



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:

**“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA
CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE
CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS
CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER DE INGENIERÍA CIVIL:

LUIS ALBERTO QUISPE NINA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

ASESOR TECNICO:

Mag. - Ing. Civil RAUL APAZA MENESES

ASESOR METODOLÓGICO:

Mag. - Ing. Civil GORKI FEDERICO ASCUE SALAS

CUSCO-PERU

2018

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mis padres Sr. Esteban Quispe Quispe y Sra. Justina Nina Condorí como una muestra de mi eterno agradecimiento.

A mis hermanos Julio cesar, Oscar Daniel, y Clorinda, por ser los mejores, por sus consejos y su apoyo que me brindaron en todo momento.

Al Sr. Francisco Estrada Reinoso, por las motivaciones para seguir mi estudio superior.

El Autor

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por permitirme llegar hasta aquí y poder culminar mis estudios.

Sinceros agradecimientos a los ingenieros.

Ing. Civil – Mag. RAUL APAZA MENESES

Ing. Civil – Mag. GORKI FEDERICO ASCUE SALAS

Ing. JUAN VLADIMIRO LOAYZA AGUIRRE

Ing. WALTER GIOVANNI MEZA VERA, por su orientación en mi tesis y vida profesional.

Ing. LUIS BERNARDO ANDRADE CARI, responsable de laboratorio de mecánica de suelos del Gobierno Regional Cusco, por su ayuda incondicional en los trabajos de laboratorio.

A los amigos que me apoyaron y acompañaron en los ensayos.

El Autor

RESUMEN

La utilización de residuos de construcción y demolición de pavimentos rígido aporta directamente dos beneficios: evita la necesidad de extraer materiales naturales y soluciona el problema de los vertidos de dichos residuos.

La presente tesis trata de analizar la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la cantera de Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado, utilizando las proporciones de agregado grueso para $f'c = 210$ kg/cm²; 0% AGR, 30% AGR más el 70% AGZ, 50% AGR más el 50% AGZ y al 100% AGR y para $f'c = 175$ kg/cm² y $f'c = 140$ kg/cm²; 0% AGR, 50% AGR más el 50% AGZ y al 100% AGR

Se realizó 4 diseños para $f'c = 210$ kg/cm² y 3 diseños para $f'c = 175$ kg/cm² y $f'c = 140$ kg/cm², con asentamiento (Slump) de 3" – 4" (relación de agua – cemento); obteniéndose respectivamente para $f'c = 210$ kg/cm², 8.20 bls, 8.40 bls, 8.6 bls y 9.2 bls, para $f'c = 175$ kg/cm², 7.30 bls, 7.60kg, 8.10 bls y $f'c = 140$ kg/cm², 6.70 bls, 6.90 bls, 7.50 bls de cemento por cada metro cúbico de concreto.

Las roturas se han dado en las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, los principales resultados de este ensayo del concreto reciclado en comparación con el patrón, los porcentajes que alcanzaron para los 28 días para un diseño de $f'c = 210$ kg/cm²; 0% AGR un 102%, 30% AGR más el 70% AGZ un 102%, 50% AGR más el 50% AGZ un 102% y al 100% AGR un 95% y para $f'c = 175$ kg/cm²; 0% AGR un 102%, 50% AGR más el 50% un 101% AGZ un 94% y para $f'c = 140$ kg/cm²; 0% AGR un 104%, 50% AGR más el 50% AGZ un 103% y al 100% AGR un 95%.

SUMMARY

The use of construction waste and demolition of rigid pavements directly provides two benefits: it avoids the need to extract natural materials and solves the problem of waste disposal of such waste.

The present thesis tries to analyze the compressive strength of concrete, substituting the thick aggregate of the Zurite quarry for the coarse aggregate of the recycled concrete, using the proportions of coarse aggregate for $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$; 0% AGR, 30% AGR plus 70% AGZ, 50% AGR plus 50% AGZ and 100% AGR and for $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ and $f'c = 140 \text{ kg / cm}^2$; 0% AGR, 50% AGR plus 50% AGZ and 100% AGR

Four designs were made for $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ and 3 designs for $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ and $f'c = 140 \text{ kg / cm}^2$, with settlement (Slump) of 3 " - 4" (water ratio - cement); obtaining respectively for $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, 8.20 bls, 8.40 bls, 8.6 bls and 9.2 bls, for $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$, 7.30 bls, 7.60kg, 8.10 bls and $f'c = 140 \text{ kg / cm}^2$; 6.70 bls, 6.90 bls, 7.50 bls of cement per cubic meter of concrete.

The breaks have occurred in the ages of 3, 7, 14, 21 and 28 days, the main results of this test of recycled concrete compared to the pattern, the percentages reached for the 28 days for a $f'c$ design = 210 kg / cm^2 ; 0% AGR 102%, AGR 30% plus AGZ 70% 102%, AGR 50% plus AGZ 50% 102% and AGR 100% 95% and $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$; 0% AGR 102%, 50% AGR plus 50% 101% AGZ 94% and for $f'c = 140 \text{ kg / cm}^2$; 0% AGR 104%, 50% AGR plus 50% AGZ 103% and 100% AGR 95%.

INDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN.....	III
SUMMARY..	IV
INTRODUCCIÓN	XI
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos.....	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3.1 Objetivos Generales	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.....	3
1.4.1 Justificación Teórica	3
1.4.2 Justificación Práctica	3
1.4.3 Justificación Metodológica	3
1.5 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	3
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	5
2.1.1. En el mundo.....	5
2.1.2. A Nivel Local.....	6
2.2. BASES TEÓRICAS.....	8
2.2.1 Concreto	8
2.2.2. Agregados	10
2.2.3. Probeta de Concreto	15
2.2.4. Ensayos Básicos.....	16
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	21
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.4.1. Hipótesis General.....	22

2.4.2. Hipótesis Específicas	22
2.5. VARIABLES DEL ESTUDIO	22
2.5.1. Identificación de variables	22
2.5.2. Operacionalización de la variable	23
CAPITULO III METODOLOGÍA	24
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	24
3.1.1. Tipo De Investigación	24
3.1.2. Nivel de Investigación	24
3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	25
3.4.1. Población	25
3.4.2. Muestra	25
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS ...	26
3.5.1. Técnicas.....	26
3.5.2. Instrumentos	26
3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS	26
3.7. MÉTODO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA.....	27
3.7.1. Diseño teórico de concreto.....	27
3.7.2. Comité ACI 211	27
3.7.3. Pasos para el diseño de mezcla.....	27
3.7.4. Diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm ²	31
3.7.5. Control de calidad al concreto fresco	38
3.7.6. Equipo y Materiales utilizados	38
3.7.7. Recolección y trituración del agregado reciclado.....	39
3.7.8. Mezclado de concreto	39
3.7.9. Prueba de revenimiento y/o asentamiento	39
3.7.10. Especímenes para resistencia a compresión, ASTM C-31	40
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1. RESULTADOS.....	44
4.1.1. Ensayo de cilindros de concreto a compresión	47

