

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Aprovechamiento del concreto reciclado proveniente de los
residuos de demolición de pavimento rígido en la producción
de concreto nuevo en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Peña Celis, Alex Cristian

ASESOR: Lira Camargo, Luis Geronimo

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión en la construcción

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71637155

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41198244

Grado/Título: Maestro en educación con mención en investigación y docencia superior

Código ORCID: 0000-0003-2344-6956

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Taboada Trujillo, William Paolo	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	40847625	0000-0002-4594-1491
3	Davila Herrera, Percy Mello	Ingeniero civil	41050949	0000-0003-3299-4655



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:20 horas del día 31 del mes de OCTUBRE del año 2022, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS (Presidente)

MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO (Secretario)

ING. PERCY MELLO DÁVILA HERRERA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 2137-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO DE LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO - 2021", presentado por el (la) Bachiller ALEX CRISTIAN PENA CELIS, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 16:58 horas del día 31 del mes de octubre del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, ... Luis LIRA CAMAGO ,
asesor(a) del PA Ingeniería Civil y designado(a)
mediante documento RESOLUCIÓN No 1214-2021-D-FI-UDH del (los)
estudiante(s) **PEÑA CELIS, ALEX CRISTIAN**

....., De
la investigación titulada:

.....
APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS
DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO
NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS.- HUÁNUCO.- 2021

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 18 %
verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el
Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no
constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de
Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime
conveniente.

Huánuco, 18.. de NOVIEMBRE de 2022

Mg. Luis Lira Camargo
DNI N° 41198244

Código Orcid N°0000-0003-2344-6956

INFORME FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACION TESIS

ORIGINALITY REPORT

18%
SIMILARITY INDEX

18%
INTERNET SOURCES

3%
PUBLICATIONS

5%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.unheval.edu.pe Internet Source	9%
2	repositorio.unfv.edu.pe Internet Source	3%
3	Submitted to Universidad de Huanuco Student Paper	2%
4	repositorio.udh.edu.pe Internet Source	1%
5	hdl.handle.net Internet Source	1%
6	www.engormix.com Internet Source	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	<1%
8	repositorio.uap.edu.pe Internet Source	<1%
9	distancia.udh.edu.pe Internet Source	<1%

Apellidos y Nombres: Lira Camargo
Luis Geronimo DNI N° 41198244 código
Orcid N°0000-0003-2344-6956

DEDICATORIA

Al Espíritu santo por guiarme a enseñar el camino de la Salvación, por vivir en Koinonia con mis padres y hermanos.

A mi Esposa Jhoselly Carmen remigio Joaquin, por ser una mujer sabia y prudente e incentivarme a obtener el título profesional.

A mi hijo Zabdiel Fredy Peña Remigio por ser el regalo perfecto y tener un motivo para seguir esforzándome y ser valiente.

AGRADECIMIENTOS

Al término de esta etapa, quiero expresar un profundo agradecimiento a las siguientes personas:

- Al Espíritu Santo que fue mi principal ayudador, por su amor y perfecta gracia, a mis padres y esposa que estuvieron constantemente incentivándome terminar uno de mis objetivos profesionales.
- A la asesora del presente estudio, Lic. Diana Palma Lozano por su guía, sugerencias y apoyo constante durante todo el proceso de ejecución del presente estudio.
- Al Lic. Carlos Eduardo Meza Malpartida, por las recomendaciones metodológicas y estadísticas brindadas en la elaboración, ejecución y presentación de esta investigación.
- A todos los profesionales Ingenieros Civiles que participaron del estudio, por su colaboración activa que permitió que la investigación culmine con éxito.

A todas aquellas personas que me apoyaron desinteresadamente en la ejecución de esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.3. OBJETIVO GENERAL	16
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS.....	23
2.2.1. RESIDUOS SÓLIDOS.....	23
2.2.2. RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN...	23
.....	23
2.2.3. EL CONCRETO	24
2.2.4. EL CEMENTO PORTLAND.....	24
2.2.5. EL AGUA.....	25

2.2.6. LOS AGREGADOS	25
2.2.7. CONCRETO RECICLADO	26
2.2.8. AGREGADOS RECICLADOS	27
2.2.9. PROPIEDADES ESTRUCTURALES, MECÁNICAS, DURABILIDAD Y SABER COMO SE COMPORTA EL CONCRETO CON EL AR	28
2.2.10. DISEÑO DE MEZCLA CON EL MÉTODO ACI	29
2.2.11. PROCESO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA	29
2.2.12. PROPIEDADES DEL CONCRETO	32
2.2.13. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONCRETO RECICLADO 35	
2.2.14. OBTENCIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN	36
2.2.15. DEMOLICIÓN SELECTIVA ACI 555	36
2.2.16. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN...	36
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	37
2.4. HIPÓTESIS.....	39
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	39
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	39
2.5. VARIABLES	39
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	39
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	39
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	40
CAPÍTULO III	41
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
3.1.1. ENFOQUE.....	41
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	41
3.1.3. DISEÑO	41
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	42
3.2.1. POBLACIÓN	42
3.2.2. MUESTRA.....	42
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
.....	43
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	43

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	44
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS..	44
CAPÍTULO IV.....	45
RESULTADOS.....	45
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	45
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	
.....	59
CAPÍTULO V.....	71
DISCUSIÓN RESULTADOS.....	71
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	71
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestras trabajadas en el laboratorio	42
Tabla 2 Datos obtenidos con agregados 1/2" y 0% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	45
Tabla 3 Datos obtenidos con agregados 1/2" y 20% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	47
Tabla 4 Datos obtenidos con agregados 1/2" y 40% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	48
Tabla 5 Datos obtenidos con agregados 1/2" y 60% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	49
Tabla 6 Datos obtenidos con agregados 3/4" y 0% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	50
Tabla 7 Datos obtenidos con agregados 3/4" y 20% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	51
Tabla 8 Datos obtenidos con agregados 3/4" y 40% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	52
Tabla 9 Datos obtenidos con agregados 3/4" y 60% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	53
Tabla 10 Datos obtenidos con agregados 1" y 0% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	54
Tabla 11 Datos obtenidos con agregados 1" y 20% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	55
Tabla 12 Datos obtenidos con agregados 1" y 40% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	56
Tabla 13 Datos obtenidos con agregados 1" y 60% AR / coeficiente de variación y desviación estándar	57
Tabla 14 Resultados del grupo 1 y 2	60
Tabla 15 Resultados del grupo 1 y 3	61
Tabla 16 Resultados del grupo 1 y 4	62
Tabla 17 Resultados de los grupos 1 y 2 (3/4")	63
Tabla 18 Resultados de los grupos 1 y 3 (3/4")	64
Tabla 19 Resultados de los grupos 1 y 4 (3/4")	65
Tabla 20 Resultados de los grupos 1 y 2 (1")	67

Tabla 21 Resultados de los grupos 1 y 3 (1")	68
Tabla 22 Resultados de los grupos 1 y 3 (1")	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución normal de agregados 1/2" y 0% de AR	47
Figura 2 Distribución normal de agregados 1/2" y 20% de AR	48
Figura 3 Distribución normal de agregados 1/2" y 40% de AR	49
Figura 4 Distribución normal de agregados 1/2" y 60% de AR	50
Figura 5 Distribución normal de agregados 3/4" y 0% de AR	51
Figura 6 Distribución normal de agregados 3/4" y 20% de AR	52
Figura 7 Distribución normal de agregados 3/4" y 40% de AR	53
Figura 8 Distribución normal de agregados 3/4" y 60% de AR	54
Figura 9 Distribución normal de agregados 1" y 0% de AR	55
Figura 10 Distribución normal de agregados 1" y 20% de AR	56
Figura 11 Distribución normal de agregados 1" y 40% de AR	57
Figura 12 Distribución normal de agregados 1" y 60% de AR	58

RESUMEN

La presente investigación titulada “aprovechamiento del concreto reciclado proveniente de los residuos de demolición de pavimento rígido en la producción de concreto nuevo en el distrito de Molinos - Huánuco – 2021” cuyo objetivo fue evaluar las características físico mecánicas de los agregados gruesos elaborados con los residuos obtenidos de la demolición de pavimentos rígidos para saber si se pueden utilizar en un nuevo concreto.

Luego de obtener el material reciclado (pavimento rígido) se procedió a triturar hasta que se obtuvo estos tamaños 1/2", 3/4" y 1" (en pulgadas) luego se realizaron ensayos de laboratorio para conocer las propiedades físicas y mecánicas de este material, para este fin se hizo los ensayos de granulometría, contenido de humedad, peso unitario, peso específico absorción, abrasión y gravedad específica teniendo en cuenta las normas vigentes, teniendo esos datos se procedió a realizar el diseño de mezcla para que pueda alcanzar una resistencia de $f'c$ de 220 kg/cm² para esto se consideró muestras con 0%, 20%, 40% y 60% de agregado grueso obtenido del material reciclado. Se preparó 9 probetas por cada muestra, teniendo en al final 108 probetas, se debe tener en cuenta que se hicieron pruebas cuando el concreto estaba fresco y luego de 28 días.

Finalmente, luego de evaluar los resultados se concluyó que las características del concreto realizado con material reciclado son un poco menores a los del concreto realizado de manera tradicional, además se puede afirmar que si se puede utilizar este concreto si la proporción de agregado grueso (material reciclado) no excede el 40 por ciento y que y que la construcción que se haga no sean afectadas por acciones de desgaste.

También se pudo concluir que el costo del concreto con agregado reciclado es más caro que el concreto hecho de manera tradicional, pero existe una ventaja al tener menos materiales que votar y el cuidado del medio ambiente.

Palabras claves: Agregado reciclado, diseño de mezcla, resistencia del concreto, residuos de demolición, pavimento rígido.

ABSTRACT

The present investigation entitled "use of recycled concrete from rigid pavement demolition waste in the production of new concrete in the district of Molinos - Huánuco - 2021" whose objective was to evaluate the physical-mechanical characteristics of the coarse aggregates made with the waste obtained from the demolition of rigid pavements to see if they can be used in a new concrete. After obtaining the recycled material (rigid pavement) it was crushed until these sizes 1/2", 3/4" and 1" (in inches) were obtained, then laboratory tests were carried out to know the physical and mechanical properties of this material, for this purpose the tests of granulometry, moisture content, unit weight, specific weight absorption, abrasion and specific gravity were carried out taking into account the current regulations, having these data, the mixture design was carried out so that it can reach a resistance of f'_c of 220 kg/cm² for this samples were considered with 0%, 20%, 40% and 60% of coarse aggregate obtained from recycled material. 9 specimens were prepared for each sample, having in the end 108 specimens, it should be noted that tests were made when the concrete was fresh and after 28 days.

Finally, after evaluating the results, it was concluded that the characteristics of the concrete made with recycled material are a little lower than those of the concrete made in a traditional way, in addition it can be affirmed that if this concrete can be used if the proportion of coarse aggregate (material recycled) does not exceed 40 percent and that the construction is not affected by wear and tear.

It was also possible to conclude that the cost of concrete with recycled aggregate is more expensive than concrete made in the traditional way, but there is an advantage in having less materials to dispose of and caring for the environment.

Keywords: Recycled aggregate, mix design, concrete strength, demolition waste, rigid pavement.

INTRODUCCIÓN

En esta última década la población ha ido creciendo de manera exponencial y esto ha generado que las personas necesiten un lugar donde se puedan protegerse de las inclemencias del clima y para la protección de su familia además que es una forma de evidenciar el desarrollo de la sociedad. Pero esto genera la necesidad de construir sus viviendas y para ello necesitan materiales de construcción como el cemento, agregados, agua, entre otros por ello se ha incrementado la demanda de estos materiales tanto así que para cubrir esta demanda se vienen explotando canteras de manera desmedida, y esto está produciendo daño al ecosistema de muchos lugares.

Si bien es cierto todas las actividades de construcción y/o remodelación reflejan el desarrollo de una sociedad esto trae consigo una gran cantidad de residuos y en estos últimos tiempos esto ha aumentado y el problema se presenta cuando no se tiene un plan o idea de que hacer con estos materiales desechados pues por lo general se busca un lugar descampado y ahí se dejan creando daño a la ecología del lugar. Es en ese contexto que se busca una alternativa de solución que pueda ayudar a que estos desechos sean reutilizados de tal manera que sea cada vez menor el material que se tenga que votar y así disminuir el daño que se le hace el medio ambiente.

Observando las obras que se vienen ejecutando en los últimos años en nuestra ciudad podemos evidenciar que en su mayoría no desechan sus residuos en lugares autorizados y que buscan lugares clandestinos donde dejan sus residuos causando daño muchas veces irreparable de ese ecosistema.

En esta investigación se ha evaluado las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso elaborado con material reciclado (pavimento rígido) para luego elaborar un diseño de mezcla que pueda tener una resistencia requerida y finalmente realicé una comparación con el concreto producido de manera convencional y así poder tener una conclusión y poder determinar las ventajas y desventajas que se tiene al utilizar este nuevo concreto.

Capítulo I, en este capítulo se formuló el planteamiento del problema de la tesis donde se aborda el problema desde distintos puntos de vista, también se consideran el planteamiento del problema, objetivo general y objetivos específicos, la justificación de este trabajo, también se consideran las limitaciones encontradas al desarrollar la investigación y finalmente la viabilidad que tiene el desarrollo de la tesis.

Capítulo II, aquí se indica el marco teórico que dan un soporte a la investigación desarrollada, también se consideró a las bases teóricas del tema trabajado, la definición de términos básicos y representativos de la investigación, en este capítulo también se considera las hipótesis, variables y la operacionalización de las variables.

Capítulo III, se brindan detalles sobre el tipo de investigación desarrollado. También se indica la población y la muestra, se indica las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así también se define el tratamiento estadístico a utilizar y el procedimiento a tener en cuenta en la presente investigación.

Capítulo IV, es aquí donde se muestran las tablas y gráficos estadísticos que demuestran los resultados obtenidos, esto mediante el procesamiento de los datos. También se considera la contrastación de hipótesis y la muestra de todos de los resultados generados.

Capítulo V, se discuten los resultados encontrados. En base a esto, se plantean las conclusiones y recomendaciones. También, se enumeran cada una de las referencias usadas en la investigación.

Capítulo IV, en este capítulo se indica las conclusiones a las que se llegó y luego de conocer el tema y poder notar algunas características se da las recomendaciones para ser tomado en cuenta para alguna futura investigación.

Finalmente, se incluyen la matriz de consistencia, las fotografías del trabajo de campo, los formatos de gabinete y laboratorio usados y documentos reglamentarios de la universidad.

El autor

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La sociedad en estos tiempos a crecido exponencialmente y de forma tan rápida que la necesidad de que las familias tengan un lugar donde vivir se convierta en una necesidad social fundamental y esto a generado que sea indispensable la adquisición de materiales de construcción para tal fin y uno de los materiales que es casi indispensable es el concreto por este motivo la demanda es cada vez mayor.

Entre los materiales de construcción que tienen mayor demanda a nivel mundial se encuentra el concreto solo después del agua pues las personas prefieren construir con concreto por las características que les brinda este material, y esto se demuestra revisando los datos que nos brinda la asociación de productores de cemento (ASOCEM, 2018); donde nos indican que en el año 2016 se consumió 4,139 Mt, en año 2017 se tuvo un consumo de 4,147 Mt y en el 2018 se tuvo un consumo de 4,100 Mt en estos años el consumo se mantuvo constante pero si hay una diferencia significativa si lo comparamos con el año 2015 donde el consumo era de 4,060 Mt notándose un crecimiento del 1,7%, mientras que en los años 2019, 2020 y 2021 se generó un descenso por la pandemia del covid19. El país con mayor consumo de cemento es China que el año 2016 consumió el 58 por ciento del cemento a nivel mundial. Teniendo en cuenta lo mencionado y considerando a la importancia de este material y teniendo en cuenta que la mayor demanda es para la construcción de caminos que ayuden a la transpirabilidad de las personas y mejoren su estilo de vida es aquí donde se tiene la idea de que los materiales que se consideran desechos o desmonte puedan ser utilizados en la elaboración de nuevo concreto.

Según el Instituto Nacional de Estadística (INEI, 2021) del Perú en el sector de la construcción existe un incremento del 21% en el mes de enero del 2021 todo esto luego de reactivarse la economía, se debe tener en cuenta

que el consumo de este material va de la mano con el uso de los agregados necesario para la elaboración del concreto.

Es aquí donde se analiza que hacer con las grandes cantidades de desechos que se generan al realizar una obra, que puede ser remodelación, ampliación u obra de refacción es ahí donde se generan desechos por demolición.

En el Perú se generan grandes cantidades de desechos debido a la construcción o remodelación de infraestructuras según el ministerio de vivienda en el año 2012 se generó 166,182.00 Tn y muchas veces el problema principal es donde llevar todo ese desecho generado y ahí se inicia el hecho de cambiar el ecosistema de un lugar escogido para este fin.

En el año 2013 el Ministerio de Viviendas público un DS N°003 donde se indicaba de manera muy claro que estaba totalmente prohibido dejar desmontes en “lugares públicos, como las vías públicas, jardines, áreas protegidas (zonas arqueológicas), ríos, lagunas, playas y otros”; sin embargo muchas personas hacen caso omiso a esta norma pues lo siguen haciendo ya que la mayoría de personas en el Perú siguen construyendo de manera informal sin querer entender que dañan el medio ambiente y ponen en riesgo sus vidas por construir sin ayuda técnica especializada.

Según el INEI una de las principales actividades económicas en la ciudad de Huánuco es la construcción. Esta actividad a sido potenciada por las obras que se desarrollaron como centros comerciales, puentes, pistas y veredas entre otras. Pero no solo por esto sino también por las construcciones clandestinas que se vienen desarrollando de forma acelerada y esto pro la necesidad de muchas familias de tener una vivienda. Pero lo importante de esos datos es que sin importar si son obras legales o clandestinas ambas generan gran cantidad de desechos y en su mayoría solo se votan en cualquier descampado generando contaminación sin buscarle una utilidad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el comportamiento del agregado grueso proveniente de los residuos de demolición del pavimento rígido para el uso en la producción de concreto nuevo en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso procedente de la demolición del pavimento rígido en el Distrito de Molinos - Huánuco – 2021?
- b. ¿Se podrá alcanzar la resistencia a la compresión del concreto deseada usando agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021?
- c. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido en la reducción de concreto nuevo en el Distrito de Molinos - Huánuco – 2021? con respecto al uso de material agregado tradicional?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento del agregado grueso proveniente de los residuos de demolición del pavimento rígido para el uso en la producción de concreto nuevo en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso procedente de la demolición del pavimento rígido en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021.
- b) Analizar si se podrá alcanzar la resistencia a la compresión deseada usando agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021.
- c) Analizar las ventajas y desventajas del uso de agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido en la producción de

concreto nuevo con respecto al uso de material agregado tradicional en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio se realiza con el fin mejorar en todos los aspectos de la construcción, pero existe una contradicción entre los contratistas y las industrias pues cada uno ve lo que mejor le conviene uno se preocupa por la producción del concreto y el convencional es mejor para ellos mientras que para el otro es la busca de un mejor diseño de concreto esto según lo indicado por Nielsen (2008).

Es por esto que es necesario ser más eficientes con el uso de los materiales de construcción, eh ahí la importancia de esta investigación pues ayudará a entender sobre el reciclaje de concreto ya que es un material necesario en toda obra de construcción y paralelamente según (Behera et al., 2014) es el material que genera un alto impacto ambiental.

La coyuntura actual nos exige a tener buenas carreteras para poder movilizarnos, transportar productos y/o la modernización de nuestros pueblos más alejados y estas necesidades crean también la necesidad de aprender a proteger y cuidar nuestro medio ambiente en ese sentido el reciclaje de material de construcción (pavimento rígido) para ser reutilizado es una alternativa eficiente.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Escasa maquinaria que pueda triturar los escombros para poder obtener el agregado gruesos que se necesita.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación cumple con las condiciones suficientes para su ejecución, considerando los aspectos:

Económico: la realización del estudio no genera gastos significativos que pueden afectar el libre desarrollo de la investigación.

Metodológico: según los instrumentos recopilados de estudios precedentes, se ha determinado fiabilidad el cual contribuirá en el desarrollo de la presente investigación.

Recurso humano: este estudio será conducido en soporte de un profesional especializado y con experiencia, y el apoyo del equipo técnico de las obras de estudio, quienes mediante una carta de consentimiento informado darán acceso al levantamiento de información de campo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Gluzhge (1946), realizó una investigación llamada “manejo de desechos en la construcción” en Rusia, llegó a la conclusión que el concreto realizado con material reciclado de la demolición tiene una resistencia menor a la flexión y compresión respecto al concreto hecho de manera tradicional además se pudo notar que el peso específico del material reciclado es menor que el agregado tradicional que el agregado de concreto demolido tenía un peso específico menor que el del agregado natural

Graf (1948), en su investigación titulada “uso de los desechos de construcciones como agregado. Para constituir” realizada en Alemania y llegó a la siguiente conclusión, que el nivel máximo de tolerancia que podía tener el yeso respecto al óxido de azufre es más o menos el 1% y esto lo analizó en 11 muestras. También concluyó que en este material el polvo se expandía en menor tiempo y que si los granos de yeso están entre 1 a 7 milímetros es más lento. Finalmente concluyó que cuanto más fino sea el yeso es ahí donde se concentra más.

