño	0.148 m ³ /m ³
Agregado Fino	0.85 m ³ /m ³
Agregado Grueso	0.77 m ³ /m ³

19.- Proporción por peso corregidos por humedad por cada testigo elaborado

$f'c =$	175 kg/cm ²
Diámetro	15 cm
Altura	30 cm
Cantidad de Testigos	1
Volumen por testigo	5301 cm ³
Factor por desperdicios	1.1
Volumen corregido	0.0058 m ³
Cemento	1.971 kg
Agua de Diseño	1.209 kg
Agregado Fino	5.843 kg
Agregado Grueso	4.617 kg
Suma	13.64 kg
Peso por Testigo	13.64 kg

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco, 2021.

Ubicación: -

Muestra: Cunyac-Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

Muestra

PIEDRA CHANCADA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASION O DESGASTE (ASTM C 131 - 01, AASHTO T 96 - 02)
METODO - MAQUINA DE LOS ANGELES**

TAMIZ				GRADACION			
PASA		RETENIDO		A	B	C	D
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm	1250 +/- 25			
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm	1250 +/- 25			
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm			2500 +/- 10	
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm			2500 +/- 10	
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				5000 +/- 10
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33

GRADACION	T max	m.m	
A	1 pulg	25.000	SI
B	1/2 pulg	12.500	NO
C	1/4 pulg	6.350	NO
D	N° 4	4.750	NO

TAMIZ				GRADACION			
PASA		RETENIDO		A	B	C	D
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm	1250 +/- 25			
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm	1250 +/- 25			
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm	1250 +/- 25			
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm	1250 +/- 25			
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm				
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm				
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				5000 +/- 10	0 +/- 10	0 +/- 10	0 +/- 10
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33

MATERIAL PARA AFIRMADO DATOS		Especificaciones		Tamaño Maximo	
		Gradacion	N° de esferas	Pasa	Retenido
Pi= Peso inicial de la muestra	5003.00gr	A	12	1 1/2"	3/8"
Pf= Pfinal -muestra desp. de pasada malla N12	3551.00gr				
% ABRASION = (Pi-Pf)/Pi X 100		REQUERIMIENTO DE LA NORMA		40.00% max	
29.02%		CUMPLE??		SI	

E & C Quality Control
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
[Signature]
Ing. Elard Mendoza Bejar
JEFE DE LABORATORIO
C.E. N° 143368

INGEOMAT
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.
[Signature]
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP. 128583
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Laboratorio de Suelos y Materiales
[Signature]
Sergio Ivan Lienas Vargas
Ingeniero Civil C.I.P. 6. 14. 14

Proyecto: Diseño de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando agregado grueso obtenido de residuos de demolición para la construcción de pavimentos peatonales, Cusco 2021.

Ubicación: -

Muestra: Cunyac-Vicho

Fecha: OCTUBRE, 2021

Solicitante: Bach. Alexander Amado Suca

Muestra

CONCRETO RECICLADO

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASION O DESGASTE (ASTM C 131 - 01, AASHTO T 96 - 02)
METODO - MAQUINA DE LOS ANGELES**

TAMIZ				GRADACION			
PASA		RETENIDO		A	B	C	D
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm	1250 +/- 25			
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm	1250 +/- 25			
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm			2500 +/- 10	
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm			2500 +/- 10	
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				5000 +/- 10
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33

GRADACION	T max	m.m	
A	1 pulg	25.000	SI
B	1/2 pulg	12.500	NO
C	1/4 pulg	6.350	NO
D	N° 4	4.750	NO

TAMIZ				GRADACION			
PASA		RETENIDO		A	B	C	D
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm	1250 +/- 25			
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm	1250 +/- 25			
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm	1250 +/- 25			
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm	1250 +/- 25			
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm				
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm				
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				5000 +/- 10	0 +/- 10	0 +/- 10	0 +/- 10
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33

MATERIAL PARA AFIRMADO		Especificaciones		Tamaño Maximo	
DATOS		Gradacion	N° de esferas	Pasa	Retenido
Pi= Peso inicial de la muestra	5003.00gr	A	12	1 1/2"	3/8"
Pf= Pfinal -muestra desp. de pasada malla N12	3081.00gr				
% ABRASION = (Pi-Pf)/Pi X 100	38.42%				
REQUERIMIENTO DE LA NORMA				40.00% max	
CUMPLE??				SI	


Laboratorio de Sucesos, Concreto y Asfalto
Ing. Einar Mendoza Bejar
JEFE DE LABORATORIO
CIP: N° 143366


INGEOMAT
INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP: 126589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA


Laboratorio de Sucesos y Materiales
Sergio Ivan Linares
Ingeniero Civil C.I.P. 6

CARTA DE AUTORIZACIÓN

PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: ÓVALO LOS LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES"

En representación del proyecto, yo, Ing. MANEL SAAVEDRA CHANG Jefe de Obra, Autorizo al Sr. ARNADO SUCA Alexander (Bachiller en Ingeniería Civil) con DNI N°: 76197215, para que pueda tomar muestras del material proveniente de la demolición del pavimento de concreto hidráulico de la Vía Expresa con fines netamente académicos y de investigación (reciclado de pavimento).

Se expide el presente documento para fines consiguientes.

Cusco, 14 de Octubre del 2021.

CISPA GEZHOUBA GROUP COMPANY LIMITED
OBRA: VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO

.....
Ing. Manuel Saavedra Chang
JEFE DE OBRA