4.1.2. Tipo de fracturas en los cilindros de concreto	47
4.1.3. Fallas producidas en las briquetas	48
4.2. DISCUSIÓN..	53
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5.1. CONCLUSIONES	54
5.2. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	56
ANEXOS: DISEÑO DE MEZCLA	58
1. ANEXO: DISEÑO DE MEZCLA CON AGZ 100% Y AGR 0%.....	58
A. Análisis granulométrico de arena grueso	58
B. Análisis granulométrico de agregado grueso de Zurite	59
C. Gravedad específica, absorción y contenido de humedad de AGZ 100% y AGR 0 %.	60
D. Peso unitario y vacíos de los agregados.....	61
E. Resistencia de diseño 210 kg/cm ²	62
F. Resistencia de diseño 175 kg/cm ²	64
G. Resistencia de diseño 140 kg/cm ²	66
H. Compresión simple $f'c=210$ kg/cm ² , $f'c=175$ kg/cm ² y $f'c=140$ kg/cm ²	68
2. ANEXO: DISEÑO DE MEZCLA CON AGZ 70% Y AGR 30%.....	69
A. Análisis granulométrico de arena grueso	69
B. Análisis granulométrico de AGZ 70% y AGR 30%	70
C. Gravedad específica, absorción y contenido de humedad de AGZ 70% y AGR 30 %.	71
D. Peso unitario y vacío de los agregados.	72
E. Resistencia de diseño 210 kg/cm ²	73
F. Compresión simple 210 kg/cm ²	75
3. ANEXO: DISEÑO DE MEZCLA CON AGZ 50% Y AGR 50%.....	76
A. Análisis granulométrico de arena grueso	76
B. Análisis granulométrico de AGZ 50 % y AGR 50 %.	77
C. Gravedad específica, absorción y contenido de humedad de AGZ 50% y AGR 50 %.	78

D. Peso unitario y vacío de los agregados.	79
E. Resistencia de diseño 210 kg/cm ²	80
F. Resistencia de diseño 175 kg/cm ²	82
G. Resistencia de diseño 140 kg/cm ²	84
H. Compresión simple $f'c=210$ kg/cm ² , $f'c=175$ kg/cm ² y $f'c=140$ kg/cm ²	86
4. ANEXO: DISEÑO DE MEZCLA CON AGZ 0% Y AGR 100%.....	87
A. Análisis granulométrico de arena grueso.....	87
B. Análisis granulométrico de AGZ 0% y AGR 100%	88
C. Gravedad específica, absorción y contenido de humedad de AGZ 0% y AGR 100 %	89
D. Peso unitario de los agregados.	90
E. Resistencia de diseño 210 kg/cm ²	91
F. Resistencia de diseño 175 kg/cm ²	93
G. Resistencia de diseño 140 kg/cm ²	95
H. Compresión simple $f'c=210$ kg/cm ² , $f'c=175$ kg/cm ² y $f'c=140$ kg/cm ²	97
5. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	98
6. ANEXO: PANEL FOTOGRAFICO	103
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	106

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Clasificación de los agregados por su densidad.....	14
TABLA 2: Clasificación de los agregados por su forma	15
TABLA 3 Resistencia a la compresión promedio	28
TABLA 4: Calidad de obra.....	28
TABLA 5: Asentamiento	29
TABLA 6: Asentamientos para varios tipos de construcción.....	29
TABLA 7: Peso para el agregado grueso	30
TABLA 8: Resistencia promedio.....	31
TABLA 9: Contenido de aire.....	31
TABLA 10: Contenido de agua.....	32
TABLA 11: Relación a/c	32
TABLA 12: Peso para el agregado grueso	33
TABLA 13: Datos de la mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	37
TABLA 14: Datos de la mezcla del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$	37
TABLA 15: Datos de la mezcla del concreto $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$	38
TABLA 16: Agregado grueso de Zurite 100 % más Agregado grueso Reciclado 0%.....	44
TABLA 17: Agregado grueso de Zurite 70 % más Agregado grueso Reciclado 30%.....	45
TABLA 18: Agregado grueso de Zurite 50 % más Agregado grueso Reciclado 50%.....	45
TABLA 19: Agregado grueso de Zurite 0 % más Agregado grueso Reciclado 100%.....	46
TABLA 20: Comparación de resistencia a compresión de concreto patrón y concreto reciclado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	50
TABLA 21: Comparación de resistencia a compresión de concreto patrón y concreto reciclado $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$	51
TABLA 22: Comparación de resistencia a la compresión de concreto patrón y concreto reciclado $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$	52

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ensayo de asentamiento de concreto.	40
FIGURA 2: Vaciado de concreto a los cilindros.	41
FIGURA 3: Realización de cilindros para el ensayo a compresión.	41
FIGURA 4: Curado de cilindros con agua.	42
FIGURA 5: cabeceo de los cilindros de concreto.	43
FIGURA 6: tipo de fallas.	48
FIGURA 7: cuadro de tipo de fallas según a los ensayos.	48

INTRODUCCIÓN

Esta tesis estudia nuevas experiencias sobre el concreto con agregado proveniente de residuos de concreto, orientando a un cambio en las políticas de la industria de la construcción hacia un desarrollo sustentable.

El objetivo de esta tesis es Analizar la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la Cantera Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado de pavimento rígido en la Ciudad de Cusco, realizando la comparación de resistencia a la compresión de concreto, utilizando las proporciones de agregado grueso como; 0% de agregado grueso del concreto reciclado, 30% de agregado grueso de concreto reciclado más el 70% de agregado grueso de Zurite, 50% de agregado grueso de concreto reciclado más el 50% del agregado grueso de Zurite y al 100% de agregado grueso de concreto reciclado, para concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, luego el resultado de la resistencia a la compresión simple se comparan, teniendo de referencia al concreto convencional.

La tesis esta divide en cinco capítulos: el capítulo I, planteamiento del problema y objetivos de la investigación. Capítulo II marco teóricos del concreto y el reciclado de materiales de construcción respectivamente. Capítulo III metodología de la dosificación de concreto y la manera de mezclado del concreto patrón y reciclado. Capítulo IV se analizan los resultados de los ensayos al agregado, concreto fresco y endurecido reciclado y los compara con los resultados de las muestras patrones. Capítulo V se muestran las conclusiones de los ensayos y las recomendaciones prácticas para su uso en obra y futuras investigaciones.