García (2009), en su trabajo de investigación para obtener su grado académico, titulado: “Características mecánicas de concretos reciclados fabricados con desechos sólidos de construcción”, llega a las siguientes conclusiones: que si es viable utilizar agregados obtenidos de la demolición de carreteras (pavimentos hidráulicos), teniendo en cuenta que esto luego de un proceso adecuado puede reutilizarse como agregado grueso en la elaboración de un nuevo concreto. También se pudo concluir que el concreto realizado con los materiales reciclados (pavimento hidráulico) tienen mayor absorción de agua, esto es por la porosidad del mortero y las propiedades del mismo material, pero se

debe tener en cuenta que si está dentro de lo permitido en las normas de la elaboración de concreto. Según los resultados obtenidos en pruebas de concreto fresca y duras demuestran que el concreto desarrollado con material reciclado si cumplen con los estándares necesarios para el proyecto previsto, esto porque la consistencia del concreto en estado fresco es mejor que la del concreto natural y que cuando se hizo la rotura de los especímenes se demostró que los valores de resistencia son muy similares, finalmente se puede indicar que las propiedades físicas mecánicas del concreto realizada con material reciclado (pavimento hidráulico) son adecuados.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Bautista y Parra (2010), en su investigación para obtener su grado académico titulada: “Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros”, llegó a las siguientes conclusiones: que los resultados obtenidos en el análisis de concreto duro se asumieron porcentajes con respecto a los vacíos que hay en las mezclas producidos por los agregados utilizados están entre 38.7% - 42.1%. También se pudo observar que el espécimen siete obtuvo una resistencia muy alta con respecto a los demás especímenes lo que obtuvo fue 4382.01 Psi (306.74 kg/cm²) y esto se logró con el siguiente diseño de mezcla que tiene un porcentaje de agregado grueso de 61%, un porcentaje de agregado fino de 23%, un porcentaje de limalla fina de 6% y material desechado con un 10%. Esto es superior a lo esperado o requerido que era de (210 kg/cm²) y lo supera en un 46%. finalmente se puede concluir que al utilizar escombros (material reciclado) y limalla se consigue un incremento de la resistencia del concreto y así mismo se aprovechan los residuos generados en obra. (pág. 83)

Etzeberia (2004) en su investigación para optar el grado de doctor titulada: “Estudio experimental sobre microestructura y comportamiento estructural del hormigón con agregado reciclado”, llegó a las siguientes conclusiones: Inicialmente indica que la propiedad que debemos tener en cuenta para la producción de hormigón es la capacidad de absorción

que tienen los áridos reciclados utilizados en el proyecto. Lo segundo a tener en cuenta es el proceso de elaboración del hormigón nuevo hecho con áridos obtenidos del reciclaje. Es importante el proceso del agregado del cemento cuando se desarrolle el hormigón pues se debe considerar la humedad de los áridos reciclados, pero en la medida correcta esto ayudará cuando se heche el agua y se obtendrá un buen producto. Luego de hacer el proceso adecuado se pudo analizar que un hormigón desarrollado con el 100% de material (agregado reciclado) tiene una resistencia a la compresión menor a la de hormigón preparado de manera natural en un 20 a 25 por ciento, tiene una proporción eficaz de agua/cemento igual a 0,50 y concreto de 325 kg m³. Finalmente se pudo determinar que para elaborar un hormigón con resistencia media y con y propiedades mecánicas iguales a las obtenidas al trabajar con materiales convencionales se tiene que trabajar con un 25% de material (agregado reciclado), también se debe tener la misma relación de agua / cemento.

Vega, Ceballos y Osorio (2003), en su investigación titulada: "Caracterización física y mecánica para la elaboración de concreto con material reciclado", se llegó a las siguientes conclusiones: que la elaboración de concreto reciclado no se altera con respecto al concreto convencional en básicamente 2 puntos la temperatura y su peso volumétrico. Del desarrollo de este proyecto se puede indicar que el concreto nuevo desarrollado con material reciclado es una buena opción pues siempre se obtuvo resistencias aceptables para el proyecto que se utilizaría esto pese a que los valores que se obtuvieron fueren un poco mejores a los concretos desarrollados de forma convencional por ejemplo la resistencia de un concreto $f'c=200$ kg/cm² fue de 4.2% menos y la resistencia del concreto $f'c=250$ kg/cm² fue de 14.2% menos que del concreto convencional que se utilizó como testigo. (pág. 8)

Mendoza y Ocando (2012), en su investigación titulada: "Evaluación de mezclas de concreto utilizando desechos de concreto en sustitución del agregado fino, para una resistencia de 250 kg/cm²", se llegó a las siguientes conclusiones: que la muestra trabajada con un

diseño de mezcla que utilizaba el 50 por ciento de material reciclado (desechos de concreto) el cual remplazó al material fino convencional y con esto se obtuvo más del 70% de resistencia requerida en el diseño, esto luego de 7 días. Se puede indicar que los concretos obtenidos con el método propuesto y el trabajado de manera convencional son similares pues sólo hay una diferencia del menos 1%. Teniendo en cuenta que la norma indica que la resistencia máxima se obtiene a los 28 del curado del concreto se indica que en esta investigación se hicieron las pruebas en este tiempo y se obtuvieron valores similares a los obtenidos a los 7 días tanto en los concretos elaborados con mezcla modificada y mezcla convencional, los valores obtenidos en promedio están por los 250 kg/cm². Finalmente se puede indicar que si se puede utilizar el concreto elaborado con la mezcla modificada en estructuras que se quiera hacer siempre y cuando la dosificación contenga el 50% de material desecho (concreto) en lugar del agregado fino (pág. 68).

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Dominguez (2019) realizó una investigación titulada “aprovechamiento del concreto reciclado proveniente de los residuos de demolición de pavimento rígido en la producción de concreto nuevo en la ciudad de Huánuco - 2018”, publicada por la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, llegó a las conclusiones: a) Se demostró las propiedades físico/mecánicas de los agregados gruesos son muy parecidas a los agregados gruesos convencionales esto se pudo determinar con el análisis de granulometría donde había mucha grava en los agregados que se utilizan de forma tradicional. b) Se determinó que las resistencias obtenidas entre el concreto hecho material que se obtuvo del desecho de pavimento rígido (agregado grueso) y un concreto desarrollado de manera convencional son similares pues el diseño estaba hecho para un $f'c=210$ kg/cm² y lo que se obtuvo como un $f'c$ promedio fue de 296,68 kg/cm² esto sin tener en cuenta el grosor del agregado que se utilice, y para determinar la resistencia a la comprensión se tiene que evaluar las dosificaciones pues en cada uno de ellos se tenían en cuenta una cantidad diferente de material

desechado (pavimento rígido) por eso se trabajó con especímenes de prueba y un grupo de control que es el concreto trabajado de forma convencional. c) Finalmente se demuestra que las resistencias son similares entre un concreto hecho con material desechado (pavimento rígido) y un concreto hecho con material tradicional y/o convencional.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. RESIDUOS SÓLIDOS

Son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólidos o semisólidos, desechados por su generador. Se entiende por generador a aquella persona que debido a sus actividades produce residuos sólidos. (Ley N°27314, 2000)

Estos residuos sólidos se pueden clasificar por su origen en: residuos domiciliarios, residuos comerciales, residuos de limpieza de espacio público, residuos industriales, residuos agropecuarios, residuos de instalaciones o actividades especiales y residuos de las actividades de construcción.

2.2.2. RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Los residuos de las actividades de construcción son aquellos residuos generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructuras. (Artículo 6 del Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA).

La Ley N°27314 - Ley General de Residuos Sólidos los define como aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otros similares.

La generación de escombros en los procesos constructivos se puede dar de diferentes maneras y en distintos procesos que conforman la totalidad de la obra. Para esta investigación, se obtuvieron residuos

sólidos provenientes de la demolición de pavimentos en la ciudad de Lima Metropolitana.

2.2.3. EL CONCRETO

Este término (concreto) viene del latín “concretus” que quiere decir compuesto. El concreto se genera al juntar y mezclar agregados gruesos y/o finos más agua al hacer esto se forma una pasta llamada mortero que luego de secar se vuelve en un elemento rígido con determinada resistencia, motivo por el cual es muy importante en toda construcción, (Pasquel, 1993).

El concreto es el material más importante y el de mayor uso en las construcciones, este material es óptimo por sus diferentes características, pero para poder sacarle el mejor provecho se debe considerar los materiales que lo van acompañar es por eso que es necesario un estudio adecuado (Rivva, 2000).

Existen diferentes diseños de mezcla para hacer un concreto dependiendo de la obra a realizar y la resistencia que se quiere alcanzar, pero por lo general se puede considerar las siguientes proporciones: de 1% a 3% de aire, de 7% a 15% cemento, de 15% a 22% de agua y de 60% a 75% de agregados, (Pasquel, 1993).

2.2.4. EL CEMENTO PORTLAND

Se denomina cemento a aquella sustancia que tenga la capacidad de pegar, esto sin importar su origen (Gutiérrez, 2003).

El material que gana resistencia y obtiene adherencia luego de mezclarlo con agua se le llama cemento (Pasquel, 1993).

El cemento portland se crea al triturar el clinker y se mezcla con sulfato de calcio o algún material que deriven de él, (Rivera, 2013).

En la actualidad hay muchos tipos de cemento aquí se indicará los principales:

El cemento tipo_I, tipo_II, tipo_III, tipo_IV y tipo_V, pero el más utilizado en la obras civiles es el cemento tipo I, este es el cemento es la unión de Clinker y yeso; el cemento tipo II, tiene por característica principal la resistencia a los sulfatos, el cemento tipo III su característica principal es su alta resistencia inicial, el cemento tipo IV es cuando existe bajo calor de hidratación y el cemento tipo V tiene una alta resistencia a los sulfatos (Pasquel, 1993).

2.2.5. EL AGUA

Al momento de preparar el concreto el agua es muy importante para que este concreto tenga las características físico mecánicas sean las adecuadas y no altere lo que se busca, debemos verificar que el agua este limpia es decir que no esté contaminada.

Una buena mezcla tiene como una de sus características ser trabajable e hidratada y la encargada de lograr es el agua es por ello su importancia (Pasquel, 1993).

Lo recomendable es que el agua a utilizar en un concreto sea un agua que se pueda beber esto garantiza que el agua está limpia y no alterará lo que buscamos, pero si no es bebible también se puede utilizar, pero verificando que no esté contaminado, (Rivera, 2013).

2.2.6. LOS AGREGADOS

Los agregados son parte importante a la hora de hacer un concreto pues aparte de servir como relleno de bajo costo le brindan muchas características a la mezcla tanto en su estado fresco como en su estado endurecido, una de ellas es su resistencia, durabilidad, propiedades térmicas, etc. (Rivva L., 2004, pág. 14)

Los agregados son parte indispensable del concreto en sus diversas utilidades es más los agregados representan el 60 o hasta un 75% del volumen del concreto y es el responsable de las cualidades físico mecánicas que se van a obtener tanto en su estado fresco o endurecido, pero no solo eso sino también ayuda a que la mezcla sea

más compacta y pueden brindar hasta cualidades estéticas. (Rivera, 2013, pág. 41)

Se pueden clasificar a los agregados teniendo algunas características de estos, como por ejemplo su gradación o tamaño, su densidad, su forma y textura, entre otras.

- a) Por procedencia: existen diversos lugares donde se puede obtener este material a este lugar se le llama cantera y su obtención puede ser natural o también se puede obtener con la intervención del hombre utilizando maquinarias para lograr lo que se necesita para la elaboración de concreto eso si no se debe alterar las características iniciales. (Rivera, 2013).
- b) Por densidad: dependiendo de la cantera utilizada los agregados pueden tener algunas características como ser pesados, ligeros o normales y según esto variará en la densidad del concreto producido. (Rivera, 2013).
- c) Por gradación: Esto se determina al momento de tamizar y determinar desde lo más fino hasta lo más grueso dentro de los finos está el agregado llamado arena y en los gruesos están el agregado grueso siendo los más conocidos y utilizados la grava y la piedra chancada (Pasquel, 1993).

2.2.7. CONCRETO RECICLADO

Los materiales que resultan de la demolición o remodelación de una estructura de concreto o la vía de una carretera se denomina concreto reciclado o concreto sustentable este material puede remplazar a algún agregado necesario para la elaboración del concreto, esto luego de ser triturado, cribado y tamizado (Castaño y Vidau, 2013).

Las características primordiales que nos brindan el concreto realizado con agregados reciclados se detallan a continuación:

- Según algunas investigaciones indican que si se utiliza en un porcentaje menor a 30 % la resistencia y algunas las principales

características no se alteran es decir se mantiene con buena calidad similar a la que ofrece el desarrollar concreto de forma tradicional.

- Se debe considerar lagunas especificaciones el principal es ver el tamaño del agregado a utilizar cuando se prepara el concreto pues es uno de los factores que determinan las propiedades del concreto.
- Se debe considerar dentro del análisis la procedencia del concreto pues no es igual en todo caso (infraestructura, vías, etc.) pues si la resistencia es baja el producto final también tendrá baja resistencia.
- Para poder determinar si un agregado reciclado es bueno debemos verificar si tiene impurezas y la cantidad de estas que se encuentran en el concreto (Alaejos, 2005).

2.2.8. AGREGADOS RECICLADOS

Se denomina RCD (residuos sólidos de construcción) a los agregados que se obtienen de los concretos generados al demoler, modificar alguna estructura.

Esto RCD tienen algunas características que se les indica a continuación:

- El proceso de trituración de este material será fundamental para obtener un nuevo material necesario pues esto determinará la gradación que utilizaremos en la elaboración de concreto.
- Generalmente tienen una densidad menor comparado con los agregados que se utilizan normalmente.
- Tienen por propiedad a absorben mucha más agua que el agregado natural por que tiene mayor porosidad.
- Causa un mayor desgaste de los equipos al determinar la resistencia y nivel de absorción de los agregados es torque cuando se hace el ensayo en la máquina ángeles tiene que eliminar toda la pasta (mortero) que se quedó adherida a la máquina.

- Se debe determinar de donde provienen los materiales a utilizar (agregado reciclado) pues dependiendo de eso se sabrá qué características tendrá nuestro concreto (Miñan, 2012).

2.2.9. PROPIEDADES ESTRUCTURALES, MECÁNICAS, DURABILIDAD Y SABER COMO SE COMPORTA EL CONCRETO CON EL AR

Una de las investigaciones que se utilizó de referencia fue: "Influencia de los áridos reciclados en las propiedades mecánicas de HS/HPC" desarrollado por Kliszczewica y Ajdukiewicz (2002), aquí se toma en cuenta las propiedades mecánicas del concreto estructural que utilicen ACR que tenga un alto rendimiento determinado por RHCP. Si bien es cierto antiguamente los materiales generados por la demolición de estructuras fuertes no se consideraban o tomaban en cuenta, pero ahora se le da la importancia necesaria para realizar investigaciones y a su vez la utilización en la construcción de nuevas estructuras. Y lo mejor es que en muchos casos la utilización de este material no solo es con un fin de cuidar el medio ambiente sino también disminuyen los gastos. La idea principal fue realizar una comparación entre los concretos hechos de forma natural con el concreto desarrollado con agregados gruesos y finos en diseños donde se utilizaba un porcentaje de estos o todo, y así poder hacer pruebas y analizar su comportamiento. El material obtenido de la trituración tuvo algunas limitaciones como la unión para que pueden mejorarse utilizando algunos aditivos como el humo de sílice o algún aditivo que contenga ceniza volante. Generalmente, estos agregados difieren de los agregados naturales pues el concreto desarrollados con ellos muestran propiedades específicas.

Los autores Kliszczewica y Ajdukiewicz (2002) obtuvieron los siguientes resultados, enfocados a las propiedades mecánicas del concreto estructural:

- Se pudo demostrar que el concreto hecho con material reciclado tuvo una mayor resistencia a la compresión pues obtuvo 80 MPa mientras que el concreto hecho de forma natural obtuvo 60 MPa este

ensayo se realizó a los 28 días de curado, teniendo en cuenta que se utilizó aditivos para ayudar. El concreto reciclado mostro una ligera desventaja en el ensayo de elasticidad comparado con el concreto natural.

- Se pudo apreciar su resistencia a la tracción obtenida por el concreto con material reciclado fue mayor a la del concreto natural pero no excedió el 10% esto teniendo en cuenta el aditivo utilizado en ellos.
- Se pudo determinar que el concreto de alto desempeño tiene una durabilidad igual o mayor a la del concreto natural cuando se realizó el ensayo de congelamiento y descongelamiento y esto se pudo determinar realizan 50 congelamientos cada 24 horas (congelación por aire y descongelación con agua).
- Finalmente, las pruebas realizadas a largo plazo indicaron una mayor contracción y una fluencia menor pero ligeramente entre el concreto reciclado y concreto natural de resistencia similar.

2.2.10. DISEÑO DE MEZCLA CON EL MÉTODO ACI

Es aquí donde se realizan los cálculos para saber que cantidad de material son necesarios para lograr una resistencia requerida y así obtener este material con las características esperadas de acuerdo a la utilidad que se le dará, estas características esperadas deben darse tanto en estado fresco como endurecido. (Foglio y Cariillo, 2013)

2.2.11. PROCESO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

Según Enrique Pasquel (2003) desarrolló una investigación que tiene por título “Tópicos de tecnología de concreto en el Perú”, nos da las pautas que son necesarias para preparar un diseño de mezcla utilizando el método ACI,

Para poder realizar el diseño de mezcla primero se debe tener en cuenta los siguientes datos:

- Las propiedades y el tipo de cemento con el que se va a trabajar.

- Se debe conocer los pesos específicos y peso unitario seco de los agregados a utilizar.
- Se tiene que tener el análisis de granulometría.
- Se debe tener los datos de absorción y humedad.
- Se tiene que hacer ensayos como granulometría, peso específico, peso unitario porcentaje de humedad y porcentaje de absorción esto para tener cuales son las propiedades físicas con los que cuentan los agregados gruesos y agregados finos.

Teniendo esos datos deben seguir la siguiente secuencia y así poder realizar su propio diseño de mezcla:

1. Manejando los datos obtenidos del slump y el agregado con mayor tamizaje se va obtener el volumen de agua en m³.
2. Teniendo la resistencia deseada se tendrá la relación de agua cemento, sin obviar que esto será sin considerar el aire que se genera
3. Finalmente, con los datos recogidos en los puntos 1 y 2 se va a calcular el cemento.

$$Cemento = \frac{Agua}{a/c} (kg)$$

4. Lo siguiente a hacer es determinar el volumen del agua y el volumen del cemento, esto se puede hacer al dividir los pesos entre los pesos específicos de estos.
5. Se debe considera en el cálculo de aire en % por m³ pues en los otros cálculos no se consideró el aire.
6. Para determinar el volumen final del agregado solo se tiene que restar la suma de los volúmenes del cemento, aire y el agua con 1 m³.
7. En el reglamento nacional de edificaciones nos dan ciertos valores como el valor del volumen del agregado grueso y su dosificación.

8. Para determinar el volumen absoluto del agregado grueso se hace multiplicando el peso unitario con el volumen del agregado grueso seco y finalmente este entre su peso específico.
9. Se debe considerar que para determinar el volumen absoluto de los agregados finos se tiene que restar el volumen absoluto de todos los agregados y el volumen final del agregado grueso
10. Para determinar el peso de agregado grueso se debe multiplicar el volumen absoluto del agregado grueso y el peso específico y de la misma forma se trabaja con el agregado fino.
11. Finalmente, el diseño se puede corregir teniendo en cuenta la absorción y la humedad.
 - a) $W_{ag.grueso\ húmedo} (kg) = W_{ag.grueso\ seco} (kg) \times (1 + \text{humedad del ag.grueso})$
 - b) $W_{ag.fino\ húmedo} (kg) = W_{ag.fino\ seco} (kg) \times (1 + \text{humedad del ag.fino})$
 - c) $\text{Balance Agua en el ag.grueso (puede ser + o -)} = \text{Humedad ag.grueso} - \text{Absorción ag.grueso (Valores absolutos)}$
 - d) $\text{Balance Agua en el ag.fino (puede ser + o -)} = \text{Humedad ag.fino} - \text{Absorción ag.fino (Valores absolutos)}$
 - e) $\text{Contribución agua por ag.grueso (puede añadir o quitar agua)} = \text{Balance agua en ag.grueso} \times W_{ag.grueso\ húmedo} (kg)$
 - f) $\text{Contribución de agua por ag.fino (puede añadir o quitar agua)} = \text{Balance agua en ag.fino} \times W_{ag.fino\ húmedo} (kg)$
 - g) $\text{Agua efectiva} = \text{Agua diseño (lt)} - \text{Contrib. Agua ag.grueso (lt)} - \text{Contrib. Agua ag.fino (lt)}$

12. Diseño final:

Peso Cemento (kg)

Peso Húmedo Ag. fino (kg)

Peso Húmedo Ag. grueso (kg)

Agua Efectiva (litros)

2.2.12. PROPIEDADES DEL CONCRETO

Se dice que un buen concreto es aquel que cumple con lo que se pretende lograr en el diseño de mezcla esto se debe dar en el concreto sin tener en cuenta su estado es decir puede ser fresco o endurecido, es más debe notarse al momento de utilizar y hasta el acabado que se logre con él.

a. Características del concreto en estado fresco

Es aquí el momento cuando el concreto puede ser transportado, manipulado y acomodado teniendo una menor exudación tratando en lo posible que tenga la menor segregación que permitirá una uniformidad al momento de utilizarla. (Bautista y Parra, 2019, pág. 9)

1) Colocación del concreto:

La manejabilidad y/o trabajabilidad es una de sus características quizá la más importante pues esta condición del concreto permite transportarla y moldearla según nuestras necesidades esto implica que sea de tal forma que su segregación sea la mínima posible. (Parra y Bautista, 2019, pág., 10)

El ensayo que nos ayudará a determinar la manejabilidad y flexibilidad del concreto es el ensayo slump que realizado de manera correcta de acuerdo a lo indicado en la norma resulta fundamental.

2) Peso Unitario

El RNE (reglamento nacional de edificaciones) nos dice que el peso unitario de un concreto fresco está en el rango de 2240 kg/m³ a 2460 kg/m³ esto por un m³.

El ensayo de la masa volumétrica o más conocido como peso unitario es importante para verificar que el concreto este en el rango indicado en el RNE, pues si cumple se garantiza la manejabilidad, colocación, acabado y sobre todo la resistencia del concreto. (Imcyc, 2017)

La norma técnica peruana nos da los lineamientos necesarios para poder hallar el peso específico de los concretos cuando aún están en estado fresco.