Las pruebas mecánicas de los agregados de concreto en estado fresco y endurecido fueron realizadas en el laboratorio de Gobierno Regional Cusco.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El concreto es un material importante en la construcción y la utilización de los agregados naturales aumenta en el mercado de la construcción y el uso del concreto reciclado como agregado grueso en obras civiles no se tiene demostrado en la actualidad en la ciudad del Cusco, según al Ing. JEAN CARLOS SUMARI RAMOS, en el Perú no se acostumbra reutilizar los residuos de construcción, consecuentemente con esta realidad las primeras investigaciones sobre este tema deben de estar orientadas a cimentar una base sobre la cual se continúen desarrollando experiencias y se consolide la teoría del reciclado de materiales en las nuevas generaciones. De esta manera se tendrá la información suficiente para abarcar distintos usos y de otra parte aumentará la disposición de los constructores a reciclar (SUMARI, 2016).

En la ciudad de Cusco cada día se desenvuelven gran cantidad de masa de concreto fresco, debido a la necesidad y al crecimiento de la población y también los pavimentos rígidos se encuentran en la etapa de deterioros por el alto tránsito vehicular y al tiempo climatológico, de igual forma lo edificios y otras estructuras, el cual hace que se dé el proceso de demolición de las calles con pavimento regido y edificaciones para remodelar para mayor comunidad, pero al momento de eliminar va generar gran cantidad de desperdicios de concreto.

La reutilización del concreto en México según Jorge Arturo Cruz García y Ramón Velásquez Yáñez (2004) indica que el reciclaje del concreto demolido

posee importantes atractivos frente a la utilización de materias primas naturales, la gran ventaja es que soluciona paralelamente la eliminación de estos materiales (material de demolición) y que por medio del aprovechamiento de estos materiales se reduce la cantidad de recursos naturales primarios a extraer (GARCÍA & VELÁSQUEZ YÁÑEZ, 2004).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema General

¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la cantera Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado de pavimento rígido en la Ciudad de Cusco?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las características físico-mecánicas del agregado grueso; de cantera (Zurite) y de concreto reciclado (Cusco) para el diseño de mezclas?
- ¿Cuál es la influencia de relación agua/cemento en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivos Generales

Analizar la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la cantera Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado de pavimento rígido para obras civiles en la Ciudad del Cusco.

1.3.2 Objetivos Específicos

Determinar las características físico-mecánicas del agregado grueso; de cantera Zurite y de concreto reciclado (Cusco) para el diseño de mezclas.

Determinar la influencia de la relación agua/cemento en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

1.4.1 Justificación Teórica

Aporta un nuevo diseño de mezcla al utilizar el concreto reciclado como agregado grueso.

1.4.2 Justificación Práctica

Modifica la situación estudiada a nivel nacional e internacional para la realidad nuestra.

1.4.3 Justificación Metodológica

Propone un nuevo método de diseño de concreto simple, adición de concreto reciclado como agregado grueso

1.5 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Espacial: El presente estudio está ubicado en la Ciudad de Cusco.

Social: El presente trabajo de la tesis es referido en especial para las empresas constructoras, las entidades públicas y para la sociedad, para que ellos tengan una información clara y precisa en cuanto a los agregados grueso proveniente del reciclado de concreto.

Temporal: El presente trabajo inicia en marzo del 2017 y culmina en setiembre del 2018.

Conceptual: El presente estudio de la tesis se centra en realizar los ensayos necesarios de su reutilización como agregado grueso el concreto reciclado para un nuevo concreto para emplear en distintas obras civiles en la ciudad de Cusco.

Los ensayos a realizar serán:

1. Análisis Granulométrico (NTP 339.128).

2. Ensayo de gravedad específica y absorción de los agregados (MTC E 205 – 2000 y MTC E 206 - 2000).
3. Contenido de humedad de los agregados (NTP 339.127 – ASTM D2216).
4. Peso Unitario y Vacíos de los agregados (NTP 400.017 – MTC E 203-2000)
5. Abrasión los Ángeles (I.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños menores de 37.5 mm (1 ½") (MTC E 207-2000)
6. Consistencia de la mezcla - Slump (NTP 339.035).
7. Diseño de mezcla (ACI 211- ASTM C 143)
8. Resistencia a la compresión (f'c) 03, 07, 14, 21 Y 28 días (NTP 339.034 - ASTM C 39).

Cuantitativa: 108 muestras (briquetas).

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.-ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. En el mundo.

Se halla la tesis: CONCRETO RECICLADO, presentado por Jorge Arturo cruz García y Ramón Velázquez Yáñez en la Universidad de Instituto Politécnico Nacional (Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura – México). Para optar el título de INGENIERÍA CIVIL en el año México D.F. 2004.

CONCLUSIONES:

- Desde el punto de vista técnica, el escombros de concreto libre de contaminantes es un sustituto satisfactorio como agregado grueso en la elaboración de concreto nuevo. Las propiedades de rigidez, durabilidad y trabajabilidad del concreto de agregado son aceptables.
- El concreto de agregado reciclado tiene menos resistencia que el concreto de agregado natural de la misma composición; sin embargo, esta se puede manipular (por ejemplo, mediante el aumento del contenido de cemento) para producir concreto de agregado reciclado de la misma resistencia que el concreto de agregado natural.
- El reciclaje del concreto demolido posee importantes atractivos frente a la utilización de materias primas naturales, la gran ventaja es que soluciona paralelamente la eliminación de estos materiales (material de demolición)

y que por medio del aprovechamiento de estos materiales se reduce la cantidad de recursos naturales primarios a extraer.

2.1.2. A Nivel Local

Se halla la tesis: VALOR AGREGADO DEL CONCRETO RECICLADO Y SU APLICACIÓN PARA CONCRETOS DE BAJA RESISTENCIA EN LA CIUDAD DEL CUSCO, presentado por Franklin Moya Montesinos Y Glinio Tito Apaza, en la UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO SEDE CUSCO. Para optar el título de INGENIERÍA CIVIL en el año Cusco Enero del 2014.

RESUMEN:

- “... es así que el estudio de la tesis se enfoca en al análisis de los procedimientos de elaboración de briquetas (unidades de prueba) y los resultados obtenidos (rotura de briquetas) a consecuencia de la sustitución en diferentes cantidades de residuos de concreto reciclado por cantidades exactamente iguales al del agregado grueso sustituido en el diseño de mezcla, determinando la magnitud del valor agregado que dicho material reciclado pueda mostrar, disminuyendo u aumentando en poco o gran medida la resistencia a la compresión del concreto con un diseño de mezcla patrón a partir de agregados convencionales (piedra chancada y arena gruesa), cemento agua.
- Es por ello también que se toma en cuenta con mucha importancia la producción de dicha material de reciclaje, tanto en los volúmenes, la frecuencia con la que se produce y sus respectivas variedades según el funcionamiento para el cual fue diseñado, tales como son edificaciones; lo que comprenden elementos como son las cimentación, columna, placas, vigas y losas aligeradas: pavimentación que comprende exclusivamente pavimentos regidos debido al interior de la tesis; veredas que comprende principalmente las de concreto simple en vías y arterias de la ciudad que actualmente están en mejoramientos y modernizaciones; los elementos mencionados anteriormente comprenden los más significativos en términos de volumen, capaces de ser reciclados, trabajos y reutilizados en concretos nuevos..”

CONCLUSIONES:

- El uso de concreto reciclado ofrece resultados óptimos en resultados del 50% de sustitución, ya que, al verificar los resultados obtenidos, estos superaron todas las expectativas; es por ello podemos referirnos a este como un buen agregado para la elaboración de concretos diseñados a la compresión, notándose principalmente la verdadera de fraguado dentro de los 14 días, llegando a valores casi del 100% y en otros incluso a más.
- Para el caso estudiado la sustitución del agregado grueso por concreto reciclado suministra una mayor adherencia entre sus componentes, aportando a la resistencia a la compresión en el concreto considerablemente, asimilando un comportamiento por parte de este material el cual hace que llegue a los resultados óptimos de diseño, ya que en un principio se realizó el diseño de mezcla con un factor de seguridad de 84 kg/cm² dando como diseño real a obtener un f'_{cr} de 294 kg/cm². Es por ello que la utilización de concreto reciclado nos proporciona resultados positivos dentro de los estimados en los diseños de mezclado a la compresión.
- El desarrollo de la curva que recorre las pruebas hechas a la compresión concreto reciclado al 20% son similares al desarrollo a la compresión de las probetas tipo (concreto normal $f'_{c} = 210$ kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de fraguado, mostrando una variación ligera de sus resistencias en +/- 10 kg/cm².
- Se obtiene que las probetas elaboradas con sustitución de concreto reciclado al 60% permite verificar que la curva trazada por las pruebas empieza a descender en los resultados obtenidos de forma leve en -10 a -12 kg/cm² con respecto a lo mostrado con 50%, pero aun así los resultados son mayores al (f'_{c}) de diseño o patrón ($f'_{c}=210$ kg/cm²).
- Los estudios realizados con anterioridad, acerca de las fuentes de aprovisionamiento granular en La Provincia de Anta son muy limitados o

escasos para poder cotejar propiedades de los agregados y el análisis de los resultados obtenidos en el diseño de mezclas.

- Existen dos estudios realizados a nivel de la ciudad del cusco en cual me brindo un modelo o guía para realizar de mejor manera, así mismo se tomó como referencia una tesis de Ecuador.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 Concreto

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia (ABANTO, 2009, pág. 11)

CONCRETO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

El cemento y el agua reaccionan químicamente unido las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto (ABANTO, 2009, pág. 11).

Las etapas principales de producción de un buen concreto son:

- Dosificación
- Mezclado
- Transporte
- Colocación
- Consolidación
- Curado (ABANTO, 2009, pág. 12)

A. Tipos de concreto

Concreto simple. - Es una mezcla del cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino, deberá rellenar

los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar cubierto por la misma pasta (ABANTO, 2009, pág. 12)

Cemento + A. grueso + A. fino + agua = Concreto simple

Concreto Armado.- Se denomina así al concreto simple cuando este lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto (ABANTO, 2009, pág. 13).

Concreto simple + armadura = Concreto armado

Concreto Estructural. - Se denomina así al concreto simple, cuando éste es dosificado, mezclado, transportado y colocado de acuerdo a especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima pre-establecida y una durabilidad adecuada (ABANTO, 2009, pág. 13).

Concreto Ciclópeo. – Se denomina así al concreto simple que está comprendido con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10”, cubriendo hasta el 30” como máximo, del volumen total. Las piedras deberán ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeado de concreto simple (ABANTO, 2009, pág. 13).

Concreto simple + piedra desplazadora = concreto ciclópeo.

B. Ventajas y desventajas del concreto

a.- Ventajas del concreto

- Maleabilidad
- Continuidad de los elementos estructurales
- Alta resistencia al fuego y al clima
- La mayor parte de los materiales constituyentes están disponibles a bajos costos
- Resistencia a la compresión similar a la piedra natural

- Costo relativamente bajo
- Alta resistencia frente a la tensión, ductilidad y dureza del acero.

b.- Desventajas del concreto

El control de calidad no es tan bueno como para otros materiales de construcciones porque con frecuencia el concreto se prepara en el sitio en condiciones en donde no hay un responsable absoluto de su producción.

Otra es que el concreto es un material de relativa fragilidad; su resistencia a la tensión es pequeña comparada con su resistencia a la compresión. No obstante, esta desventaja puede contrarrestarse reforzando o pre forjando el concreto con acero.

c.- Cemento Portland

El cemento portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina y sílice en proporciones determinadas (ABANTO, 2009, pág. 15).

d.- Agua:

Las aguas para el consumo humano o agua potable y aquellas que no tengan sabores u olores pueden ser utilizados para preparar concreto.

2.2.2. Agregados

Llamado también áridos y se define como agregado al conjunto de partículas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. Los aglomerados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75 % del volumen de la unidad cubica del concreto” (NTP-400.011, 2008).

a. Tamaño máximo

El reglamento nacional de construcción prescribe que el tamaño del agregado no debe ser mayor de: (ASOCEM, 1984).

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 del parte de la losa.
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las varillas o alambres individuales de refuerzo, paquetes de varillas, cables o ductos de presfuerzo.

b. Tamaño máximo nominal.

Se da generalmente como referencia de la granulometría y corresponde a la malla más pequeña que precede el primer retenido.

A. CALCIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

1. Agregado Por Su Naturaleza

Agregado fino.

El agregado fino es la desintegración natural o artificial de las rocas que pasa el tamiz 3/8" y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037. (ABANTO, 2009, pág. 23)

Agregado grueso

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz ITINTEC 4.75mm (N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037. El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada. (ABANTO, 2009, pág. 26)

- Ser homogéneos y compactos.
- Carecer de grietas nódulos y restos orgánicos.
- Ser resistentes a las cargas que se han de soportar, al desgaste y a los procesos abrasivos.
- No deben ser absorbentes ni permeables.
- Ser resistentes al fuego.
- Tener adherencia a los morteros.

- Estar dentro de los parámetros referidos al control de calidad.

Piedra partida o chancada.

se denomina así, al agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente (ABANTO, 2009, pág. 26).

Agregado de concreto reciclado

Se entiende por concreto reciclado u concreto reciclado, a todos los áridos (agregados) finos o gruesos que son obtenidos mediante los procesos de demolición en plantas especializadas de reciclados que se encargan de separar los agregados de materiales inservibles para la reutilización para un nuevo concreto.

¿Por qué reciclar concreto?

- Menor densidad (menor costo de transporte y menor peso por m³ de concreto a igual volumen.
- Ofrece una alternativa para reducir espacios de disposición final.
- Sustitución de recursos vírgenes.
- Reducción de costos e impactos medio ambientales asociados a la explotación de recursos naturales.
- Costos elevados para la disposición de residuo.
- Aporta a la reducción de la huella de carbono y en la emisión de gases de efecto invernadero.