Peso unitario: Para determinar el peso unitario del concreto fresco se debe considerar la siguiente fórmula:

$$D = \frac{(Mc - Mm)}{Vm}$$

Teniendo en cuenta que:

Mm = Masa del recipiente de medida, Kg

Mc = Masa del recipiente con concreto, Kg

D = Peso unitario del concreto, en kg/m³

Vm = Volumen del recipiente de medida, m³

3) Aire en el concreto:

Según la NTP se sabe que el aire ocupa en el concreto entre el 1% al 3% pero es importante tener en cuenta que en muchos casos el aire es importante sobre todo cuando el concreto estará expuesto a condiciones climáticas extremas como ciclos de congelamiento y o a deshielo (Gastañadui, 201

Método de presión para determinar el contenido de aire en el concreto:

Al utilizar este método se recurre a la ley de Boyle que relaciona el volumen con la presión (Rivera, 2028, pág. 89)

Es el de mayor uso y se utiliza para determinar la cantidad de aire que existe en el concreto que tengan agregado grueso o de mayor

densidad, para esto se utiliza un medidor de aire llamado Washington. (Gastañadui, 2014)

4) Temperatura:

Cada elemento que participa para elaborar el concreto tiene un aporte de calor pues al realizar la mezcla de estos componentes generan una liberación de compuestos químicos que genera este calor. (Gastañadui, 2014)

Para poder medir la temperatura: las normas ASTM nos da las pautas necesarias para tal fin debemos contar con un termómetro y este debe indicar el valor que es necesario o respaldado por la norma internacional La norma ASTM C-1064 indica la manera de medir la temperatura del concreto, para esto el termómetro debe estar en el concreto unas 3" por un tiempo mínimo de 2 minutos y así se tendrá un valor aceptable. (Pasquel, 2013, pág. 342)

b. Propiedades del concreto en estado endurecido

La idea de este estado del concreto es que debe cumplir con la resistencia para la cual fue diseñada, pues en este estado la prueba más común que debe soportar a la prueba de compresión. (Parra y Bautista, 2020, pág. 9).

1) Elasticidad

(Guierrez de Lopez, 2003) nos indica que la elasticidad del concreto normalmente oscila entre 0,15 y 0,25 pero para esto se debe considerar que agregado se está utilizando y la cantidad de agua que se utilizó.

Se puede determinar el módulo de elasticidad teniendo en cuenta la relación agua concreto, pero de manera inversa pero directamente con la resistencia del concreto f'_c . Según la norma ASTM C – 469 nos dice que la elasticidad debe estar en un rango entre 250000 a 350000 kg/cm², (Pasquel, 2013).

2) Resistencia

Esta es una de las cualidades fundamentales que debe tener el concreto, pues esta característica ayuda a soportar las cargas a la

comprensión, claro que esa característica esta influenciada por el diseño de mezcla y los tipos de materiales que se llegan a utilizar, (Pasquel, 2013).

Para verificar que un concreto tiene una resistencia buscada se tienen que hacer ensayos de rotura de probetas está es la forma se verá si la resistencia es la indicada por el diseño de mezcla. Según (Gastañadui, 2014) no dice en su publicación que el promedio de la resistencia de 2 probetas de dimensiones 15 x 30 cm, luego del curado realizado por 28 días, o también se puede determinar con él promedio de 3 probetas de 10 x 20 cm, luego del curado de 28 días.

Se acepta la resistencia de un concreto si cumple con:

- a. Si el promedio de 3 ensayos es igual o mayor al $f'c$ para la que fue diseñada, teniendo en cuenta que la prueba sea después de los 28 días de curado.
- b. No se aceptarán resistencia que tengan un $f'c$ menor a 35 kg/cm² si el $f'c$ es mayor a 350 kg/cm².

2.2.13. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONCRETO RECICLADO

- Nos permite cuidar el medio ambiente.
- Las propiedades de resistencia son similares al del concreto tradicional.
- Se pueden utilizar en sistemas estructurales convencionales.
- Por sus características se pueden transportar a grandes alturas.
- Los costos son un poco mayores a los concretos convencionales.
- Se tiene que analizar con mayor detenimiento el agregado reciclado a utilizar.
- Toma tiempo la recolección de materia prima pues debe tener características optimas.
- Se necesita equipos adecuados para procesar la materia prima, como una chancadora para triturar el material reciclado

2.2.14. OBTENCIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Para poder obtener los residuos necesario y óptimos para crear un nuevo concreto se tiene que separar y/o clasificar durante el desmontaje o demolición de la estructura esto teniendo en cuenta y respetando los criterios técnicos y criterios ambientales de acuerdo a lo indicado en las normas correspondientes.

2.2.15. DEMOLICIÓN SELECTIVA ACI 555

Para realizar una demolición selectiva se tiene que considerar el cuidado al momento del proceso de desmontaje o demolición este proceso debe ayudar a separar el material que es necesario para el trabajo es decir que no debe mezclarse con otros materiales como el cartón, plástico, madera, entre otros.

Para llamar una demolición selectiva tiene que cumplir algunas indicaciones como, lo primero que se tiene que hacer antes de demoler es sacar desechos, sacar lo que son puertas y ventanas, todo lo materiales de saneamiento luego de sacar todo lo que no es estructura recién se procede a demoler.

Se debe tener en cuenta que para hacer todo este proceso implica mayor gasto en todo el proceso, pero se puede recuperar o nivelar con los gastos de transporte.

2.2.16. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Lo residuos de construcción se pueden clasificar por su origen o el uso que tuvo:

- Concreto de la demolición de una estructura
- Residuos obtenidos de la mezcla asfáltica.
- Residuos de la demolición de carreteras pero que no sea bituminoso.
- Material demolido que sin clasificar.
- Se puede tener un tipo más considerando la composición que tenga ese material (escombros).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Aglomerante hidrófilo: Un aglomerante es aquel material que ayuda al concreto en su estado pastoso que ayuda a su manejabilidad pues es más fácil de modelar, ayuda a adherirse fácilmente a otros materiales, proteger de actores de fuera, mejorar la resistencia de manera considerable, entre otras. Estos elementos tienen mucha importancia en el proceso constructivo pues ayuda en lograr las características buscadas. (Ruiz, 2017).

Según su utilidad los aglomerantes se clasifican en:

- a. Cuando el mortero no son resistentes al agua y solo se endurecen en el aire se puede utilizar un aglomerante aéreo. Este aglomerante contiene yeso, cal y magnesia.
- b. Cuando se desea trabajar en lugares con mucha humedad o existencia de agua y lograr las propiedades del concreto se utiliza un aglomerante hidráulico pues logra endurecer tanto en el agua como en el aire.

Calor de hidratación: está característica del cemento es muy importante y se mide en calorías por gramo del cemento a utilizar. Para poder saber el calor de hidratación de un cemento se puede trabajar de esta manera; primero se determina el calor de un cemento deshidratado y luego otra muestra, pero hidratada en ambos casos para lograr eso se utiliza el ácido nítrico y el fluorhídrico y de los valores obtenidos se les resta y de esa manera obtendremos el calor de hidratación. (Rivera, 2013, pág. 53).

Escoria de altos hornos: Esto son el resultado final de procesar los materiales reciclados y luego de ser granuladas ya pueden ser utilizadas en la preparación del concreto. Sus principales compuestos son el magnesio, aluminio, sílice y oxígeno.

Para que la escoria de altos hornos tenga un buen rendimiento y ayude al concreto a obtener su rendimiento deseado o superarlo se debe considerar un cemento compatible y el que tiene mayor aceptación es el cemento portland además que tiene que ser de alta fineza (Rivva L, 2014).

Agregados: La norma técnica peruana define al agregado como un conjunto de sustancias que pueden ser obtenidas de la naturaleza o generadas de forma artificial y que pueden tener diferentes tamaños y según eso van a tener una utilidad, esto también se indica en la NTP.

La norma técnica peruana (NTP) y las normas americanas (ASTM) indican que los agregados son materiales que proviene de la trituración de otros materiales duros y que se pueden tener de diferentes tamaños dependiendo vaya hacer su utilidad además que son un componente inerte que se incluye en el concreto para lograr una resistencia mayor en él.

El uso de los agregados es fundamental en la preparación del concreto pues este ocupa un aproximado del 60% o hasta el 70% del volumen y si se considera la masa puede ser hasta el 85% todo esto solo nos indica que el agregado es importante pues nos garantizara un buen mortero en cualquiera de sus estados (fresco o endurecido).

Tipos de agregado: Los tipos de agregado pueden diferenciarse o clasificarse de acuerdo a su procedencia o la forma de aprovechamiento de este, aquí se indican algunos tipos:

- a) Agregados Naturales:** Son los que se obtiene de la naturaleza (canteras) y la única modificación que se hace es la separación teniendo en cuenta el tamaño que tienen para su utilización final.
- b) Agregados de Trituración:** Estos agregados también son obtenidos de la naturaleza, pero no son utilizados de la forma que son encontradas, sino que tienen que pasar por un proceso de trituración para lograr el tamaño que se necesita para su utilización final.
- c) Agregados Reciclados:** Son agregados que se encuentran luego de realizar una demolición de una estructura de cualquier tipo pero que debe tener algunas especificaciones especialmente que sea potencialmente apto para ser reutilizado, esto según la norma técnica peruana (NTP 400.011: 2018)

d) Agregados Marginales: Este tipo de agregado son los que muchas personas utilizan pues no saben de las normas técnicas; por eso se le llama agregados marginales pues no cumplen con ninguna norma vigente.

Clasificación de los Agregados: Los agregados se pueden clasificar en 3 tipos: la primera, por su volumen o densidad, la segunda, por su naturaleza teniendo en cuenta su geología y la tercera por su granulometría este último lo especifica la (NTP, 400.011:2008).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H_i: El uso de agregado grueso proveniente de la demolición de pavimento rígido, es apto para que se pueda utilizar en la producción de concreto nuevo.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

H₁: El agregado grueso procedente de la demolición del pavimento rígido cumple con las especificaciones normadas.

H₂: La resistencia a la compresión del concreto usando agregado grueso proveniente de los residuos de demolición del pavimento rígido alcanza la resistencia deseada.

H₃: Las ventajas del uso del agregado proveniente de la demolición del pavimento rígido son significativas frente a las desventajas con el uso de agregados convencionales.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Producción de concreto nuevo.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIÓN	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE				
Agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido El diseño de mezcla es el procedimiento mediante el cual se calculan las cantidades necesarias de todos y cada uno de los componentes que intervienen en una mezcla de concreto, para obtener de ese material el comportamiento deseado, tanto durante su estado endurecido	Propiedades de los materiales	Cualitativo	- Calidad de los materiales - Tipo de materiales	Ficha de verificación
	Resistencia a la compresión Kg/cm ²	Cuantitativo	- Dosificación utilizada en la elaboración del concreto. - Resistencia a la compresión	Método del comité ACI 211.1.
VARIABLE DEPENDIENTE				
Producción de concreto nuevo. Se puede producir concreto reciclado y utilizarlo en el proceso constructivo	Propiedades de los agregados	Cuantitativo	- Tipo de residuo - Peso específico. - Granulometría - Peso unitario - Abrasión	Método de ensayo para medición de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días según la norma
	Resistencia a la compresión Kg/cm ²	Cuantitativo	Resistencia a la compresión	
	Ventajas y desventajas	Cualitativo	- Costo de residuo - Cantidad de residuo	Ficha de verificación

Nota: elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Esta investigación tiene un enfoque **cuantitativo** porque nos permite evaluar la realidad a través de la recolección y análisis de datos y estos tienen una característica muy importante pues son medibles y que pueden volver a repetirse en cualquier momento y obtener los mismos resultados.

La idea principal es recolectar datos y así probar la hipótesis planteada y esta prueba se hace de forma numérica y utilizando estadística y así poder generar patrones de comportamiento y demostrar teorías (Sampieri, 2014).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

En concordancia con los objetivos y las características propias del estudio, el estudio es de nivel explicativo. Es decir, el estudio irá más allá de la descripción de cada una de las variables, se pretende identificar que tan influyente son las partidas más incidentes. Hernández, et al (2014) señalan que:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas y/o efectos de los eventos y fenómenos físicos o sociales (p. 95).

3.1.3. DISEÑO

La investigación tiene un diseño del tipo CUASI EXPERIMENTAL, dado que al momento de realizar los ensayos de los agregados y al realizar las muestras de concreto, se presentan factores los cuales no pueden ser controlados como la temperatura ambiente, humedad,

presión atmosférica, exactitud de la calibración de los equipos utilizados en laboratorio para realizar los ensayos necesarios.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Concreto preparado con AR (agregado reciclado) obtenidos de la demolición del pavimento rígido d del Jr. Manco Capap las cuadras 1, 2 y 3 del distrito de Molinos - Huánuco

3.2.2. MUESTRA

Según Hernadez, (2014) nos dice que la muestra es un sub conjunto de la población del cual tenemos interés de quienes buscamos datos, además que se debe definirse desde el inicio con mucha precisión, sin olvidar que debe ser representativo de la población. En esta investigación se tiene una muestra no probabilística pues se tiene grupos de estudio que desde el principio se consideró para el desarrollo.

Se utilizaron 108 probetas que representa la muestra de esta investigación y que se detalla en la tabla 1 que se muestra a continuación:

Tabla 1

Muestras trabajadas en el laboratorio

ITEM	TAMAÑO DE GRAVA	CONCENTRACIÓN DE AGREGADO RECICLADO	Nº DE MUESTRAS
01	1/2"	00% A.R.	09
		20% A.R.	09
		40% A.R.	09
		60% A.R.	09
02	3/4"	00% A.R.	09
		20% A.R.	09
		40% A.R.	09
		60% A.R.	09
03	1"	00% A.R.	09
		20% A.R.	09
		40% A.R.	09
		60% A.R.	09

Nota: elaboración propia

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

I. Técnicas

Análisis documental

Se recolectó información de investigaciones pasadas similares a esta investigación y también se tuvo que recopilar información de las normas vigentes para el diseño de un concreto adecuado, todo esto de fuentes confiables.

Observación de campo experimental

En este aspecto se recolectó la información de manera visual como el estado de la vía antes de la demolición pues se debe identificar que partes servirán para poderlo utilizar en un nuevo concreto.

II. Instrumentos

Para recolectar la información en el campo se utilizó lo siguiente:

- Libreta de campo.
- Equipo para transportar los residuos sólidos
- Equipo para trituración

Instrumento para el recojo de información en el laboratorio

a. Manual de laboratorio

- Uso de las normas técnicas peruanas (NTP) para poder determinar las propiedades físicas del agregado.
- Forma de determinar el tamaño de los agregados gruesos y su uso en el concreto (ASTM D422-63).
- Se tuvo que utilizar las NTP y las normas ASTM para determinar el peso unitario suelto y peso unitario compactado, peso específico y absorción para agregado fino y grueso, contenido de humedad
- Se realizó pruebas para el concreto fresco muestreo de concreto fresco, peso unitario, asentamiento, contenido de aire,

temperatura y resistencia a la compresión respetando las normas vigentes.

- Se evaluó la resistencia del concreto en su estado endurecido mediante la rotura de probetas, utilizando las NTP.

b. Instrumentos de laboratorio

- Mallas de tamices
- Equipo para los ensayos indicados.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

En soporte del programa SPSS 25, Los resultados serán presentados mediante tablas y figuras de la estadística descriptiva, y tablas de relación de la estadística inferencial. En la parte descriptiva el análisis será mediante medidas de tendencia central y dispersión:

- Coeficiente de Confiabilidad
- Media Aritmética
- Desviación Estándar
- Coeficiente de Variación (%)
- Valor Mínimo (h-H/m²)
- Valor Máximo (h-H/m²)
- Valor Elegido (V.E.)
- R cuadrado (R²)

Como también en la parte de estadística inferencial, será mediante pruebas asociación y diferencia de medias: como Pearson, T Student y Shapiro-Wilksg con un nivel de significancia del 0.05.

Los datos obtenidos se plasmaron en gráficos y tablas estadísticas (estadística descriptiva) y teniendo estos resultados utilizamos la prueba T-student para probar la hipótesis. Ya que se tenía diversos promedios de los ensayos trabajados.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para poder indicar los resultados se trabajó con datos y gráfico estadístico (coeficiente de variación y desviación estándar) todo esto procesado en el Microsoft Excel.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Teniendo en cuenta lo mencionado en las investigaciones anteriores y resaltadas en el marco teórico, la parte estadística donde se utilizó las herramientas del coeficiente de variación y la desviación estándar esta para cada grupo de trabajo de esta investigación, donde se tuvo las siguientes consideraciones: teniendo en cuenta el tamaño de agregado se grueso se utilizaron 3 y si era el agregado reciclado se utilizó 9. Se elaboró una tabla donde se coloca el resumen de los datos obtenidos y un gráfico estadístico de distribución normal y esto es para cada grupo. Luego de esto analizamos los datos estadísticos obtenidos. Y esto se realiza con cada ensayo teniendo en cuenta que en cada grupo hay treinta y seis especímenes pues se realiza con una concentración determinada de agregado grueso y cada grupo es de nueve muestras.

Finalmente se evaluó teniendo en cuenta los datos obtenidos en la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 2

Datos obtenidos con agregados 1/2" y 0% AR / coeficiente de variación y desviación estándar

N° experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
	1	312.34	-11.87	140.90
	2	317.30	-6.91	47.75
	3	343.14	18.93	358.34
	4	318.34	-5.87	34.46
	5	329.16	4.95	24.50
	6	331.63	7.42	55.06
	7	305.08	-19.13	365.96
	8	311.65	-12.56	157.75
	9	347.19	22.98	528.08
Media ($\bar{x}$)		323.98		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				1718.86
Varianza (σ^2)				214.86
Desviación estándar (σ)				14.66
Coeficiente de variación (vt)				4.52

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio.

Los datos se procesaron de la siguiente manera en todos los casos:

➤ **Media aritmética:**

Donde:

$f'c$: Resistencia a la comprensión

n : Cantidad de experimentos

$$\bar{X} = \frac{\sum f'c}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{312.34 + 317.30 + 343.14 + 318.14 + 329.16 + 331.63 + 305.08 + 311.65 + 347.19}{9}$$

$$\bar{X} = \frac{2928.64}{9}$$

$$\bar{X} = 324.21$$

➤ **Varianza:**

$$\sigma^2 = \frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\sigma^2 = \frac{1712.80}{8}$$

$$\sigma^2 = 214.10$$

➤ **Desviación estándar:**

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$\sigma = \sqrt{214.10}$$

$$\sigma = 14.63$$

➤ **Coeficiente de variación:**

$$vt = \left(\frac{\sigma}{\bar{x}} \right) \times 100$$

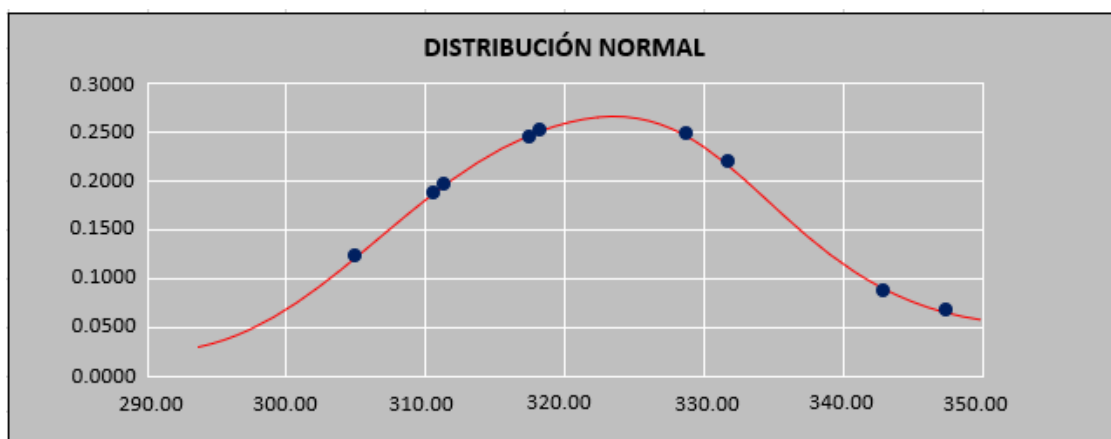
$$vt = \left(\frac{14.63}{324.21} \right) \times 100$$

$$vt = (0,0451) \times 100$$

$$vt = 4,51$$

Figura 1

Distribución normal de agregados 1/2" y 0% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 2

Interpretación

Como se puede observar este grupo obtuvo una desviación estándar de 14,63 que se considera como "Muy Bueno" pues está dentro del rango considerado en los criterios de evaluación y el coeficiente de variación obtenido es 4,51 por ello se puede decir que según el criterio utilizado es "Suficiente".

Tabla 3

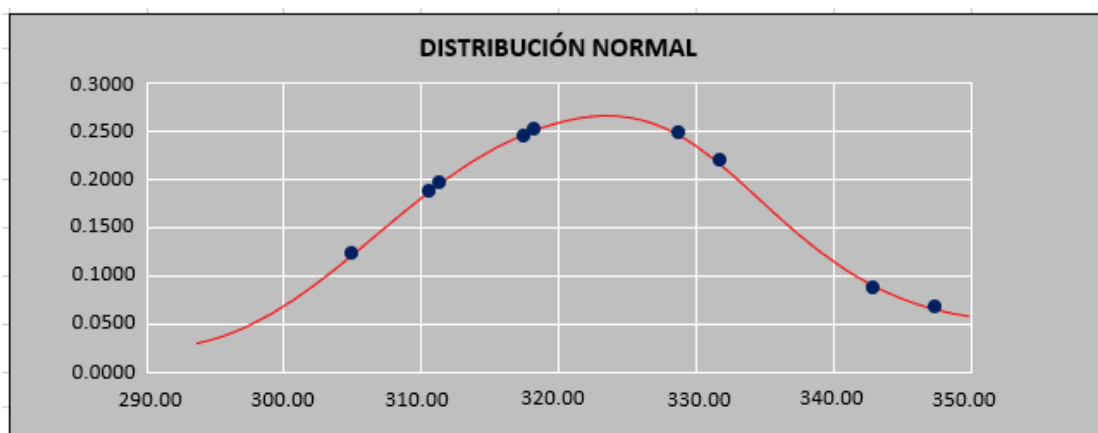
Datos obtenidos con agregados 1/2" y 20% AR / coeficiente de variación y desviación estándar

Nº experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
	1	321.23	-1.90	3.61
	2	319.20	-3.93	15.44
	3	324.32	1.19	1.42
	4	314.52	-8.61	74.11
	5	325.26	2.13	4.54
	6	312.43	-10.70	114.47
	7	326.11	5.98	35.77
	8	313.61	-7.52	56.53
	9	346.48	23.35	545.27
Media ($\bar{x}$)		323.13		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				851.16
Varianza (σ^2)				106.40
Desviación estándar (σ)				10.31
Coeficiente de variación (vt)				3.19

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio.

Figura 2

Distribución normal de agregados 1/2" y 20% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 3

Interpretación:

En esta muestra donde se utilizó el 20% de agregado reciclado se obtuvo una desviación estándar de 10,31 que se considera **“excelente”** y un coeficiente de variación de **“bueno”** pues se obtuvo 3,19.

Tabla 4

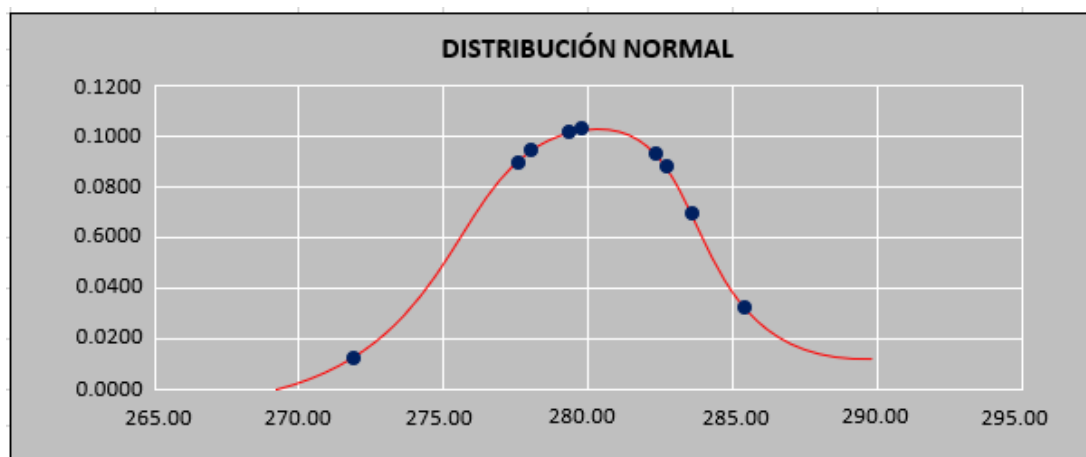
Datos obtenidos con agregados 1/2" y 40% AR / coeficiente de variación y desviación estándar

Nº experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
1		279.43	-0.57	0.32
2		283.12	-3.12	9.73
3		282.34	2.34	5.48
4		272.28	-7.72	59.60
5		278.26	-1.74	3.03
6		282.32	2.32	5.38
7		277.36	-2.64	6.97
8		279.41	-0.59	0.35
9		285.48	5.48	30.03
Media ($\bar{x}$)		280.00		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				120.89
Varianza (σ^2)				15.11
Desviación estándar (σ)				3.89
Coeficiente de variación (vt)				1.39

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio

Figura 3

Distribución normal de agregados 1/2" y 40% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 4

Interpretación:

Considerando los criterios que se utilizaron en la investigación se puede afirmar que la desviación estándar es **“muy bueno”** así mismo que el coeficiente de variación es **“excelente”** pues se obtuvieron 3,89 y 1,39 respectivamente.

Tabla 5

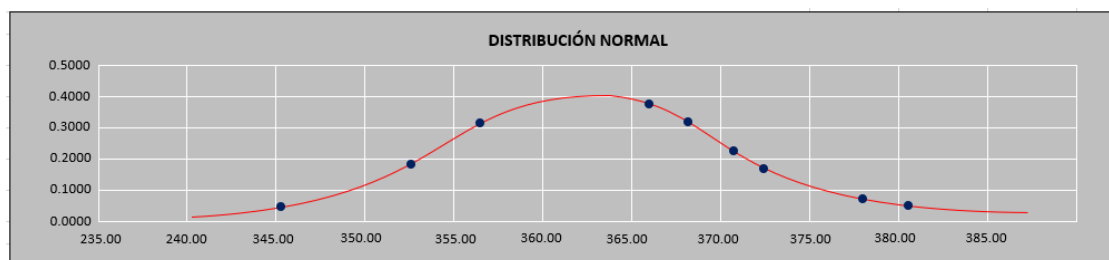
Datos obtenidos con agregados 1/2" y 60% AR / coeficiente de variación y desviación estándar

Nº experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
1		266.56	-0.57	0.33
2		245.78	-20.21	408.40
3		281.23	15.24	232.29
4		253.40	-12.59	158.48
5		278.69	12.70	161.32
6		268.23	2.24	5.02
7		256.21	-9.78	95.63
8		272.65	6.66	44.37
9		271.15	5.16	26.64
Media ($\bar{x}$)		280.00		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				1132.47
Varianza (σ^2)				141.56
Desviación estándar (σ)				11.90
Coeficiente de variación (vt)				4.47

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio

Figura 4

Distribución normal de agregados 1/2" y 60% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 5

Interpretación:

Considerando los criterios que se utilizaron en la investigación se puede afirmar que la desviación estándar es **“excelente”** así mismo que el coeficiente de variación es **“suficiente”** pues se obtuvieron 11,90 y 4,47 respectivamente.

Tabla 6

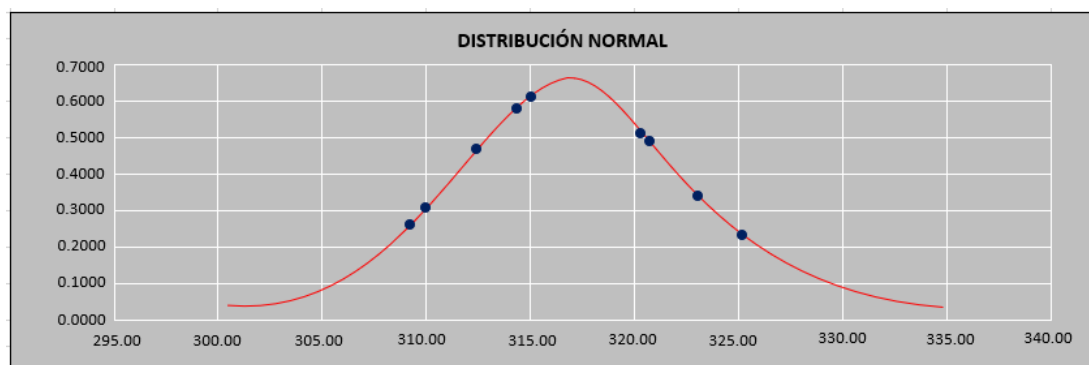
Datos obtenidos con agregados 3/4" y 0% AR / coeficiente de variación y desviación estándar

Nº experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
	1	314.12	-2.55	6.51
	2	315.23	-1.44	2.08
	3	323.54	6.87	47.17
	4	309.16	-7.51	56.43
	5	320.43	8.80	14.12
	6	325.47	2.24	77.40
	7	212.21	-4.46	19.91
	8	221.14	4.47	19.96
	9	208.75	-7.92	62.76
Media ($\bar{x}$)		280.00		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				306.35
Varianza (σ^2)				38.29
Desviación estándar (σ)				6.19
Coeficiente de variación (vt)				1.95

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio.

Figura 5

Distribución normal de agregados 3/4" y 0% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 6

Interpretación:

Considerando los criterios que se utilizaron en la investigación se puede afirmar que la desviación estándar es **“excelente”** así mismo que el coeficiente de variación es **“excelente”** pues se obtuvieron 6,19 y 1,95 respectivamente.

Tabla 7

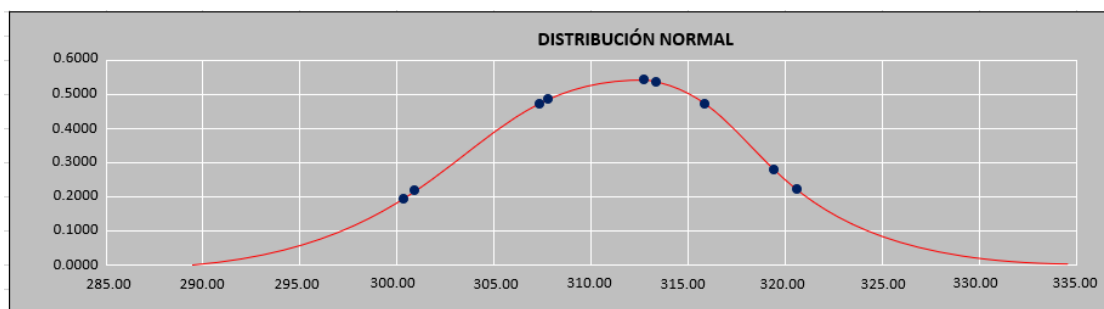
Datos obtenidos con agregados 3/4" y 20% AR / coeficiente de variación y desviación estándar.

Nº experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
1		301.89	-9.35	87.36
2		308.13	-3.11	9.65
3		321.25	10.01	100.27
4		300.56	-10.68	113.99
5		312.41	1.17	1.38
6		316.73	5.49	30.18
7		319.22	7.98	63.73
8		307.27	-3.97	15.73
9		313.67	2.43	5.92
Media ($\bar{x}$)		280.00		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				428.21
Varianza (σ^2)				53.53
Desviación estándar (σ)				7.32
Coeficiente de variación (vt)				2.35

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio

Figura 6

Distribución normal de agregados 3/4" y 20% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 7

Interpretación:

Considerando los criterios que se utilizaron en la investigación se puede afirmar que la desviación estándar es **“excelente”** así mismo que el coeficiente de variación es **“muy bueno”** pues se obtuvieron 7,32 y 2,35 respectivamente.

Tabla 8

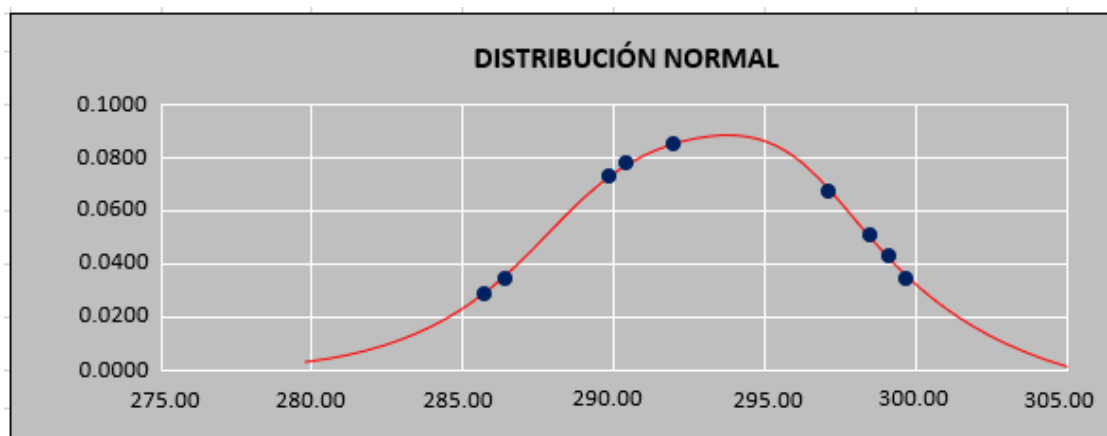
Datos obtenidos con agregados 3/4" y 40% AR / coeficiente de variación y desviación estándar

Nº experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
	1	300.01	5.74	32.99
	2	297.73	3.46	11.99
	3	386.85	-7.42	55.01
	4	291.27	-3.00	8.98
	5	293.70	-0.57	0.32
	6	299.49	5.22	27.28
	7	292.76	-1.51	2.27
	8	287.87	-6.40	40.92
	9	298.72	4.45	19.83
Media ($\bar{x}$)		280.00		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				199.59
Varianza (σ^2)				24.95
Desviación estándar (σ)				4.99
Coeficiente de variación (vt)				1.70

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio.

Figura 7

Distribución normal de agregados 3/4" y 40% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 8

Interpretación:

Considerando los criterios que se utilizaron en la investigación se puede afirmar que la desviación estándar es “**excelente**” así mismo que el coeficiente de variación es “**muy bueno**” pues se obtuvieron 4,99 y 1,70 respectivamente.

Tabla 9

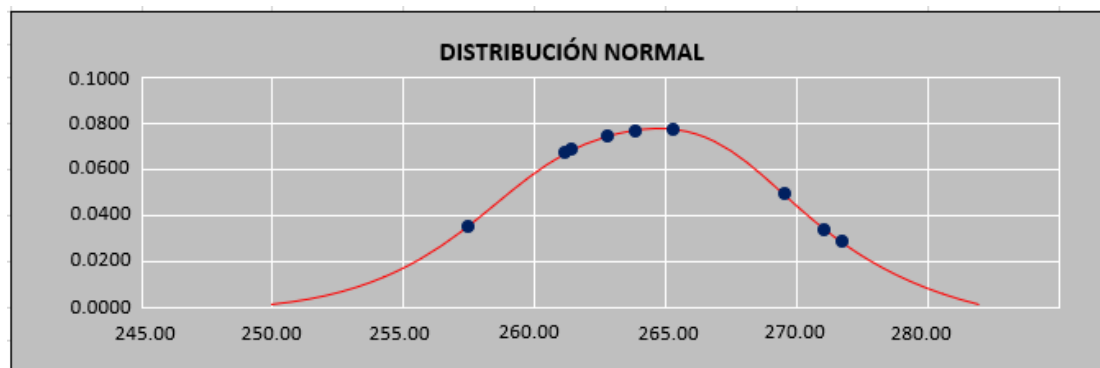
Datos obtenidos con agregados 3/4" y 60% AR / coeficiente de variación y desviación estándar

Nº experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
	1	272.53	7.00	48.97
	2	264.72	-0.81	0.66
	3	263.21	-2.32	5.39
	4	269.12	3.59	12,87
	5	258.37	-7.16	51.30
	6	262.47	-3.06	9.38
	7	265.39	-0.14	0.02
	8	262.27	-3.26	10.64
	9	271.71	6.18	38.16
Media ($\bar{x}$)		265.53		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				177.40
Varianza (σ^2)				22.17
Desviación estándar (σ)				4.71
Coeficiente de variación (vt)				1.77

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio.

Figura 8

Distribución normal de agregados 3/4" y 60% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 9

Interpretación:

Considerando los criterios que se utilizaron en la investigación se puede afirmar que la desviación estándar es **“excelente”** así mismo que el coeficiente de variación es **“excelente”** pues se obtuvieron 4,71 y 1,77 respectivamente.

Tabla 10

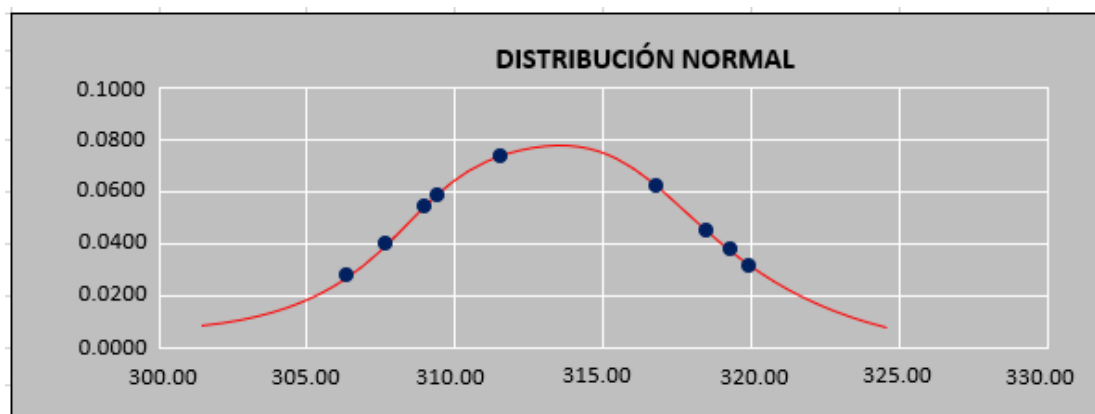
Datos obtenidos con agregados 1" y 0% AR / coeficiente de variación y desviación estándar

N° experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
	1	309.62	-3.75	14.06
	2	320.12	6.75	45.56
	3	306.65	-6.72	45.16
	4	307.45	-5.92	35.05
	5	319.45	6.61	43.09
	6	309.16	-4.21	17.72
	7	310.89	3.52	12.39
	8	312.27	-1.17	1.37
	9	318.26	4.89	23.91
Media ($\bar{x}$)		313.37		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				238.92
Varianza (σ^2)				29.86
Desviación estándar (σ)				5.46
Coeficiente de variación (vt)				1.74

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio

Figura 9

Distribución normal de agregados 1" y 0% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 10

Interpretación:

Considerando los criterios que se utilizaron en la investigación se puede afirmar que la desviación estándar es **“excelente”** así mismo que el coeficiente de variación es **“excelente”** pues se obtuvieron 5,46 y 1,74 respectivamente.

Tabla 11

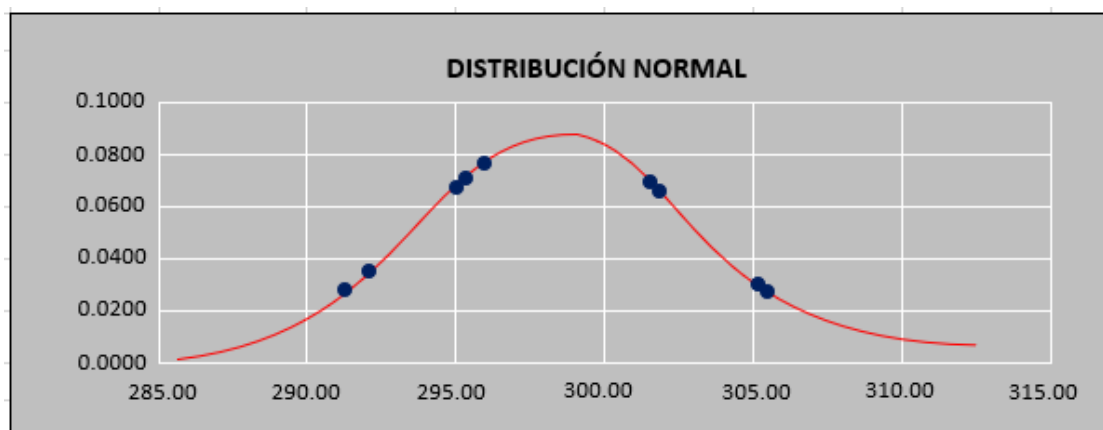
Datos obtenidos con agregados 1" y 20% AR / coeficiente de variación y desviación estándar

Nº experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
	1	205.87	-2.65	7.03
	2	291.76	-6.76	45.73
	3	305.65	7.13	50.81
	4	292.48	-6.04	36,51
	5	305.72	7.20	51.81
	6	296.24	-2.28	5.21
	7	301.77	3.25	10.55
	8	295.23	-3.29	10.84
	9	301.98	3.46	11.96
Media ($\bar{x}$)	298.52			
$\sum (xi - \bar{x})^2$				230.44
Varianza (σ^2)				28.80
Desviación estándar (σ)				5.37
Coeficiente de variación (vt)				1.80

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio.

Figura 10

Distribución normal de agregados 1" y 20% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 11

Interpretación:

Considerando los criterios que se utilizaron en la investigación se puede afirmar que la desviación estándar es **“excelente”** así mismo que el coeficiente de variación es **“excelente”** pues se obtuvieron 5,37 y 1,80 respectivamente.

Tabla 12

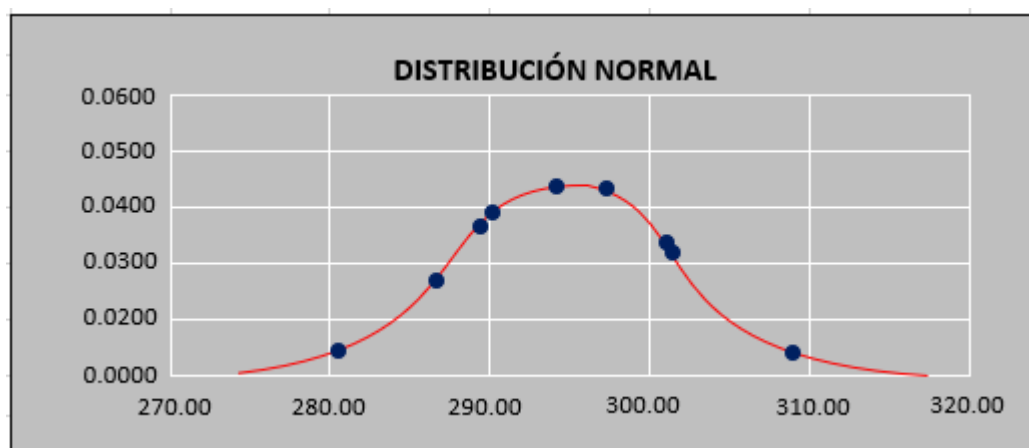
Datos obtenidos con agregados 1" y 40% AR / coeficiente de variación y desviación estándar.

Nº experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
1		280.95	-2.65	7.03
2		286.56	-6.76	45.73
3		309.22	7.13	50.81
4		294.48	-6.04	36,51
5		302.01	7.20	51.81
6		290.38	-2.28	5.21
7		301.78	3.25	10.55
8		289.69	-3.29	10.84
9		297.67	3.46	11.96
Media ($\bar{x}$)		294.75		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				622.33
Varianza (σ^2)				77.79
Desviación estándar (σ)				8.82
Coeficiente de variación (vt)				2.99

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio.

Figura 11

Distribución normal de agregados 1" y 40% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 12

Interpretación:

Considerando los criterios que se utilizaron en la investigación se puede afirmar que la desviación estándar es **“excelente”** así mismo que el coeficiente de variación es **“bueno”** pues se obtuvieron 8,82 y 2,99 respectivamente.