Limitaciones al mercado de concreto reciclado:

- Falta de conocimiento y ausencia de experiencias de campo.
- Propiedades físicas de los agregados resultantes para usos específicos
- Falta de Normas y reglamentos vigentes que contemplen su uso.
- Impactos medio ambientales asociados.
- Dificultad para obtener la cantidad suficiente de material a reciclar para alcanzar el equilibrio económico.
- Dificultad para obtener fuentes de provisión homogéneas.

AGREGADO NATURAL	AGREGADO RECICLADO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los agregados son derivados de una variedad de formaciones rocosas. ▪ La minería requiere de monitoreo ambiental y recuperación. Los costos de exploración, permisos, la eliminación de residuos, la preparación del sitio y la recuperación final del mismo deben ser considerado. ▪ La calidad depende principalmente de las propiedades físicas y mecánicas del depósito fuente. ▪ Existe normativa vigente para cada una de sus aplicaciones. ▪ La ubicación de las plantas está relacionada con la disponibilidad del recurso (cantera). ▪ Los productos pueden ser comercializados local o regionalmente 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los agregados son derivados de desechos de la construcción. ▪ El proceso de reciclaje requiere un limitado seguimiento y recuperación. Los costos de exploración, explotación y/o extracción no son considerados, pero los costos para la recuperación, la limpieza del sitio y la reducción de polvo y ruido deben ser tenidos en cuenta. ▪ La calidad varía significativamente debido a la gran variación en el Tipo y las impurezas de las fuentes de desechos. ▪ Falta de normas y reglamentos vigentes para su uso. ▪ El procesamiento frecuentemente se realiza en áreas urbanas mediante el uso de equipos móviles. ▪ Los productos son comercializados localmente en áreas urbanas.

Fuente: (JORDAN & VIERA, 2014)

2. POR SU DENSIDAD

...Según la (NTP-400.011, 2008), Por su densidad los agregados para uso en hormigones (concretos) se clasifican en livianos y pesados y como requisitos deben cumplir los agregados livianos y pesados se establecen en las normas ASTM que se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1: Clasificación de los agregados por su densidad

Agregados	Clasificación
AGREGADO LIVIANO	<p>Uso en hormigón (concreto) aislante térmico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo I: Agregados resultantes de productos expandidos, tales como perlitas o vermiculitas. • Grupo II: agregados resultantes de productos expandidos, calcinados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas, diatomitas, esquistos o pizarras y agregados preparados del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos.
	<p>Uso en hormigón (concreto) estructural</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo I: agregados resultantes de productos expandidos, paletizados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas diatomitas, esquistos o pizarras. • Tipo II: agregados resultantes del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos
	<p>Uso en unidades de albañilería.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo I: agregados resultantes de productos expandidos, paletizados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas diatomitas, esquistos o pizarras. • Tipo II: agregados resultantes del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos • Tipo III: agregados resultantes de la combustión final de productos de carbón o coque
AGREGADO PESADO (hormigones para protección radiactiva)	<p>1. Agregados minerales naturales de alta densidad o alto contenido de agua: Barita, magnetita, hematina, ilmanita y serpentina.</p>
	<p>2. Agregados sintéticos: acero, hierro, ferro fosforosos, fritas de boro y otros compuestos de boro.</p>
	<p>3. Agregados finos consistentes de arena natural o manufacturada incluyendo minerales de alta densidad. El agregado grueso puede consistir de mineral triturado, piedra chancada, productos sintéticos y combinaciones o mezclas de éstos.</p>

Fuente: (NTP-400.011, 2008)

3. POR LA FORMA

Por naturaleza el agregado tiene forma irregularmente geometría compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angularidades (TORRE, 2004).

TABLA 2: Clasificación de los agregados por su forma

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Redondeado	Completamente desgastada por agua o fricción	Grava de río o playa; arena del desierto, de la playa o del viento
Irregular	Naturalmente irregular, o parcialmente moldeado por fricción y con bordes pulidos	Otras gravas, pedernal de tierra o excavado
Laminar	Material cuyo espesor es pequeño en relación con las otras dos dimensiones	Roca laminada
Angular	Posee bordes bien definidos formados en la intersección de caras planas	Rocas trituradas de todos tipos, escoria triturado
Alargada	Material angular en el que la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones	-----

Fuente: (NTP-400.011, 2008)

2.2.3. Probeta de Concreto

Las probetas de concreto son muestras de mucha importancia que se utiliza en obra para realizar ensayos de la resistencia del concreto endurecido y según a él podemos saber si la resistencia si es óptimo. Se realizan en moldes metálicos cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura rígidos.

Es la manera práctica de evaluar la resistencia y uniformidad del concreto en las edificaciones.

Para obtener una buena resistencia representativa, la norma NTP 339.033 y ASTM C 31 determina los procedimientos a seguir en cada etapa de la

preparación de las probetas; y el reglamento nacional de construcciones señala el tamaño y número de la muestra de ensayo.

2.2.4. Ensayos Básicos

A. Ensayo de Resistencia a la Compresión

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos en una velocidad tal que este dentro del rango especificado antes que la falla ocurra (NTP-339.034, 2015).

Relación Agua/Cemento (A/C)

La relación agua cemento (a/c), es el cociente más importante entre las cantidades de agua y de cemento existentes en concreto fresco y que de ella depende la calidad del diseño. Es decir que se calcula dividiendo la masa del agua por la del cemento contenido en un volumen dado de hormigón.

Slump

El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla – pisón y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior.

Esta medición se complementa con la observación de la forma de derrumbamiento del cono de hormigón mediante golpes laterales con la varilla pisón.

B. Ensayos de los agregados en laboratorio para determinar las propiedades Mecánicas.

Para determinar las propiedades mecánicas de los agregados se realizan los ensayos que se nombraran a continuación:

1. Contenido de humedad.

Según a Norma Técnica Peruana (NTP-339.185, 2013), la cantidad de agua superficial retenidas por las partículas del agregado. Viene a ser la diferencia entre el estado actual de humedad y el estado seco.

El grado de humedad está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad esta también relacionado con el tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de los poros.

El agregado tiene 4 estados:

- **Seco:** Se consigue mediante un horno a 110° C.
- **Parcialmente seco:** En el aire libre.
- **Saturado superficialmente seco:** Es un estado ideal, se dan cuando sus poros están llenos de agua y están secos superficialmente.
- **Húmedo:** cuando los poros y la superficie están llenos de agua.

2. Pesos unitarios de agregado fino y grueso.

Mediante este ensayo obtendremos el peso unitario del agregado ya sea suelto o compactado, como también el cálculo de vacíos en ambos agregados y una mezcla de ambos.