Tabla 13

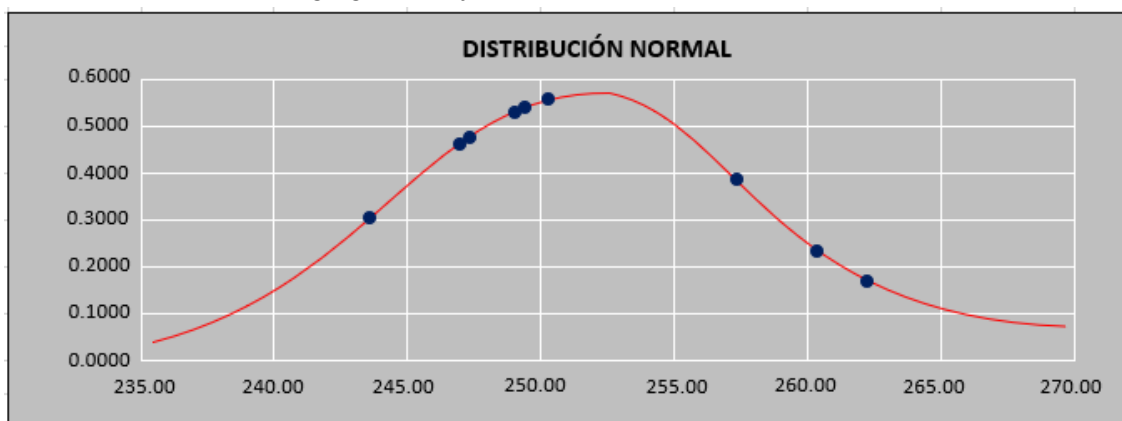
Datos obtenidos con agregados 1" y 60% AR / coeficiente de variación y desviación estándar

Nº experiencias	Total: 9	f'c (xi)	(xi - $\bar{x}$)	(xi - $\bar{x}$) ²
	1	247.65	-4.65	21.60
	2	247.72	-4.58	20.96
	3	260.40	8.10	65.65
	4	244.78	-7.52	56,52
	5	258.32	6.02	36.27
	6	249.54	-2.76	7.61
	7	262.77	10.47	109.67
	8	249.39	-2.91	8.46
	9	250.11	2.19	4.79
Media ($\bar{x}$)		252.30		
$\sum (xi - \bar{x})^2$				331.50
Varianza (σ^2)				41.44
Desviación estándar (σ)				6.44
Coeficiente de variación (vt)				2.55

Nota: Los resultados obtenidos en laboratorio.

Figura 12

Distribución normal de agregados 1" y 60% de AR



Nota: Datos procesados en la tabla 13

Interpretación:

Considerando los criterios que se utilizaron en la investigación se puede afirmar que la desviación estándar es “**excelente**” así mismo que el coeficiente de variación es “**bueno**” pues se obtuvieron 8,82 y 2,99 respectivamente.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la prueba de hipótesis se tendrá en cuenta los resultados que se obtuvieron en las pruebas de resistencia del concreto desarrollados en el laboratorio.

La idea de este proceso es para poder evidenciar cuanto es la disminución de la resistencia del concreto hecho con material reciclado esta demostración se podrá hacer luego de hacer los ensayos necesarios en el laboratorio. Luego de eso la idea es comparar los resultados el grupo 1 que tiene 0% de AR con los demás grupos que tienen niveles deferentes de agregado reciclado, el grupo 2 tiene 20% AR, el grupo 3 tiene 40% de AR y el grupo 4 que tiene 60% de AR.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA CONCRETO CON AGREGADO 1/2"

Los niveles de agregado reciclado (AR) que se utilizaron varían de acuerdo al grupo, pero el tamaño de agregado si es común para todos los grupos (agregado 1/2") como se detalla a continuación:

Grupo 1	: No tienen agregado reciclado es decir 0%
Grupo 02	: Aquí se consideró el 20% de AR
Grupo 03	: Aquí se consideró el 40% de AR
Grupo 04	: Aquí se consideró el 40% de AR
u_1	: Promedio de resistencia del grupo 1
u_2	: Promedio de resistencia del grupo 2
u_3	: Promedio de resistencia del grupo 3
u_4	: Promedio de resistencia del grupo 4
σ_1	: La desviación estándar del grupo 1
σ_2	: La desviación estándar del grupo 2
σ_3	: La desviación estándar del grupo 3
σ_4	: La desviación estándar del grupo 4
n	: cantidad de elemento estudiados (en todos los grupos se trabajó con 9, por eso $n=9$)

➤ **Prueba de hipótesis para los grupos 1 y 2**

Tabla 14

Resultados del grupo 1 y 2

Datos obtenidos – G1	Datos obtenidos – G2
Media ($\bar{x}_1$): 323.98	Media ($\bar{x}_2$): 324.16
Desviación estándar (σ_1): 14.46	Desviación estándar (σ_2): 10.80
Muestras utilizadas (cv_1): 9	Muestras utilizadas (cv_1): 9

Nota: Elaboración propia

La prueba de hipótesis se trabaja de acuerdo a lo que se indicó en el marco teórico.

Indicador de interés: para esto se tuvo en cuenta el promedio de las resistencias del grupo 1 (u_1) el grupo 2 (u_2).

Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_2$$

Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_2$$

Nivel de significancia: en el marco teórico se indicó el valor de $\alpha = 0,05$ esto para todos los casos, también se indicó en ese capítulo que Z es positivo y tienen el siguiente valor $Z = 1,645$; por este valor se plantea lo siguiente:

Se rechaza $H_0: u_1 \leq u_2$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_2$, “se acepta”)

Test estadístico

$$Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$Z_0 = \frac{325.40 - 324.16}{\sqrt{\frac{14.46^2}{9} + \frac{10.80^2}{9}}}$$

$$Z_0 = 0,206$$

Conclusión: Se observa que $Z_0 = 0,206$ es menor en comparación con $Z = 1,645$ ($Z_0 < Z$), por la cual no se rechaza la hipótesis alternativa esto para un $\alpha = 0,05$, con esto se concluye que al utilizar el agregado reciclado con un porcentaje de 20% no aumenta la resistencia del concreto respecto a la comprensión.

➤ **Prueba de hipótesis para los grupos números 1 y 3**

Tabla 15

Resultados del grupo 1 y 3

Datos obtenidos – G1	Datos obtenidos – G2
Media ($\bar{x}_1$) 325.40	Media ($\bar{x}_2$) 279,58
Desviación estándar (σ_1) 14.46	Desviación estándar (σ_2) 3.97
Muestras utilizadas (cv_1) 9	Muestras utilizadas (cv_2) 9

Nota: Elaboración propia

La prueba de hipótesis se trabaja de acuerdo a lo que se indicó en el marco teórico.

Indicador de interés: para esto se tuvo en cuenta el promedio de las resistencias del grupo 1 (u_1) el grupo 3 (u_3).

Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_3$$

Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_3$$

Nivel de significancia, en el marco teórico se indicó el valor de $\alpha = 0,05$ esto para todos los casos, también se indicó en ese capítulo que Z es positivo y tienen el siguiente valor $Z = 1,645$; por este valor se plantea lo siguiente:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_3$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_3$, “se acepta”)

Test estadístico

$$Z_0 = \frac{325.40 - 279.58}{\sqrt{\frac{14.46^2}{9} + \frac{3.97^2}{9}}}$$

$$Z_0 = 9.167$$

Conclusión: Se observa que $Z_0 = 9,167$ es mayor en comparación con el valor de $Z = 1,645$ ($Z_0 > Z$), por la cual no se rechaza la hipótesis alternativa esto para un $\alpha = 0,05$, con esto se concluye que al utilizar el agregado reciclado con un porcentaje de 40% disminuye la resistencia del concreto respecto a la comprensión.

➤ Prueba de hipótesis para los grupos número 1 y 4

Tabla 16

Resultados del grupo 1 y 4

Datos obtenidos – G1	Datos obtenidos – G2
Media ($\bar{x}_1$): 325.40	Media ($\bar{x}_2$) 265,04
Desviación estándar (σ_1) 14.46	Desviación estándar (σ_2) 11.55
Muestras utilizadas (cv_1) 9	Muestras utilizadas (cv_2) 9

Nota: elaboración propia

La prueba de hipótesis se trabaja de acuerdo a lo que se indicó en el marco teórico.

Indicador de interés: para esto se tuvo en cuenta el promedio de las resistencias del grupo 1 (u_1) el grupo 4 (u_4)

Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_4$$

Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_4$$

Nivel de significancia, en el marco teórico se indicó el valor de $\alpha = 0,05$ esto para todos los casos, también se indicó en ese capítulo que Z es

positivo y tienen el siguiente valor $Z = 1,645$; por este valor se plantea lo siguiente:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_4$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_4$, “se acepta”)

Test estadístico

$$Z_0 = \frac{325.40 - 265.04}{\sqrt{\frac{14.46^2}{9} + \frac{11.55^2}{9}}}$$

$$Z_0 = 9.555$$

Conclusión: Se observa que $Z_0 = 9,555$ es mayor en comparación con el valor de $Z = 1,645$ ($Z_0 > Z$), por la cual no se rechaza la hipótesis alternativa esto para un $\alpha = 0,05$, con esto se concluye que al utilizar el agregado reciclado con un porcentaje de 60% disminuye la resistencia del concreto respecto a la compresión.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA CONCRETO CON AGREGADO 3/4”

➤ Prueba de hipótesis para los grupos números 1 y 2

Tabla 17

Resultados de los grupos 1 y 2 (3/4”)

Datos obtenidos – G1	Datos obtenidos – G2
Media ($\bar{x}_1$): 318.10	Media ($\bar{x}_2$) 308,31
Desviación estándar (σ_1) 6.17	Desviación estándar (σ_2) 7.39
Muestras utilizadas (cv_1) 9	Muestras utilizadas (cv_2) 9

Nota: elaboración propia

La prueba de hipótesis se trabaja de acuerdo a lo que se indicó en el marco teórico.

Indicador de interés: para esto se tuvo en cuenta el promedio de las resistencias del grupo 1 (u_1) el grupo 2 (u_2)

Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_2$$

Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_2$$

Nivel de significancia, en el marco teórico se indicó el valor de $\alpha = 0,05$ esto para todos los casos, también se indicó en ese capítulo que Z es positivo y tienen el siguiente valor $Z = 1,645$; por este valor se plantea lo siguiente:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_2$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_2$, “se acepta”)

Test estadístico

$$Z_0 = \frac{318.10 - 308.31}{\sqrt{\frac{6.17^2}{9} + \frac{7.39^2}{9}}}$$
$$Z_0 = 3.051$$

Conclusión: Se observa que $Z_0 = 3,051$ es mayor en comparación con el valor de $Z = 1,645$ ($Z_0 > Z$), por la cual no se rechaza la hipótesis alternativa esto para un $\alpha = 0,05$, con esto se concluye que al utilizar el agregado reciclado con un porcentaje de 20% disminuye la resistencia del concreto respecto a la comprensión.

➤ Prueba de hipótesis de los grupos 1 y 3

Tabla 18

Resultados de los grupos 1 y 3 (3/4”)

Datos obtenidos – G1	Datos obtenidos – G3
Media ($\bar{x}_1$): 318.10	Media ($\bar{x}_2$) 293,15
Desviación estándar (σ_1) 6.17	Desviación estándar (σ_2) 6.17
Muestras utilizadas (cv_1) 9	Muestras utilizadas (cv_2) 9

Nota: Elaboración propia

La prueba de hipótesis se trabaja de acuerdo a lo que se indicó en el marco teórico.

Indicador de interés: para esto se tuvo en cuenta el promedio de las resistencias del grupo 1 (u_1) el grupo 3 (u_3)

Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_3$$

Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_3$$

Nivel de significancia, en el marco teórico se indicó el valor de $\alpha = 0,05$ esto para todos los casos, también se indicó en ese capítulo que Z es positivo y tienen el siguiente valor $Z = 1,645$; por este valor se plantea lo siguiente:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_3$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_3$, “se acepta”)

Test estadístico

$$Z_0 = \frac{318.10 - 293.15}{\sqrt{\frac{6.17^2}{9} + \frac{5.00^2}{9}}}$$

$$Z_0 = 9.425$$

Conclusión: Se observa que $Z_0 = 9,425$ es mayor en comparación con el valor de $Z = 1,645$ ($Z_0 > Z$), por la cual no se rechaza la hipótesis alternativa esto para un $\alpha = 0,05$, con esto se concluye que al utilizar el agregado reciclado con un porcentaje de 40% disminuye la resistencia del concreto respecto a la compresión.

➤ **Prueba de hipótesis de los grupos número 1 y 4****Tabla 19**

Resultados de los grupos 1 y 4 (3/4”)

Datos obtenidos – G1	Datos obtenidos – G4
Media ($\bar{x}_1$): 318.10	Media ($\bar{x}_2$) 262,78
Desviación estándar (σ_1) 6.17	Desviación estándar (σ_2) 4.73
Muestras utilizadas (cv_1) 9	Muestras utilizadas (cv_2) 9

Nota: Elaboración propia.

La prueba de hipótesis se trabaja de acuerdo a lo que se indicó en el marco teórico.

Indicador de interés: para esto se tuvo en cuenta el promedio de las resistencias del grupo 1 (u_1) el grupo 4 (u_4)

Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_4$$

Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_4$$

Nivel de significancia, en el marco teórico se indicó el valor de $\alpha = 0,05$ esto para todos los casos, también se indicó en ese capítulo que Z es positivo y tienen el siguiente valor $Z = 1,645$; por este valor se plantea lo siguiente:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_4$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_4$, “se acepta”)

Test estadístico

$$Z_0 = \frac{318.10 - 262.78}{\sqrt{\frac{6.17^2}{9} + \frac{4.73^2}{9}}}$$
$$Z_0 = 21.347$$

Conclusión: Se observa que $Z_0 = 21,347$ es mayor en comparación con el valor de $Z = 1,645$ ($Z_0 > Z$), por la cual no se rechaza la hipótesis alternativa esto para un $\alpha = 0,05$, con esto se concluye que al utilizar el agregado reciclado con un porcentaje de 60% disminuye la resistencia del concreto respecto a la comprensión.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA CONCRETO CON AGREGADO 1"

➤ Prueba de hipótesis de los grupos número 1 y 2

Tabla 20

Resultados de los grupos 1 y 2 (1")

Datos obtenidos – G1	Datos obtenidos – G2
Media ($\bar{x}_1$): 314.28	Media ($\bar{x}_2$) 297,87
Desviación estándar (σ_1) 5.34	Desviación estándar (σ_2) 5.46
Muestras utilizadas (cv_1) 9	Muestras utilizadas (cv_2) 9

Nota: Elaboración propia.

La prueba de hipótesis se trabaja de acuerdo a lo que se indicó en el marco teórico.

Indicador de interés: para esto se tuvo en cuenta el promedio de las resistencias del grupo 1 (u_1) el grupo 2 (u_2)

Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_2$$

Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_2$$

Nivel de significancia, en el marco teórico se indicó el valor de $\alpha = 0,05$ esto para todos los casos, también se indicó en ese capítulo que Z es positivo y tienen el siguiente valor $Z = 1,645$; por este valor se plantea lo siguiente:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_2$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_2$, "se acepta")

Test estadístico

$$Z_0 = \frac{314.28 - 297.87}{\sqrt{\frac{5.34^2}{9} + \frac{5.46^2}{9}}}$$

$$Z_0 = 6.446$$

Conclusión: Se observa que $Z_0 = 6,446$ es mayor en comparación con el valor de $Z = 1,645$ ($Z_0 > Z$), por la cual no se rechaza la hipótesis alternativa esto para un $\alpha = 0,05$, con esto se concluye que al utilizar el agregado reciclado con un porcentaje de 20% disminuye la resistencia del concreto respecto a la comprensión.

➤ **Prueba de hipótesis de los grupos número 1 y 3**

Tabla 21

Resultados de los grupos 1 y 3 (1")

Datos obtenidos – G1	Datos obtenidos – G3
Media ($\bar{x}_1$): 314.28	Media ($\bar{x}_2$) 293,65
Desviación estándar (σ_1) 5.34	Desviación estándar (σ_2) 8.88
Muestras utilizadas (cv_1) 9	Muestras utilizadas (cv_2) 9

Nota: Elaboración propia

La prueba de hipótesis se trabaja de acuerdo a lo que se indicó en el marco teórico.

Indicador de interés: para esto se tuvo en cuenta el promedio de las resistencias del grupo 1 (u_1) el grupo 3 (u_3)

Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_3$$

Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_3$$

Nivel de significancia, en el marco teórico se indicó el valor de $\alpha = 0,05$ esto para todos los casos, también se indicó en ese capítulo que Z es positivo y tienen el siguiente valor $Z = 1,645$; por este valor se plantea lo siguiente:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_3$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_3$, “se acepta”)

Test estadístico

$$Z_0 = \frac{314.28 - 293.65}{\sqrt{\frac{5.34^2}{9} + \frac{8.88^2}{9}}}$$

$$Z_0 = 5.973$$

Conclusión: Se observa que $Z_0 = 5,973$ es mayor en comparación con el valor de $Z = 1,645$ ($Z_0 > Z$), por la cual no se rechaza la hipótesis alternativa esto para un $\alpha = 0,05$, con esto se concluye que al utilizar el agregado reciclado con un porcentaje de 40% disminuye la resistencia del concreto respecto a la comprensión.

➤ Prueba de hipótesis de los grupos número 1 y 4

Tabla 22

Resultados de los grupos 1 y 3 (1")

Datos obtenidos – G1	Datos obtenidos – G4
Media ($\bar{x}_1$): 314.28	Media ($\bar{x}_2$) 253,47
Desviación estándar (σ_1) 5.34	Desviación estándar (σ_2) 6.51
Muestras utilizadas (cv_1) 9	Muestras utilizadas (cv_2) 9

Nota: Elaboración propia.

La prueba de hipótesis se trabaja de acuerdo a lo que se indicó en el marco teórico.

Indicador de interés: para esto se tuvo en cuenta el promedio de las resistencias del grupo 1 (u_1) el grupo 4 (u_4)

Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_4$$

Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_4$$

Nivel de significancia, en el marco teórico se indicó el valor de $\alpha = 0,05$ esto para todos los casos, también se indicó en ese capítulo que Z es positivo y tienen el siguiente valor $Z = 1,645$; por este valor se plantea lo siguiente:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_4$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_4$, “se acepta”)

Test estadístico

$$Z_0 = \frac{314.28 - 262.78}{\sqrt{\frac{5.34^2}{9} + \frac{6.51^2}{9}}}$$

$$Z_0 = 18.349$$

Conclusión: Se observa que $Z_0 = 5,973$ es mayor en comparación con el valor de $Z = 1,645$ ($Z_0 > Z$), por la cual no se rechaza la hipótesis alternativa esto para un $\alpha = 0,05$, con esto se concluye que al utilizar el agregado reciclado con un porcentaje de 60% disminuye la resistencia del concreto respecto a la compresión.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación se puede indicar que si se puede utilizar el concreto reciclado pero teniendo en cuenta la proporción a utilizar, en este caso se sugiere que no exceda el 40% al momento de preparar el concreto este aporte es muy similar a lo que sugiere Domínguez (2019) en su estudio titulada “aprovechamiento del concreto reciclado proveniente de los residuos de demolición de pavimento rígido en la producción de concreto nuevo”, en este estudio indica que si se puede trabajar con el concreto reciclado pero considerando que se utilice un máximo del 50% en el diseño del concreto nuevo, aspectos muy similares para conseguir la resistencia adecuada para la que fue diseñada,

Del mismo modo Etxeberia (2004) en su investigación titulada: “Estudio experimental sobre microestructura y comportamiento estructural del hormigón con agregado reciclado”, llega a la conclusión que las propiedades físicas del agregado reciclado son muy similares a la de los agregados naturales y que si se puede obtener la resistencia requerida siempre y cuando este material (agregado reciclado) este en un margen del 20 al 25 por ciento como máximo así mismo indica que los costos de producción del concreto reciclado son mayores a la de utilizar el agregado natural, estos aspectos también coinciden con nuestra investigación pues nuestros resultados indican que para que el concreto cumpla con la función deseada debe tener un porcentaje de material reciclado no mayor a 40 por ciento esto sin importar si las gradaciones son de 1/2”, 1” o 3/4” además que se pudo verificar que las características físicas del agregado reciclado son muy similares a los agregados naturales y también se coincide que el costo de producción es mucho mayor a la de utilizar agregados naturales.

CONCLUSIONES

1. Luego de ver los resultados obtenidos se pudo demostrar que los resultados en cuanto a las características físicas y mecánicas de los agregados reciclados obtenidos de pavimentos rígidos son muy similares a los de los agregados naturales; claro que se debe considerar algunos puntos donde hay ligeras diferencias como el contenido de humedad pues el AR es más poroso esto también pasa con respecto al peso específico y la absorción además en cuanto a la resistencia a la absorción hay una limitante pues va ver mayor desgaste a mayor uso de AR por eso este concreto debe ser usado en lugares donde no este expuesto a desgaste.
2. En cuanto a la resistencia del concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) desarrollado con material reciclado se puede concluir que, si se alcanza un promedio muy similar a un concreto hecho con material natural, esto sin importar el tamaño del agregado utilizado, estos resultados se obtuvieron en los tres grupos de estudio en agregados de 1/2", 3/4" y 1" considerando el 20%, 40% y 60% varia pues en concretos trabajados con AR en 40% va disminuyendo su resistencia en agregados de 1/2" en un 92.34%, en agregados de 3/4" disminuye 97,72% y en agregados de 1" disminuye en 97.76%; mientras que en concreto elaborado con 60% de AR la disminución es muy significativa.
3. Se concluye que la elaboración de concreto con material reciclado genera un consto mayor que cuando se elabora un concreto con material tradicional pues para elaborar 1 m^3 de concreto con agregado reciclado de 1/2" el costo es de S/. 293,01 y con agregado tradicional es de S/. 273.25, para agregados reciclados de 3/4" el costo es S/. 282,30 y con agregado tradicional es de S/. 259,75 y si el agregado reciclado es de 1" el costo es de S/. 269,45 y con agregado tradicional es de S/. 248.12, ciertamente es un gasto mayor pero también se puede considerar que haciendo uso de AR ayudaremos al cuidado del medio ambiente pues tendremos menos desechos que votar.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que el concreto reciclado se puede utilizar en lugares donde no se vea afectado por algún agente que le genere desgastes como el frio o calor excesivo, la humedad, entre otras y siempre en cuando se considere los porcentajes de AR indicado.
2. Se recomienda realizar más investigaciones para poder mejorar en la aplicación del reciclaje en las obras civiles para así conseguir un mejor diseño y sea útiles para la construcción de otras estructuras con mayor importancia y puedan superar otras condiciones climáticas.
3. Se recomienda aplicar este método de trabajo pues permitirá que se conserven más sitios donde se votan estos desechos generando daños en el lugar y asi poder ayudar al cuidado del medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul Rahim, M., Ibrahim, N. M., Idris, Z., Ghazaly, Z. M.,... Isa, N. F. (2014). *Properties of Concrete with Different Percentange of the Rice Husk Ash (RHA) as Partial Cement Replacement*, *Materials Science Forum*, 803,288–293.
- Adalberth, K. (1997). *Energy use during the life cycle of buildings: A method. Building and Environment*, 32, 317-320. doi 10.1016/S0360-1323(96)00068-6 [Consulta: 3 de octubre de 2019]
- ACI Committee 211. (2002). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91) (Reapproved 2002)*, 1-38.
- ACI Committee 305.1-06. (2007). *Specification for Hot Weather Concreting*, 1-12.
- ACI Manual of Concrete Practice. (2001). *Removal and Reuse of Hardened Concrete, Section 555R*, 1-26.
- ACI Manual of Concrete Practice. (2003). *Removal and Reuse of Hardened Concrete, Section 555R, Chapter 5: Production of Concrete from Recycled Concrete*, 18-26.
- ACI Committee 318-08. (2008). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary*, 1-459.
- ACI Committee 318. (2011). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-11) and Commentary*, 1-509.
- Aguilar, C., Muñoz, M. P., & Loyola, O. (2005). *Utilisation of recycled concrete as replacing of coarse aggregate for the concrete manufacturing*, *Revista Ingeniería de Construcción*, 20 (1), 159-168.
- Ajdukiewicz, A., & Kliszczewicz, A. (2002). *Influence of Recycled Aggregates on Mechanical Properties of HS/HPC, Cement and Concrete Composites*, 24, 269-279.

Gonzalez-Corominas, A., & Etxeberria, M. (2016). *Effects of using recycled concrete aggregates on the shrinkage of high performance concrete. Construction and Building Materials*, 115, 32-41.

Anand, C., & Amor, B. (2017). *Recent developments, future challenges and new research directions in LCA of buildings: A critical review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 408-416.

Asociación Colombiana de Productores de Cemento (ASOCRETO). (2011). *Agregados reciclados presentes en la rehabilitación de estructuras. Colombia: Noticreto Edición 108. Recuperado de http://www.asocreto.org.co/noticreto/noticreto_108.html*

[Consulta: 3 de octubre de 2019]

Arias, F. G. (1999). *El Proyecto de Investigación. Guía para su elaboración. 3ªed. Caracas: Editorial Episteme.*

Arriaga, L. E. (2013). *Utilización de agregado grueso de concreto reciclado en elementos estructurales de concreto reforzado. (Tesis de titulación, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia).*

Congreso de la República del Perú. (20 de junio de 2000). *Ley General de Residuos Sólidos [Ley N° 27314]. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/leygeneral> - residuos-solidos*
[Consulta: 30 de julio de 2019]

Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). (2017). NTP 339.084. CONCRETO. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. Lima, Perú.*

Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). (2018). NTP 339.046. CONCRETO. *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. Lima, Perú.*

Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). (2018). NTP 339.185. AGREGADOS.

Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados porsecado. Lima, Perú.

Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). (2017). NTP 400.050. MANEJO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN. Manejo de residuos de la actividad de la construcción y demolición. Generalidades. Lima, Perú.

Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). (2017). NTP 350.001. TAMICES DE ENSAYO. Requisitos. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (2001). NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (2005). NTP 334.009. CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (2008). NTP 334.082. CEMENTOS. Cemento Portland. Especificación de la performance. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (2011). NTP 334.090. CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (2011). NTP 334.104. CEMENTOS. Ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto. Especificaciones. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (2011). NTP 400.017. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa

por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (VIVIENDA). Norma E.060 Concreto Armado. [Decreto Supremo N° 010-2009-VIVIENDA]. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230> [Consulta: 12 de agosto de 2019]

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (VIVIENDA). (8 de febrero de 2013). Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición. [Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA].

CÓMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACION

Peña Celis, A. (2023). *Aprovechamiento del concreto reciclado proveniente de los residuos de demolición de pavimento rígido en la producción de concreto nuevo en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

Resolución de aprobación de proyecto de tesis

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1520-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 16 de Noviembre de 2021

Visto, el Oficio N° 911-2021-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: **"APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO - 2021"** presentado por el (la) Bach. ALEX CRISTIAN PEÑA CELIS.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1214-2021-D-FI-UDH, de fecha 29 de setiembre de 2021, perteneciente al Bach. ALEX CRISTIAN PEÑA CELIS se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Luis Geronimo Lira Camargo, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 911-2021-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO - 2021"** presentado por el (la) Bach. ALEX CRISTIAN PEÑA CELIS, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. William Paolo Taboada Trujillo (Secretario) y Ing. Percy Mello Dávila Herrera (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO - 2021"** presentado por el (la) Bach. ALEX CRISTIAN PEÑA CELIS para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Resolución de asignación de asesor

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1214-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 29 de Setiembre de 2021

Visto, el Oficio N° 754-2021-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 314065-0000004078, del Bach. Alex Cristian, PEÑA CELIS, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 314065-0000004078, presentado por el (la) Bach. Alex Cristian, PEÑA CELIS, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Luis Geronimo Lira Camargo, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. Alex Cristian, PEÑA CELIS, al Mg. Luis Geronimo Lira Camargo, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá reiniciar el trámite.

Regístrese, comuníquese, archívese



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Informado - Archivo.
ELC/RE/M/Asa.

Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables / Dimensiones	Tipo y Diseño de Investigación	Población y Muestra
General	General	General	Independiente		
¿Cuál es el comportamiento del agregado grueso proveniente de los residuos de demolición del pavimento rígido para el uso en la producción de concreto nuevo en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021?	Evaluar el comportamiento del agregado grueso proveniente de los residuos de demolición del pavimento rígido para el uso en la producción de concreto nuevo en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021.	El uso de agregado grueso proveniente de la demolición de pavimento rígido, es apto para que se pueda utilizar en la producción de concreto nuevo.	Agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido Dimensiones • Propiedades de los materiales • Resistencia a la compresión Kg/cm²	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicado Diseño: cuasi experimental Nivel: Explicativo	Población: Concreto elaborado con agregados gruesos reciclados proveniente de la demolición del pavimento rígido del Jr. Manco Capac las cuadras 1, 2 y 3 del distrito de Molinos - Huánuco Muestra: La muestra de estudio, son 108 realizadas con agregados gruesos reciclados proveniente de la demolición del pavimento rígido del Jr.
Específicos	Específicos	Específicos	Dependiente		
a) ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso procedente de la demolición del pavimento	a) Determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso procedente de la demolición del pavimento rígido en el	a) El agregado grueso procedente de la demolición del pavimento rígido cumple con las	Producción de concreto nuevo. Dimensiones		

rígido en el Distrito de Molinos - Huánuco – 2021? b) ¿Se podrá alcanzar la resistencia a la compresión del concreto deseada usando agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021? c) ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido en la reducción de concreto nuevo en el Distrito de Molinos - Huánuco – 2021? con respecto al uso de material agregado tradicional?	Distrito de Molinos - Huánuco – 2021. b) Analizar si se podrá alcanzar la resistencia a la compresión deseada usando agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021. c) Analizar las ventajas y desventajas del uso de agregado grueso proveniente de la demolición del pavimento rígido en la producción de concreto nuevo con respecto al uso de material agregado tradicional en el Distrito de Molinos - Huánuco - 2021	especificaciones normadas. b) La resistencia a la compresión del concreto usando agregado grueso proveniente de los residuos de demolición del pavimento rígido alcanza la resistencia deseada. c) Las ventajas del uso del agregado proveniente de la demolición del pavimento rígido son significativas frente a las desventajas con el uso de agregados convencionales.	• Propiedades de los agregados • Resistencia a la compresión Kg/cm² • Ventajas y desventajas Variable Interviniente Factores de Afectación Dimensiones Economía General Aspectos Laborales Clima Actividades Equipamiento Supervisión Trabajador	Manco Capac las cuadras 1, 2 y 3 del distrito de Molinos - Huánuco
---	--	---	---	---

Análisis Granulométricos

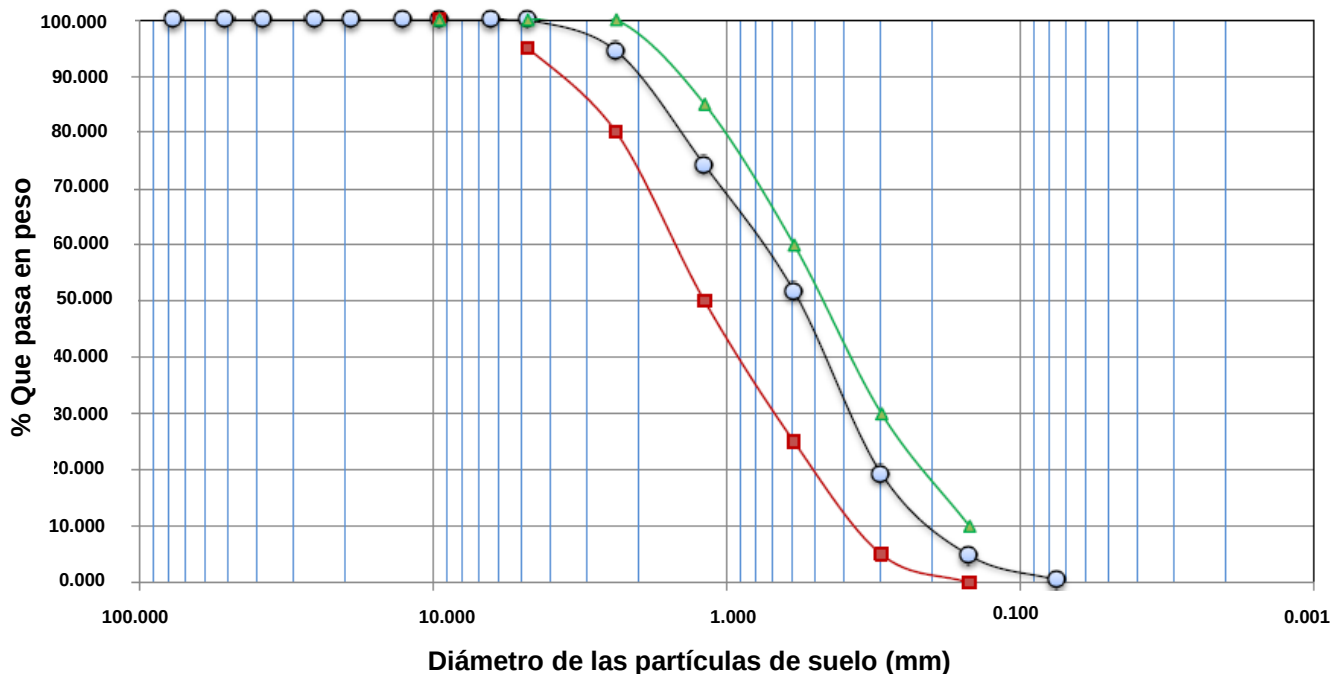
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Fino
Certificado : 1
Peso seco : 5,000.00 gr
Peso lavado : 4,831.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,11% < 0.30

Tamiz N°	Díametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
3"	75.100	0.000	0.000	0.000	100.000	Descripción de la muestra
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	100.000	
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	100.000	
1"	26.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.057	0.000	0.000	0.000	100.000	% de contenido
1/2"	12.689	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/8"	9.520	0.000	0.000	0.000	100.000	
1/4"	6.350	0.000	0.000	0.000	100.000	
N° 4	4.765	0.000	0.000	0.000	100.000	Cantidad de grava (%) = 0,00% Contenido de arena (%) = 99,50% Contenido de limo arcilla = 0,48% Límite líquido = NP Límite plástico = NP Índice de plasticidad = NP
N° 8	2.380	267.870	5.551	5.551	94.449	
N° 16	1.185	979.260	20.293	25.844	74.156	
N° 30	0.587	1082.650	22.436	48.280	51.720	
N° 50	0.285	1565.990	32.452	80.732	19.268	
N° 100	0.149	696.100	14.425	95.157	4.843	
N° 200	0.076	210.600	4.365	99.522	0.478	
Cazoleta	0.000	23.080	0.478	100.000	0.000	
Total		4825.550	100.000			
						% Ret. tamiz N° 200 = 0,48 Módulo de fineza = 2,56

Gráfico de la granulometría



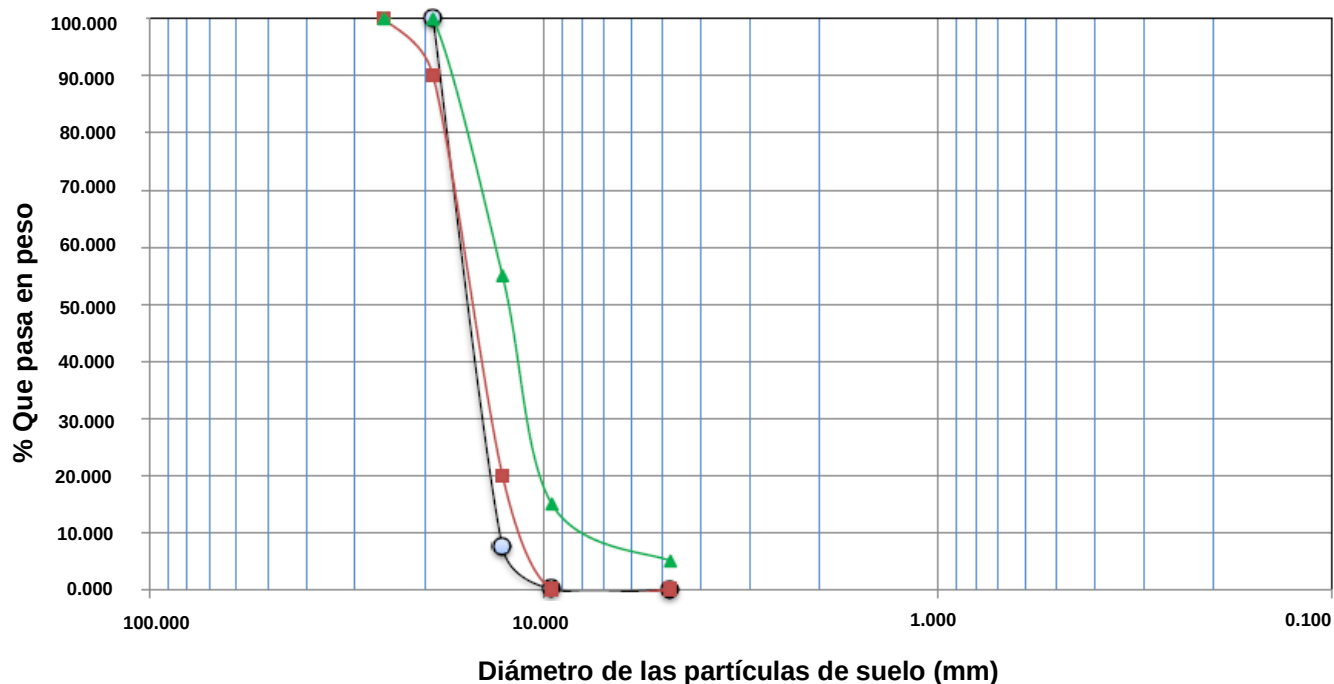
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 1/2" + 0% AR
Certificado : 2
Peso seco : 2,004.00 gr
Peso lavado : 2,001.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,05% < 0.30

Tamiz N°	Dímetro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra Grava limos con 100.00 % de material granular
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	0.000	
1"	26.100	0.000	0.000	0.000	0.000	
3/4"	19.057	0.000	0.000	0.000	100.000	
1/2"	12.689	1851.926	92.596	92.596	7.404	% de contenido
3/8"	9.520	146.073	7.304	99.900	0.100	Cantidad de grava (%) = 100,00%
N° 4	4.765	2.001	0.100	100.000	0.000	Contenido de arena (%) = 0,00%
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	Contenido de limo arcilla = 0,00%
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	Límite líquido = NP
N° 30	0.587	0.000	0.000	0.000	0.000	Límite plástico = NP
N° 50	0.285	0.000	0.000	0.000	0.000	Índice de plasticidad = NP
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	% Ret. tamiz N° 200 = 0,00%
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	Módulo de fineza = 7,00
Total		2001.000	100.000			

Gráfico de la granulometría



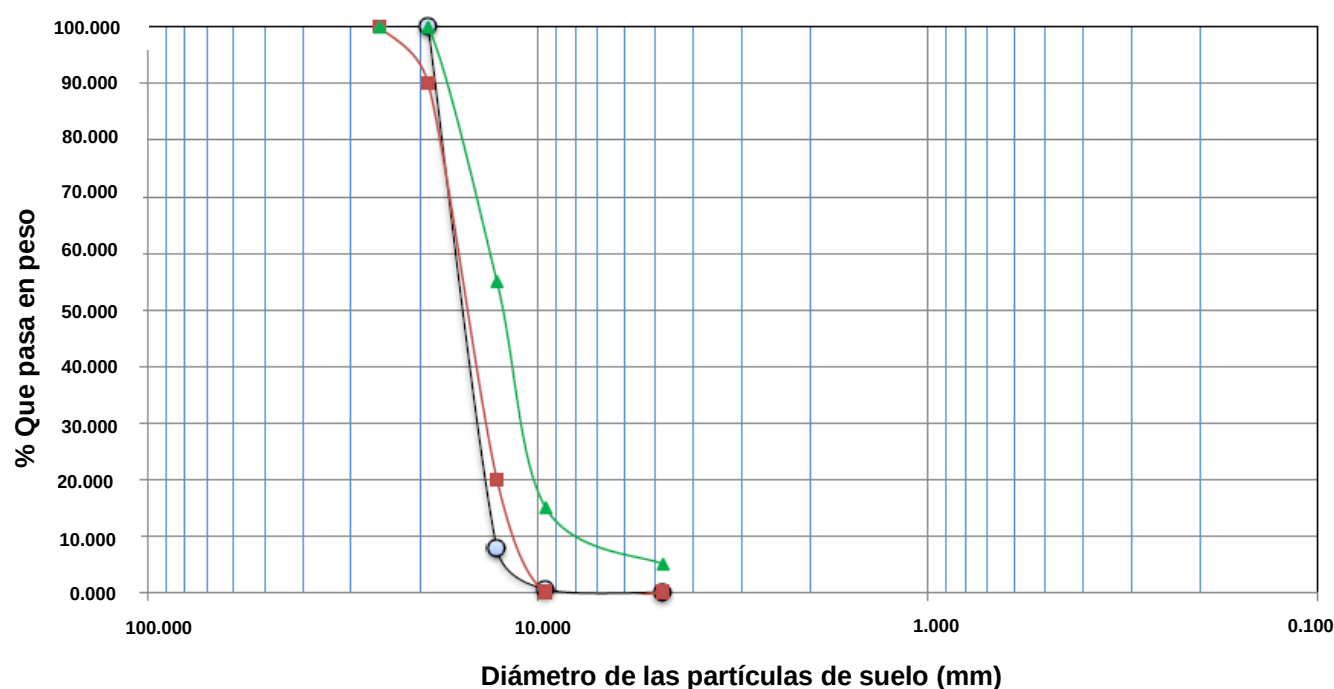
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 1/2" + 20% AR
Certificado : 3
Peso seco : 2,194.00 gr
Peso lavado : 2,181.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,02% < 0.30

Tamiz N°	Diametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	0.000	
1"	26.100	0.000	0.000	0.000	0.000	
3/4"	19.057	0.000	0.000	0.000	100.000	
1/2"	12.689	2011.923	92.269	92.269	7.731	% de contenido
3/8"	9.520	156.072	7.157	99.426	0.574	
N° 4	4.765	12.506	0.574	100.000	0.000	
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	Cantidad de grava (%) = 100,00% Contenido de arena (%) = 0,00% Contenido de limo arcilla = 0,00% Límite líquido = NP Límite plástico = NP Índice de plasticidad = NP % Ret. tamiz N° 200 = 0,00% Módulo de fineza = 6,99
N° 30	0.587	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 50	0.285	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	
Total		2181.501	100.000			

Gráfico de la granulometría



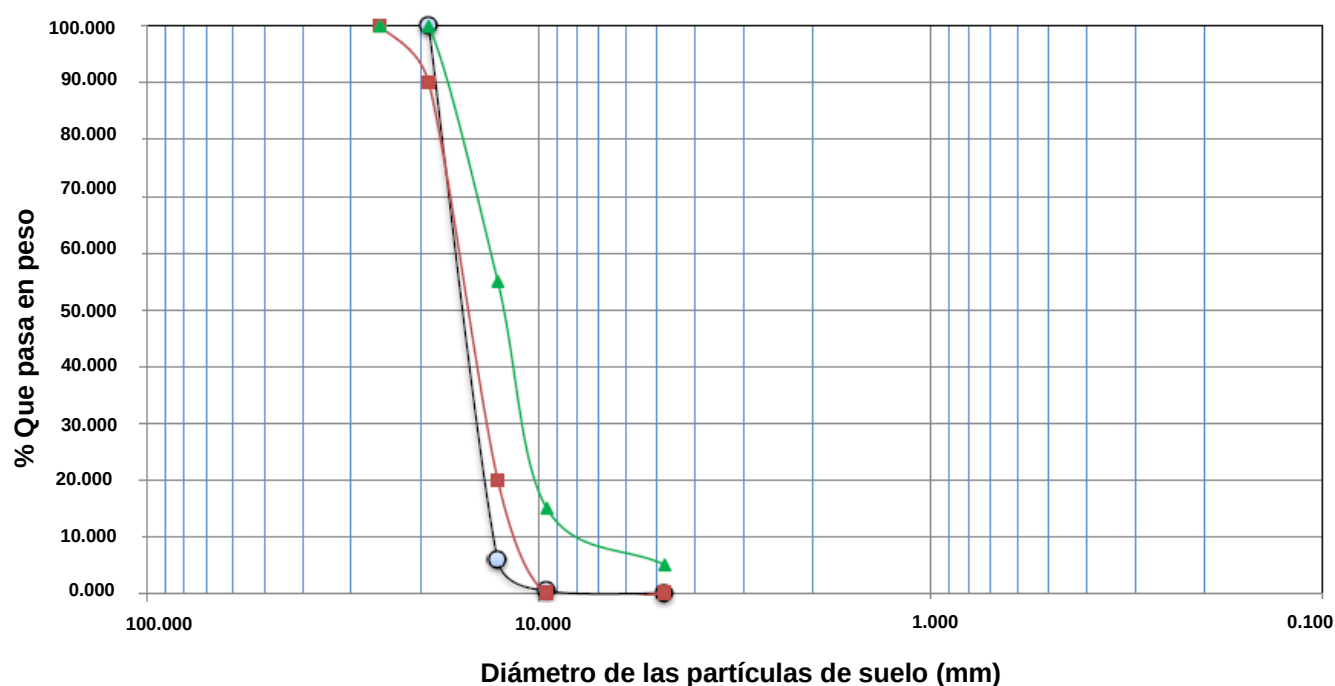
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 1/2" + 40% AR
Certificado : 4
Peso seco : 2,258.00 gr
Peso lavado : 2,231.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,04% < 0.30