En este ensayo se obtiene el peso unitario suelto y de la misma manera se obtiene el peso unitario compactado (NTP-400.017, 1999).

3. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices, según la norma de “método de prueba estándar por el análisis del tamiz de agregados finos y agregados gruesos”.

El método de determinación granulométrico es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramada (a modo de coladores) que actúan como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices.

Cabe resaltar que mediante este ensayo se obtienen datos mediante los cuales se determina el módulo de finura del agregado (NTP-400.012, 2001).

Tamaño máximo nominal

Según la Norma Técnica Peruana es aquel que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Cabe resaltar que mediante este ensayo se obtienen datos mediante los cuales se determina el módulo de finura del agregado.

4. Peso específico y absorción del agregado fino y grueso

Según a la Norma Técnica Peruana (NTP-400.022 y NTP-400.021, 2013), la gravedad específica puede ser expresada como la gravedad específica bulk, gravedad específica bulk (SSD) o gravedad específica aparente. La gravedad específica bulk (SSD) y la absorción, se basan en agregados sumergidos en agua después de 24 horas.

Absorción

Aumento en el peso de los agregados debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas expresado como un porcentaje del peso seco. Gravedad específica Relación entre la masa de una unidad de volumen de un material a la masa del mismo volumen de agua a una temperatura indicada. Los valores son adimensionales. (NTP-400.022 y NTP-400.021, 2013).

Gravedad específica

Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen total (incluyendo los vacíos permeables e impermeables de las partículas, pero sin incluir los vacíos entre partículas) a una temperatura establecida para el peso en el aire de un volumen igual del material libre de agua destilada a una temperatura establecida. (NTP-400.022 y NTP-400.021, 2013).

C. Consideraciones básicas para el diseño de una Mezcla de Concreto.

Economía

En el mercado el costo del concreto es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento. Sin embargo, excepto para algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido. Por lo tanto, los costos de los materiales son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar mezclas diferentes. Debido a que el cemento es más costoso que los agregados, es claro que minimizar el contenido del cemento en el concreto es el factor más importante para reducir el costo del concreto. En general, esto puede ser echo del siguiente modo:

- Utilizando el menor slump que permita una adecuada colocación.
- Utilizando el mayor tamaño máximo del agregado (respetando las limitaciones indicadas en el capítulo anterior).
- Utilizando una relación óptima del agregado grueso al agregado o fino
- Y cuando sea necesario utilizando un aditivo conveniente.

La relación de economía con la calidad es de mucha importancia que se espera en obra, el objetivo es lograr con poca economía obtener la mayor calidad en el concreto en los trabajos.

Trabajabilidad

Es de mucha importancia que el concreto tenga la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad.

El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte y el manoseo

Si la trabajabilidad debe ser mejorada, el rediseño de la mezcla debe consistir en incrementar la cantidad de mortero en lugar de incrementar simplemente el agua y los finos (cemento). Debido a esto es esencial una cooperación entre el diseñador y el constructor para asegurar una buena mezcla de concreto. En algunos casos una menos mezcla económica podría

ser la mejor solución. Y se deben prestar oídos sordos al frecuente pedido, en obra, de “más agua”.

Resistencia y Durabilidad

El ACI 211 define la durabilidad del concreto de cemento Portland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto.

La conclusión primordial que se desprende de esta definición es que la durabilidad no es un concepto absoluto que dependa sólo del diseño de mezcla, sino que está en función del ambiente y las condiciones de trabajo a las cuales lo sometamos.

En este sentido, no existe un concreto “durable” por sí mismo, ya que las características físicas, químicas y resistentes que pudieran ser adecuadas para ciertas circunstancias, no necesariamente lo habilitan para seguir siendo “durable” bajo condiciones diferentes.

D. Información requerida para el diseño de Mezclas.

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Perfil y textura de los agregados
- Tipo y marca del cemento
- Peso específico del cemento
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Agregado: Material inerte que unido con un aglomerante en una masa conglomerada, forma concreto o mortero. Estos se dividen, según su tamaño, en finos y gruesos, el límite es el tamiz de 4,75 milímetros de abertura.

Abrasión: Acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material.

ACI: American Concrete Institute o Instituto Americano del Concreto.

AGR: Agregado grueso del concreto reciclado.

AGZ: Agregado grueso de la cantera de Zurite.

Agregado grueso: Grava (hormigón) La grava o agregado grueso es uno de los principales componentes del hormigón o concreto, por este motivo su calidad es sumamente importante para garantizar buenos resultados en la preparación de estructuras de hormigón.

ASTM: Siglas que corresponde a la entidad americana, en inglés es American Society of Testing Materials, que significa, Asociación Americana de Ensayo de Materiales.

Compresión: Consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos en una velocidad tal que este dentro del rango especificado antes que la falla ocurra (NTP-339.034, 2015).

Densidad: Es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia.

Disgregación: Fenómeno consistente en la separación o desunión de los componentes de un material.

Hidratación: Es el proceso mediante el cual se agrega o adiciona líquido al concreto.

Materia prima: Es la materia extraída de la naturaleza.

MTC: Ministerio de transporte y comunicación.

NTP: Norma técnica peruana

Permeabilidad: Es la capacidad que tiene un material de permitir que un líquido lo atraviese sin alterar su estructura interna.

Resistencia: Es la capacidad de un sólido para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, deformarse o dañarse.

Tamiz: Malla de filamentos que se entrecruzan formando agujeros cuadrados del mismo tamaño.

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Hipótesis General

La resistencia a la compresión del concreto, son similares sustituyendo el agregado grueso de la Cantera Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado de pavimento rígido en la Ciudad de Cusco.

2.4.2. Hipótesis Específicas

Las características físico-mecánicas del agregado grueso; de cantera (Zurite) y de concreto reciclado (Cusco) para el diseño de mezclas, es apto para el diseño de mezcla.

La relación agua/cemento influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$.

2.5. VARIABLES DEL ESTUDIO

2.5.1.- Identificación de variables

Variable independiente: Agregado Reciclado.

Variable Dependiente: Resistencia a la compresión de concreto.

2.5.2.-Operacionalización de la variable

Objetivos generales	Variable	Dimensiones	Indicadores
<p>Analizar la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la Cantera Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado de pavimento rígido para obras civiles en la Ciudad del Cusco.</p>	<p>Variación independiente: Agregado Reciclado.</p>	<p>Propiedades físicas del agregado grueso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de granulometría. - Módulo de fineza - Peso unitario (suelto y compacto). - Ensayo de Abrasión - Contenido de Humedad.
	<p>Variable dependiente: Resistencia a la compresión de concreto.</p>	<p>Resistencia a la compresión.</p>	<p>Esfuerzo máximo que soporta el concreto simple mediante el ensayo de compresión axial en Kg/cm².</p>

CAPITULO III

METODOLOGÍA

El trabajo fue puesto en marcha pensando en atender la necesidad de la preservación del medio ambiente, partiendo de la escogencia de un residuo en particular para la elaboración de una mezcla de concreto convencional, la cual será evaluada para determinar si, la utilización de desechos reciclados, es viable y demuestra que no afecta las cualidades requeridas por el concreto con fines estructurales.