Tamiz N°	Díametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra Grava limos con 100.00 % de material granular
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	0.000	
1"	26.100	0.000	0.000	0.000	0.000	
3/4"	19.057	0.000	0.000	0.000	100.000	
1/2"	12.689	2100.826	94.207	94.207	5.793	% de contenido Cantidad de grava (%) = 100,00% Contenido de arena (%) = 0,00% Contenido de limo arcilla = 0,00% Límite líquido = NP Límite plástico = NP Índice de plasticidad = NP % Ret. tamiz N° 200 = 0,00% Módulo de fineza = 7,00
3/8"	9.520	119.160	5.344	99.551	0.449	
N° 4	4.765	10.014	0.449	100.000	0.000	
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 30	0.587	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 50	0.285	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	
Total		2231.000	100.000			

Gráfico de la granulometría



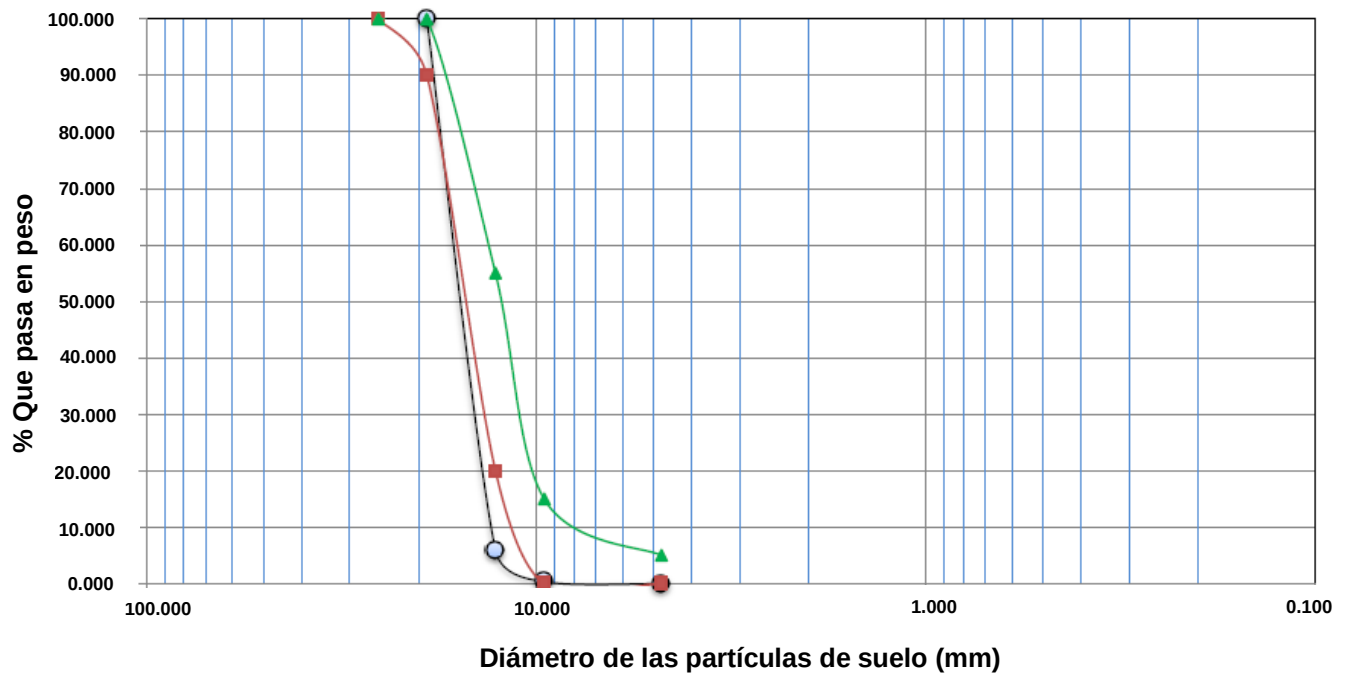
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 1/2" + 60% AR
Certificado : 5
Peso seco : 2,256.00 gr
Peso lavado : 2,217.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,00% < 0.30

Tamiz N°	Diametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	0.000	
1"	26.100	0.000	0.000	0.000	0.000	
3/4"	19.057	0.000	0.000	0.000	100.000	
1/2"	12.689	2085.882	94.086	94.086	5.914	% de contenido
3/8"	9.520	123.111	5.553	99.639	0.361	
N° 4	4.765	8.007	0.361	100.000	0.000	Cantidad de grava (%) = 100,00% Contenido de arena (%) = 0,00% Contenido de limo arcilla = 0,00% Límite líquido = NP Límite plástico = NP Índice de plasticidad = NP % Ret. tamiz N° 200 = 0,00% Módulo de fineza = 7,00
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 30	0.587	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 50	0.285	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	
Total		2218.000	100.000			

Gráfico de la granulometría



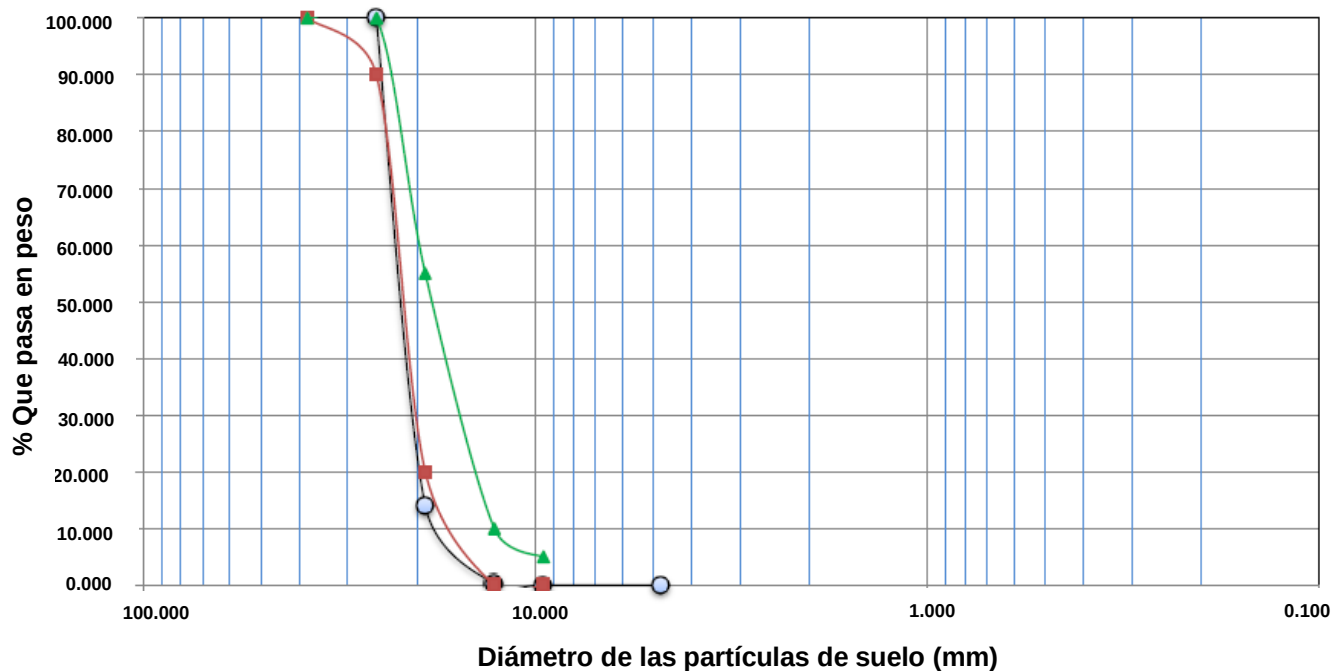
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 3/4" + 0% AR
Certificado : 6
Peso seco : 5,060.00 gr
Peso lavado : 5,045.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,01% < 0.30

Tamiz N°	Diametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	0.000	
1"	26.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.057	4337.720	85.989	85.989	14.011	Grava limos con 100.00 % de material granular
1/2"	12.689	692.275	13.723	99.712	0.288	
3/8"	9.520	14.006	0.278	99.990	0.010	% de contenido
N° 4	4.765	0.500	0.010	100.000	0.000	
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	Cantidad de grava (%) = 100,00%
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	Contenido de arena (%) = 0,00%
N° 30	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000	Contenido de limo arcilla = 0,00%
N° 50	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	Límite líquido = NP
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	Límite plástico = NP
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	Índice de plasticidad = NP
Total		5045.501	100.000			% Ret. tamiz N° 200 = 0,00%
						Módulo de fineza = 7,00

Gráfico de la granulometría



Análisis Granulométrico

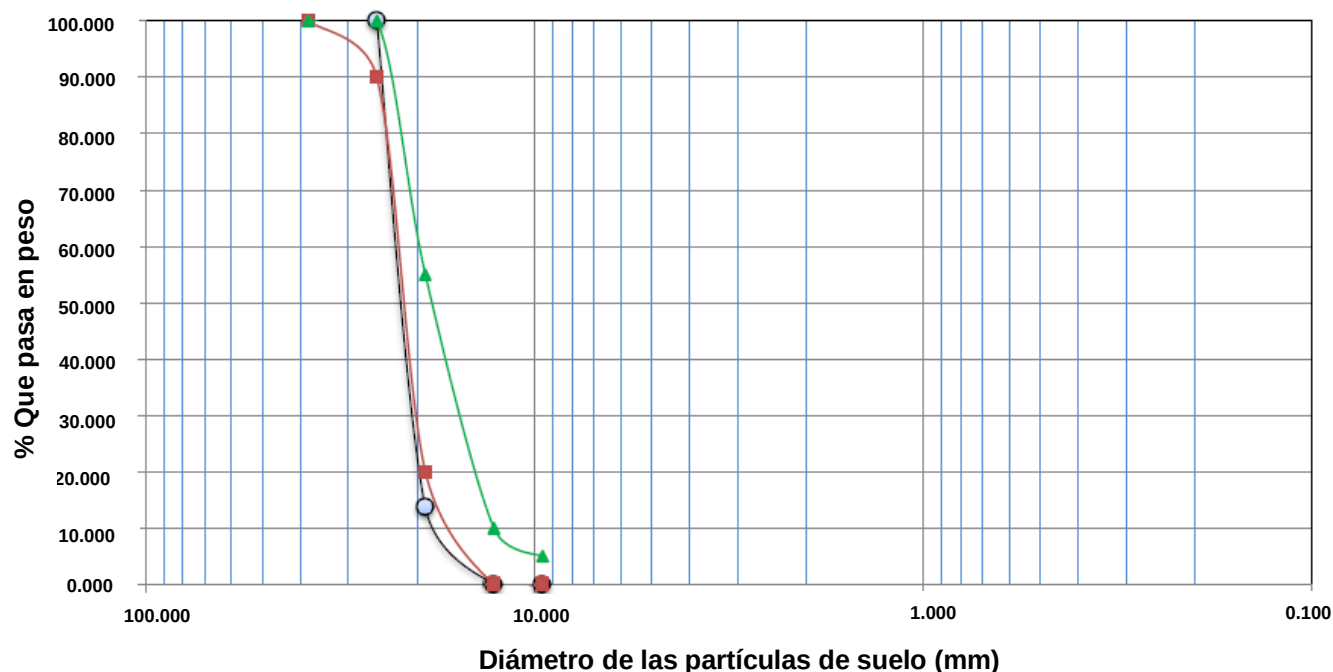
Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 3/4" + 20% AR
Certificado : 7
Peso seco : 5,062.00 gr
Peso lavado : 5,012.00 gr

Perdida para validar el ensayo

0,01% < 0.30

Tamiz N°	Dímetro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra Grava limos con 100.00 % de material granular
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	0.000	
1"	26.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.057	4328.728	86.376	86.376	13.624	
1/2"	12.689	678.771	13.544	99.920	0.080	% de contenido
3/8"	9.520	4.002	0.080	100.000	0.000	
N° 4	4.765	0.000	0.010	0.000	0.000	Cantidad de grava (%) = 100,00%
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	Contenido de arena (%) = 0,00%
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	Contenido de limo arcilla = 0,00%
N° 30	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000	Límite líquido = NP
N° 50	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	Límite plástico = NP
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	Índice de plasticidad = NP
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	% Ret. tamiz N° 200 = 0,00%
Total		5012.501	100.010			Módulo de fineza = 7,00

Gráfico de la granulometría



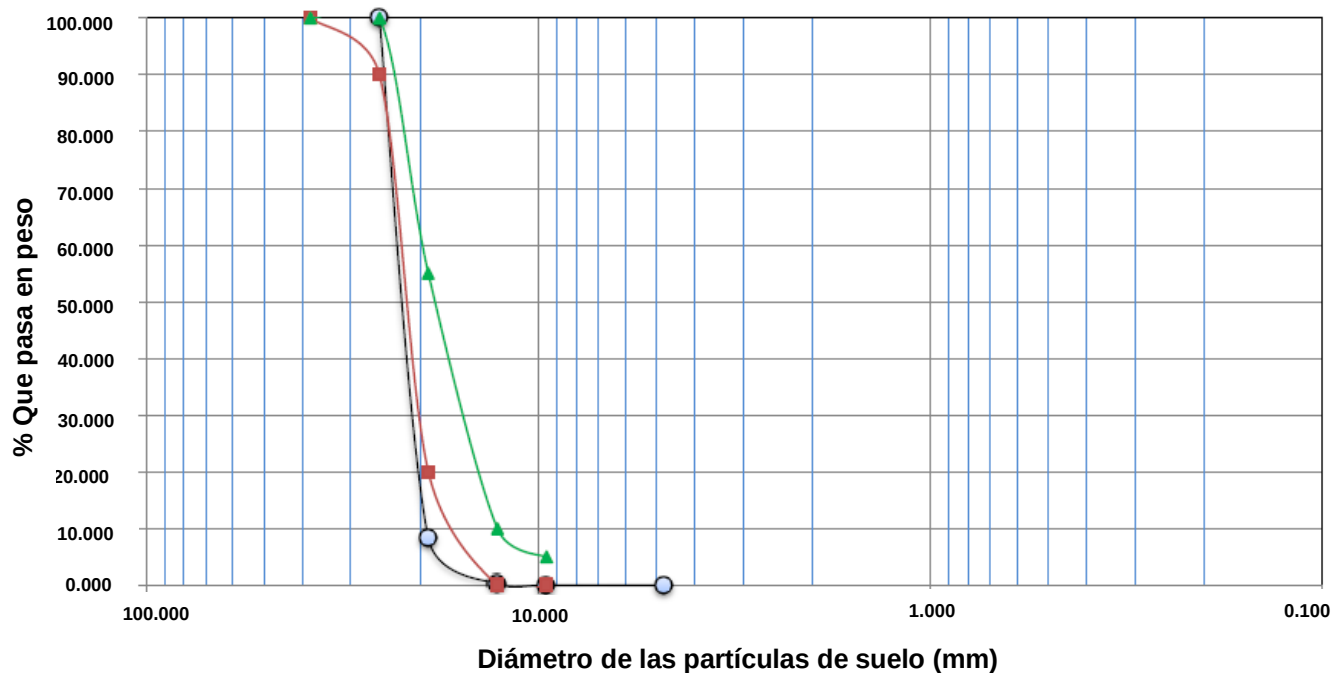
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 3/4" + 40% AR
Certificado : 8
Peso seco : 5,190.00 gr
Peso lavado : 5,106.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,01% < 0.30

Tamiz N°	Diametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra Grava limos con 100.00 % de material granular
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	0.000	
1"	26.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.057	4681.668	91.711	91.711	8.289	
1/2"	12.689	406.317	7.972	99.683	0.317	% de contenido Cantidad de grava (%) = 100,00% Contenido de arena (%) = 0,00% Contenido de limo arcilla = 0,00% Límite líquido = NP Límite plástico = NP Índice de plasticidad = NP % Ret. tamiz N° 200 = 0,00% Módulo de fineza = 7,00
3/8"	9.520	16.013	0.313	99.996	0.004	
N° 4	4.765	0.200	0.004	100.000	0.000	
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 30	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 50	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	
Total		5105.198	100.000			

Gráfico de la granulometría



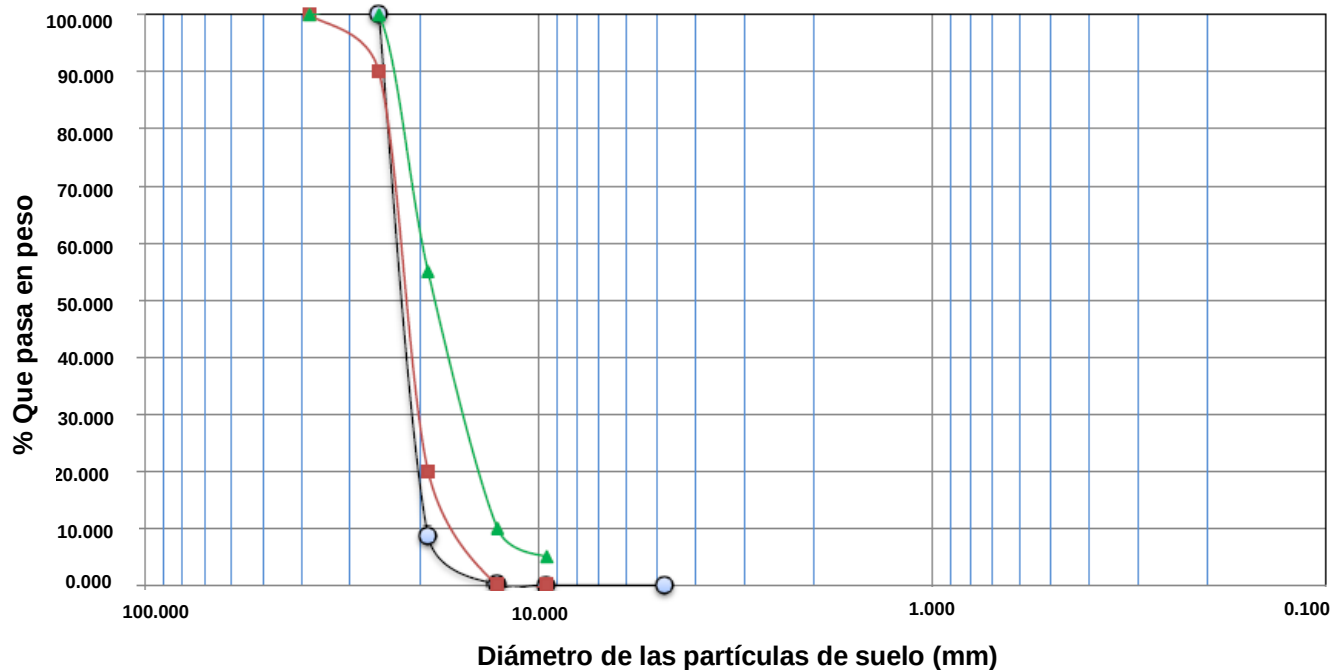
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 3/4" + 60% AR
Certificado : 9
Peso seco : 5,075.00 gr
Peso lavado : 4,952.50 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,06% < 0.30

Tamiz N°	Diametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra Grava limos con 100.00 % de material granular
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	0.000	
1"	26.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.057	4521.564	91.328	91.328	8.672	
1/2"	12.689	422.337	8.515	99.843	0.157	% de contenido Cantidad de grava (%) = 100,00% Contenido de arena (%) = 0,00% Contenido de limo arcilla = 0,00% Límite líquido = NP Límite plástico = NP Índice de plasticidad = NP % Ret. tamiz N° 200 = 0,00% Módulo de fineza = 7,00
3/8"	9.520	6.002	0.117	99.960	0.040	
N° 4	4.765	1.501	0.040	100.000	0.000	
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 30	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 50	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	
Total		4952.404	100.000			

Gráfico de la granulometría



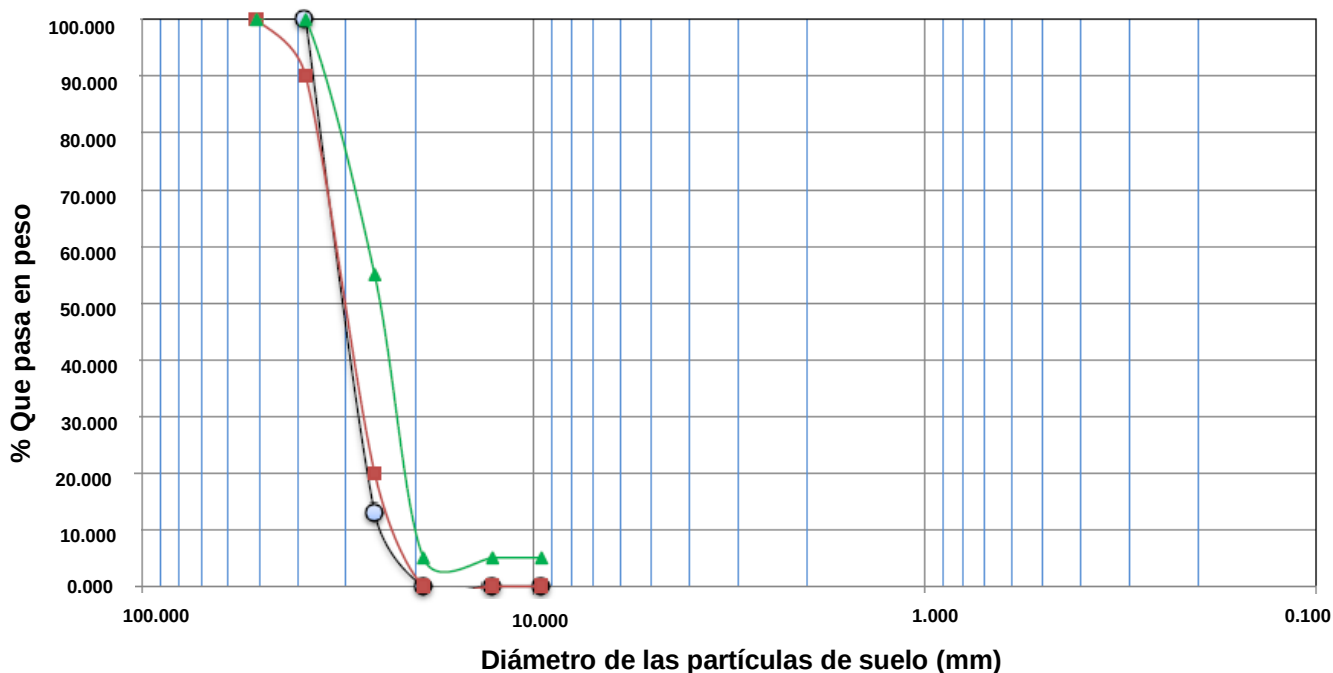
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 1" + 0% AR
Certificado : 10
Peso seco : 10,112.00 gr
Peso lavado : 10,106.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,04% < 0.30

Tamiz N°	Diametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	100.000	
1"	26.100	8791.735	86.989	86.989	13.011	
3/4"	19.057	1312.270	12.991	99.980	0.020	
1/2"	12.689	0.000	0.000	99.980	0.020	% de contenido
3/8"	9.520	2.000	0.020	100.000	0.000	
N° 4	4.765	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	Cantidad de grava (%) = 100,00% Contenido de arena (%) = 0,00% Contenido de limo arcilla = 0,00% Limite líquido = NP Limite plastico = NP Indice de plasticidad = NP % Ret. tamiz N° 200 = 0,00% Módulo de fineza = 7,00
N° 30	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 50	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	
Total		10107.005	100.000			

Gráfico de la granulometría



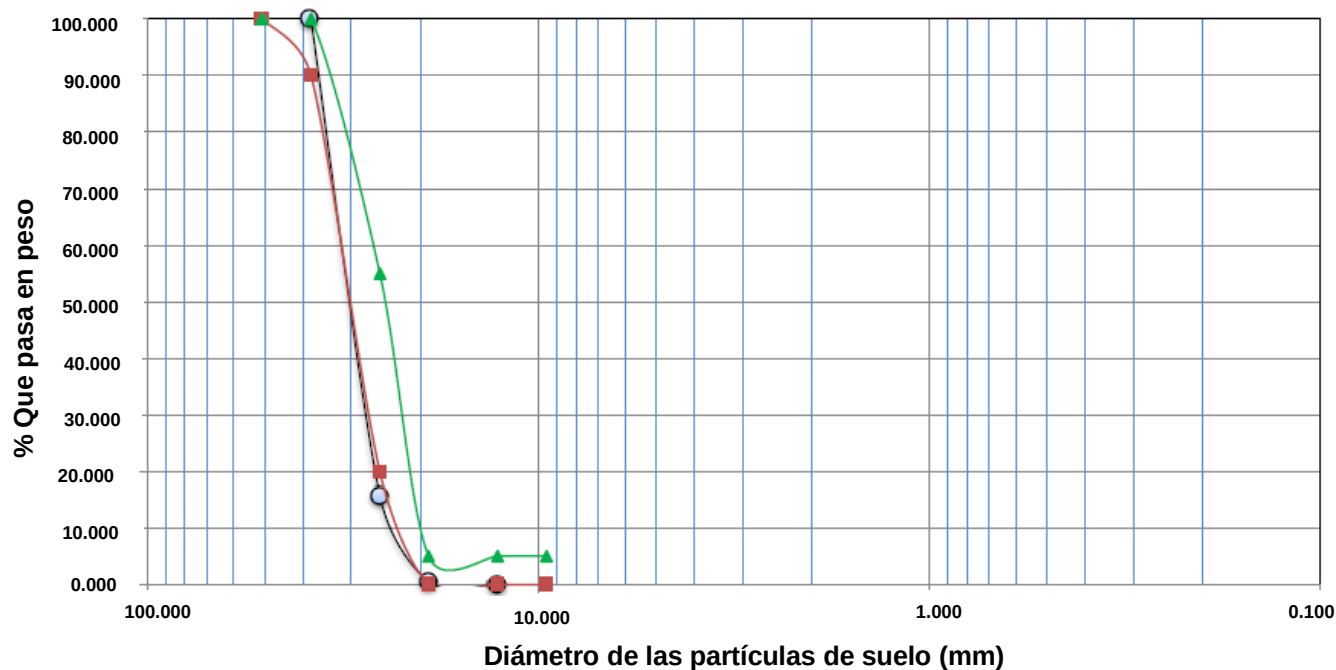
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 1" + 20% AR
Certificado : 11
Peso seco : 10,411.00 gr
Peso lavado : 10,346.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,05% < 0.30

Tamiz N°	Díametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	100.000	Grava limos con 100.00 % de material granular
1"	26.100	8721.678	84.256	84.256	15.744	
3/4"	19.057	1580.312	15.271	99.527	0.473	
1/2"	12.689	49.010	0.473	100.000	0.000	% de contenido
3/8"	9.520	0.000	0.000	0.000	0.000	<i>Cantidad de grava (%)</i> = 100,00% <i>Contenido de arena (%)</i> = 0,00% <i>Contenido de limo arcilla</i> = 0,00% <i>Límite líquido</i> = NP <i>Límite plástico</i> = NP <i>Índice de plasticidad</i> = NP <i>% Ret. tamiz N° 200</i> = 0,00% <i>Módulo de fineza</i> = 7,00
N° 4	4.765	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 30	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 50	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	
Total		10352.000	100.000			

Gráfico de la granulometría



Análisis Granulométrico

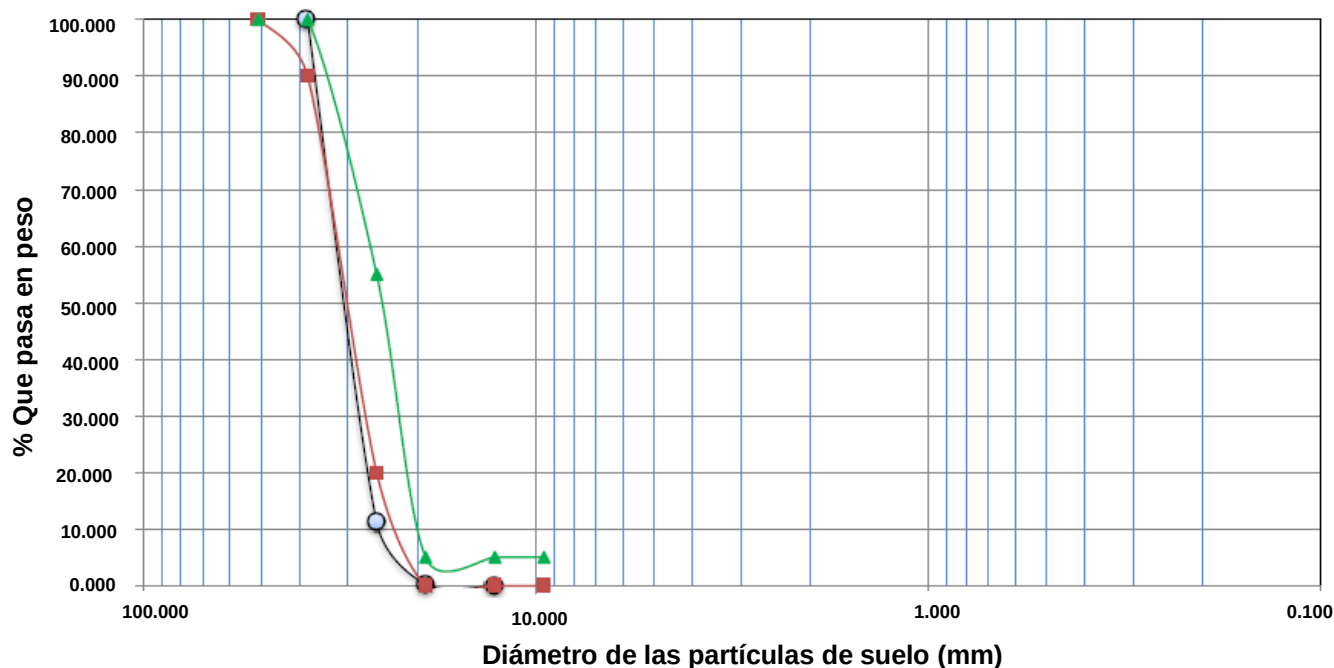
Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 1" + 40% AR
Certificado : 12
Peso seco : 10,401.00 gr
Peso lavado : 10,276.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,00% < 0.30

Tamiz N°	Díametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	100.000	
1"	26.100	9127.552	88.806	88.806	11.194	
3/4"	19.057	1126.438	10.960	99.766	0.234	
1/2"	12.689	24.009	0.234	100.000	0.000	% de contenido
3/8"	9.520	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 4	4.765	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 30	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 50	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	
Total		10278.999	100.000			

Cantidad de grava (%) = 100,00%
 Contenido de arena (%) = 0,00%
 Contenido de limo arcilla = 0,00%
 Límite líquido = NP
 Límite plástico = NP
 Índice de plasticidad = NP
 % Ret. tamiz N° 200 = 0,00%
 Módulo de fineza = 7,00

Gráfico de la granulometría



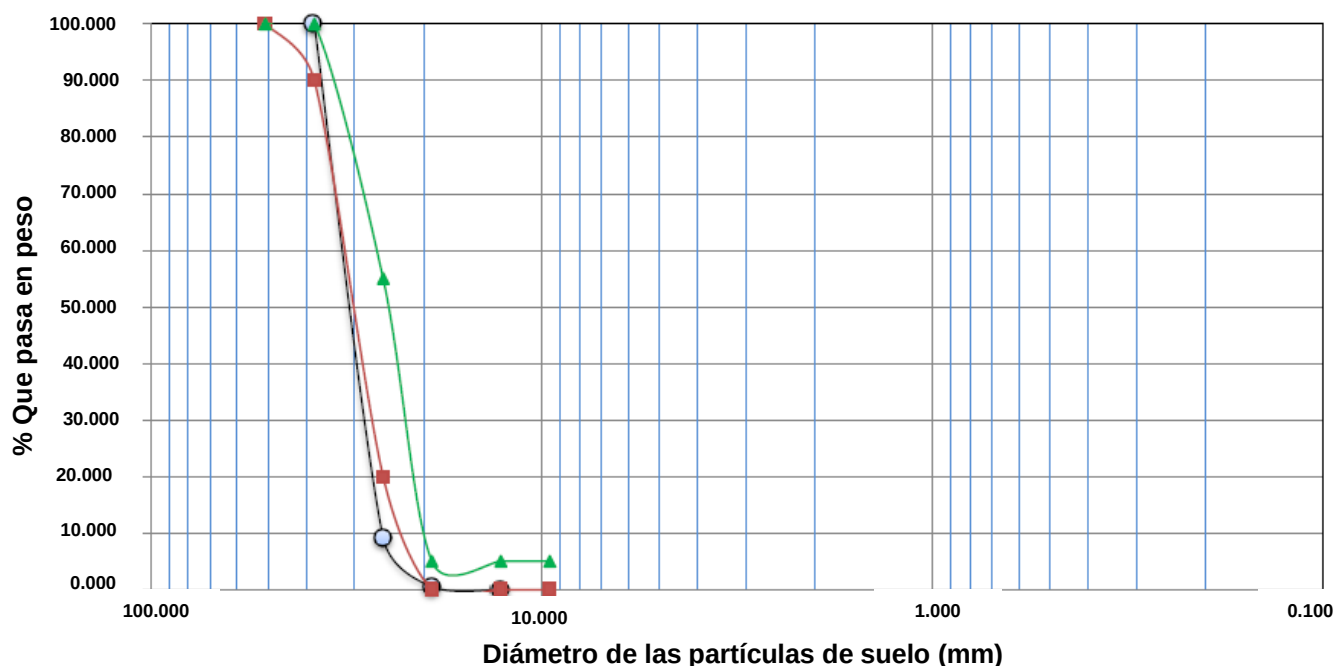
Análisis Granulométrico

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021
Tesista : Peña Celis Alex Cristian
Ubicación :
Muestra : Agregado Ø 1” + 60% AR
Certificado : 14
Peso seco : 10,390.00 gr
Peso lavado : 10,376.00 gr

Perdida para validar el ensayo
 0,05% < 0.30

Tamiz N°	Diametro (mm)	Peso retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% de pesa	Tamaño Máximo
2"	51.200	0.000	0.000	0.000	0.000	Descripción de la muestra
1 1/2"	37.900	0.000	0.000	0.000	100.000	Grava limos con 100.00 % de material granular
1"	26.100	9419.450	90.824	90.824	9.176	
3/4"	19.057	893.516	8.616	99.440	0.560	
1/2"	12.689	58.034	0.560	100.000	0.000	
3/8"	9.520	0.000	0.000	0.000	0.000	% de contenido
N° 4	4.765	0.000	0.000	0.000	0.000	Cantidad de grava (%) = 100,00%
N° 8	2.380	0.000	0.000	0.000	0.000	Contenido de arena (%) = 0,00%
N° 16	1.185	0.000	0.000	0.000	0.000	Contenido de limo arcilla = 0,00%
N° 30	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000	Límite líquido = NP
N° 50	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	Límite plástico = NP
N° 200	0.076	0.000	0.000	0.000	0.000	Índice de plasticidad = NP
Cazoleta	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	% Ret. tamiz N° 200 = 0,00%
Total		10372.000	100.000			Módulo de fineza = 6,99

Gráfico de la granulometría



PESO UNITARIO Y LOS VACIOS DE LOS AGREGADOS
Norma NTP 400.017

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021

Tesista : Peña Celis Alex Cristian

Muestra : Agregado Fino

PESO UNITARIO / AGREGADO FINO							
Características		SUELTO			COMPACTADO		
N° de ensayo		M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2	M - 3
Peso del molde	gr.	15.74	15.74	15.74	15.74	15.74	15.74
Volumen del molde	cc.	2861.38	2861.38	2861.38	2861.38	2861.38	2861.38
Peso del molde + muestra	gr.	6079.02	6008.03	5997.00	6421.12	6468.02	6482.00
Peso de muestra neta	gr.	6063.28	5992.29	5981.26	6405.38	6452.28	6466.26
Pesos unitarios	gr/cc	2.20	2.14	2.13	2.24	2.29	2.41
Peso unitario promedio	gr/cc	2.16			2.31		

PESO UNITARIO Y LOS VACIOS DE LOS AGREGADOS
Norma NTP 400.017

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021

Tesista : Peña Celis Alex Cristian

Muestra : agregado Grueso Ø 1/2"

PESO UNITARIO / AGREGADO GRUESO Ø 1"							
Características		SUELTO			COMPACTADO		
N° de ensayo		M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2	M - 3
Peso del molde	gr.	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30
Volumen del molde	cc.	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04
Peso del molde + muestra	gr.	2679.00	2692.00	2691.00	2903.00	2890.00	2895.00
Peso de muestra neta	gr.	2653.70	2666.70	2665.70	2877.70	2864.70	2869.70
Pesos unitarios	gr/cc	1.89	1.95	1.93	2.11	1.99	2.07
Peso unitario promedio	gr/cc	1.92			2.06		

PESO UNITARIO Y LOS VACIOS DE LOS AGREGADOS
Norma NTP 400.017

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021

Tesista : Peña Celis Alex Cristian

Muestra : agregado Grueso Ø 1/2"

PESO UNITARIO / AGREGADO GRUESO Ø 1"							
Características		SUELTO			COMPACTADO		
Nº de ensayo		M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2	M - 3
Peso del molde	gr.	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30
Volumen del molde	cc.	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04
Peso del molde + muestra	gr.	2679.00	2692.00	2691.00	2903.00	2890.00	2895.00
Peso de muestra neta	gr.	2653.70	2666.70	2665.70	2877.70	2864.70	2869.70
Pesos unitarios	gr/cc	1.89	1.95	1.93	2.11	1.99	2.07
Peso unitario promedio	gr/cc	1.92			2.06		

PESO UNITARIO Y LOS VACIOS DE LOS AGREGADOS
Norma NTP 400.017

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021

Tesista : Peña Celis Alex Cristian

Muestra : agregado Grueso Ø 3/4"

PESO UNITARIO / AGREGADO GRUESO Ø 3/4"							
Características		SUELTO			COMPACTADO		
N° de ensayo		M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2	M - 3
Peso del molde	gr.	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30
Volumen del molde	cc.	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04
Peso del molde + muestra	gr.	2527.00	2545.00	2551.00	2730.00	2750.00	2739.00
Peso de muestra neta	gr.	2501.70	2519.70	2525.70	2704.70	2724.70	2713.70
Pesos unitarios	gr/cc	1.75	1.82	1.87	1.89	1.99	1.96
Peso unitario promedio	gr/cc	1.81			1.95		

PESO UNITARIO Y LOS VACIOS DE LOS AGREGADOS
Norma NTP 400.017

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021

Tesista : Peña Celis Alex Cristian

Muestra : Agregado Grueso Reciclado Ø 1/2"

PESO UNITARIO / AGREGADO GRUESO RECICLADO Ø 1/2"						
Características	SUELTO			COMPACTADO		
Nº de ensayo	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2	M - 3
Peso del molde gr.	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30
Volumen del molde cc.	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04
Peso del molde + muestra gr.	2679.00	2692.00	2691.00	2903.00	2890.00	2895.00
Peso de muestra neta gr.	2653.70	2666.70	2665.70	2877.70	2864.70	2869.70
Pesos unitarios gr/cc	1.89	1.92	1.95	2.13	2.00	2.04
Peso unitario promedio gr/cc	1.92			2.06		

PESO UNITARIO Y LOS VACIOS DE LOS AGREGADOS
Norma NTP 400.017

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021

Tesista : Peña Celis Alex Cristian

Muestra : Agregado Grueso Reciclado Ø 1"

PESO UNITARIO / AGREGADO GRUESO RECICLADO Ø 1"						
Características	SUELTO			COMPACTADO		
Nº de ensayo	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2	M - 3
Peso del molde gr.	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30
Volumen del molde cc.	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04
Peso del molde + muestra gr.	2179.00	2162.00	2169.00	2371.00	2396.00	2382.00
Peso de muestra neta gr.	2153.70	2136.70	2143.70	2345.70	2370.70	2356.70
Pesos unitarios gr/cc	1.61	1.49	1.56	1.65	1.77	1.69
Peso unitario promedio gr/cc	1.55			1.70		

PESO UNITARIO Y LOS VACIOS DE LOS AGREGADOS
Norma NTP 400.017

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021

Tesista : Peña Celis Alex Cristian

Muestra : Agregado Grueso Reciclado Ø 3/4"

PESO UNITARIO / AGREGADO GRUESO RECICLADO Ø 3/4"						
Características	SUELTO			COMPACTADO		
N° de ensayo	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2	M - 3
Peso del molde gr.	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30
Volumen del molde cc.	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04	1426.04
Peso del molde + muestra gr.	2192.00	2198.00	2201.00	2388.00	2405.00	2401.00
Peso de muestra neta gr.	2166.70	2172.70	2175.70	2362.70	2379.70	2375.70
Pesos unitarios gr/cc	1.51	1.57	1.62	1.65	1.75	1.72
Peso unitario promedio gr/cc	1.57			1.71		

CONTENIDO DE HUMEDAD
Norma NTP 400.017

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021

Tesista : Peña Celis Alex Cristian

Muestra : Agregado Fino

Agregado Fino			
N° de tara	M1	M2	M3
W. Tara	506.00	413.00	519.00
W. Tara + MH	2507.00	2409.00	2515.00
W. MH	2000.00	2000.00	2000.00
W. Tara + M. Seca	2503.00	2411.00	2511.00
W. de muestra seca	1993.00	1998.00	1998.00
W. de agua	5.00	1.00	3.00
Cont, de humedad	0.25	0.05	0.15
C.H. Primedio	0.14		

CONTENIDO DE HUMEDAD
Norma NTP 400.017

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021

Tesista : Peña Celis Alex Cristian

Muestra : Agregado Grueso reciclado Ø 1/2", 3/4" y 1"

Agregado Grueso reciclado Ø 1/2", 3/4" y 1"			
Nº de tara	M1	M2	M3
W. Tara	464.00	410.00	531.00
W. Tara + MH	2462.00	2411.00	2532.00
W. MH	2004.00	2000.00	2001.00
W. Tara + M. Seca	2478.00	2404.00	2411.00
W. de muestra seca	1999.00	1998.00	1992.00
W. de agua	5.00	5.00	9.00
Cont, de humedad	0.25	0.25	0.45
C.H. Primedio	0.32		

CONTENIDO DE HUMEDAD
Norma NTP 400.017

Proyecto : APROVECHAMIENTO DEL CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO NUEVO EN EL DISTRITO DE MOLINOS - HUÁNUCO – 2021

Tesista : Peña Celis Alex Cristian

Muestra : Agregado Fino

Agregado Grueso Ø 1/2", 3/4" y 1"			
Nº de tara	M1	M2	M3
W. Tara	411.00	513.00	531.00
W. Tara + MH	2415.00	2504.00	2532.00
W. MH	2004.00	2006.00	2003.00
W. Tara + M. Seca	2413.00	2516.00	2511.00
W. de muestra seca	2002.00	2006.00	2002.00
W. de agua	2.00	2.00	1.00
Cont, de humedad	0.10	0.10	0.05
C.H. Primedio	0.08		

Panel Fotográfico



Curado de probetas de concreto



Curado de probetas de concreto



Rotura de probetas



Probetas luego de la rotura



Rotura de probetas