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo De Investigación

El presente trabajo de investigación, según su finalidad es una “Investigación Aplicada”, porque intenta resolver el problema planteado en la investigación y según su naturaleza es un “Investigación cuantitativa” porque se observa y recolecta datos numéricos.

3.1.2. Nivel de Investigación

El trabajo de investigación tiene un “Nivel Experimental”, porque responderá a las preguntas:

¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la Cantera Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado de pavimento rígido en la Ciudad de Cusco?

¿Cuáles son las características físico-mecánicas del agregado grueso; de cantera (Zurite) y de concreto reciclado (Cusco) para el diseño de mezclas?

¿Cuál es la influencia de relación agua/cemento en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$?

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

El ámbito del presente estudio de investigación, son los proyectos de construcciones donde se utilizan como insumo el concreto simple, localizados en la región Cusco.

3.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología será Hipotética - Deductiva; porque se ha planteado una hipótesis que se demostrara a través de medidas o deducciones que se realizaran en laboratorio

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La población de esta investigación estará constituida por testigos o probetas cilíndricas de concreto elaboradas en la ciudad del Cusco, porque se llevará el estudio aplicada al concreto reciclado con la finalidad de obtener una mezcla de calidad o con un mejor comportamiento a la resistencia a la compresión.

3.4.2. Muestra

La muestra representativa con la cual se desarrolló el trabajo de investigación con 108 briquetas o testigos, elaboradas con las proporciones de agregado grueso como: 0% de agregado grueso del concreto reciclado, 30% de agregado grueso del concreto reciclado más 70% de agregado grueso de la cantera de Zurite, 50% de agregado grueso del concreto reciclado más el 50% del agregado grueso de la cantera Zurite y al 100% de agregado grueso del concreto reciclado, para concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

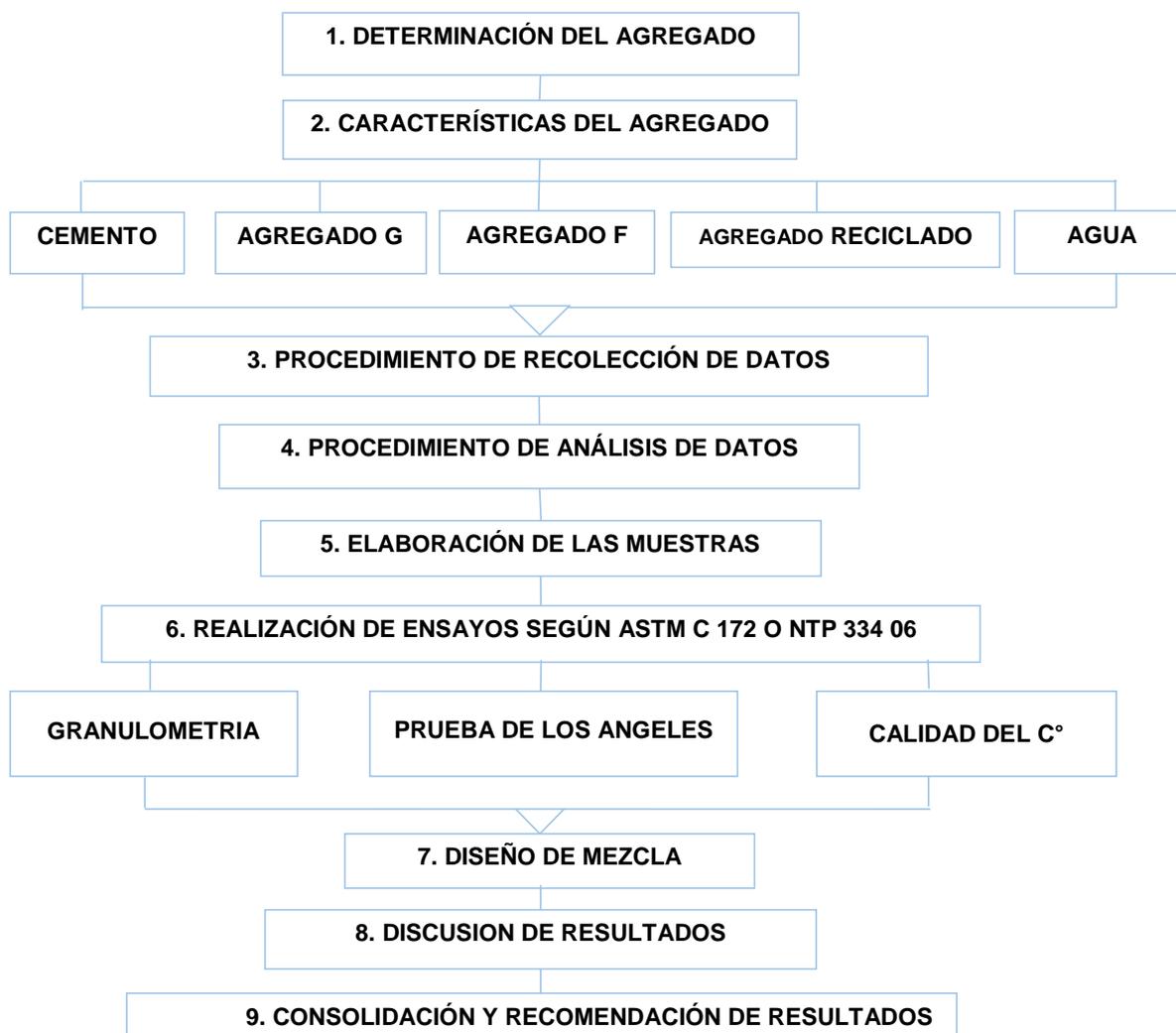
3.5.1. Técnicas

La técnica que se usó en la investigación es la Observación a través de la recolección de datos.

3.5.2. Instrumentos

- Los formatos y/o fichas de recolección de datos para cada uno de los ensayos de laboratorio que se usaran.
- Equipos e instrumentos de ingeniería utilizados para evaluar las unidades de estudio.

3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS



3.7. MÉTODO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

3.7.1. Diseño teórico de concreto

El diseño de mezcla es el proceso de determinación de las características requeridas del concreto y que se pueden especificar, por lo tanto, luego de haber realizado los ensayos propios de agregados, se procedió a comprobar su desempeño real fabricando mezclas de concreto.

3.7.2. Comité ACI 211

El comité 211 del ACI ha desarrollado un poco de procedimiento de diseño de mezcla bastante simple el cual, basándose en algunas tablas elaboradas mediante ensayos de los agregados, nos permiten obtener valores de los diferentes materiales que se integran la unidad cubica de concreto.

El concreto comúnmente se conoce en el medio como un material de construcción que se diseña bajo normas específicas dependiendo del proyecto que se vaya a utilizar y con las características económicas para un determinado fin. Así mismo, el concreto se hace a base de diseños, con trabajos de ingeniería y por esta condición están sujetos a cambios y modificaciones para optimizarlo.

3.7.3. Pasos para el diseño de mezcla.

1. Cuando tenemos la desviación estándar

Si se posee un registro de resultados de ensayos de obras anteriores deberá calcularse la desviación estándar según la siguiente formula.

$$F'_{cr} = f'c + 1.34 * s \dots\dots\dots(1)$$

$$F'_{cr} = f'c + 2.33 * s - 35 \dots\dots\dots(2)$$

$$s = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

- S: Desviación estándar
 N: Número de ensayos de serie
 X1, X2, X3: Resultados de la resistencia de muestras de ensayo individuales
 X: Promedio de todos los ensayos individuales de una serie

2. Cuando no tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores.

Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la Tabla de la (resistencia a la compresión promedio) para la determinación de la resistencia promedio requerida.

TABLA 3 Resistencia a la compresión promedio

F'c	F'c
Menor de 201	F'c + 70
210 – 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

Fuente: ACI 211

3. Teniendo en cuenta el control de calidad de obra

TABLA 4: Calidad de obra

Nivel de control	F'cr
Regulador o malo	1.3 f'c a 1.5 f'c
Bueno	1.2 f'c
excelente	1.1 f'c

Fuente: ACI 211

4. Elección del asentamiento slump

Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla:

TABLA 5: Asentamiento

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluido	>=5" (125mm)

Fuente: ACI 211

Si las especificaciones de obra no indican la consistencia, ni asentamiento requeridos para la mezcla a ser diseñada, utilizando la tabla (Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción) podemos seleccionar un valor adecuado para un determinado trabajo que se va a realizar. Se deberán usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente.

TABLA 6: Asentamientos para varios tipos de construcción

Tipo de construcción	Revestimiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3"	1"
Vigas y muros reforzados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Pavimentos y losas	3"	1"
Concreto ciclópeo y masivo	2"	1"

Fuente: ACI 211

5. Contenido de cemento

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua de mezclado dividido entre la relación agua- cemento. (ABANTO, 2009)

$$C = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relacion a/c}}$$

6. Peso del agregado grueso

La siguiente tabla, nos proporciona valores aproximados para estos volúmenes de agregado. Como puede observarse, para similar trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto depende

solamente de su tamaño máximo y del módulo de fineza del agregado fino. (ABANTO, 2009).

TABLA 7: Peso para el agregado grueso

Tamaño máximo del agregado grueso		Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino b/b			
		Módulo de fineza del agregado fino			
Mm	pulg	2.4	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211

7. Volumen absoluto

El volumen absoluto ocupado en el concreto por cualquier ingrediente es igual a su peso dividido por su peso específico. (ABANTO, 2009)

$$Volumen = \frac{\text{Peso seco}}{\text{peso específico}}$$

8. Peso del agregado fino

Viene a ser el producto del volumen del agregado fino por su peso específico del mismo.

$$Peso A.F. = Vol.* \text{Peso específico AF}$$

9. Presentación del diseño en estado seco

Son los valores obtenidos de los pasos anteriores.

- Cemento kg/m³
- Agregado fino kg/m³
- Agregado grueso kg/m³
- Agua lts/m³

3.7.4. Diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm²

Datos

- Cemento yura tipo IP
- $F'c = 210$ kg/cm²
- Peso específico del cemento = 2.85 gr/cm³
- Slump requerida = 3"
- Peso específico del agua=1000 kg/m³

1. Resistencia promedio requerida ($f'cr$)

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

TABLA 8: Resistencia promedio

$F'c$	$F'c$
Menor de 201	$F'c + 70$
210 – 350	$F'c + 84$
> 350	$F'c + 98$

Fuente: ACI 211

$$F'c=210 + 84 =294 \text{ kg/cm}^2$$

2. Contenido de aire.

TABLA 9: Contenido de aire

T.M.N (pulg)	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: ACI 211

3. Contenido de agua

TABLA 10: Contenido de agua

Agua 1m ³ para los tamaños máximos nominales del agregado grueso y consistencia indicado								
Asentamiento	3/8" 1	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1"-2"	267	199	190	179	166	154	130	113
3"-4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6"-7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concretos con sin aire incorporado								
1"-2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3"-4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6"-7"	261	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: ACI 211

4. Relación a/c (por resistencia f'cr)

$$F'c=210 + 84 =294 \text{ kg/cm}^2$$

TABLA 11: Relación a/c

F'c 28 días	Relación a/c de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: ACI 211

Interpolación de datos

$$\begin{array}{l}
 250 \dots\dots\dots 0.62 \\
 294 \dots\dots\dots X \\
 300 \dots\dots\dots 0.55
 \end{array}$$

$$\frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} = \frac{300 - 294}{0.55 - X}$$

$$\frac{50}{-0.07} = \frac{6}{0.55 - X}$$

$$27.50 - 50X = -0.42$$

$$-50X = -27.92$$

$$X = 0.552$$

5. Contenido de cemento

$$C = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relacion a/c}}$$

$$C = \frac{193}{0.55}$$

$$C = 349 \text{ kg}$$

$$\text{Factor } C = \frac{349 \text{ kg}}{42.5 \text{ kg}}$$

$$\text{Factor } C = 8.2 \text{ bls}$$

6. Peso del agregado grueso

TABLA 12: Peso para el agregado grueso

Tamaño máximo del agregado grueso		Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finiza del agregado fino b/b			
		Módulo de finiza del agregado fino			
Mm	pulg	2.4	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211

Interpolando datos

$$8.80 \dots \dots \dots 0.67$$

$$2.91 \dots \dots \dots X$$

$$3.00 \dots \dots \dots 0.65$$

$$\frac{3 - 2.80}{0.65 - 0.67} = \frac{3 - 2.91}{0.65 - X}$$

$$\frac{0.2}{-0.02} = \frac{0.09}{0.65 - X}$$

$$0.13 - 0.2X = -0.0018$$

$$-0.2X = -0.1354$$

$$X = 0.659$$

$$\text{Peso AG} = \frac{b}{b^{\circ}} * \text{Peso USC}$$

$$\text{Peso AG} = 0.66 * 1528 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso AG} = 1008 \text{ kg}$$

7. Volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{8.2 * 42.5 \text{ kg}}{2.85 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} * 100}$$

$$\text{Cemento} = 0.123 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{193 \text{ lts}}{1000 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Agua} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{1.5}{100}$$

$$\text{Agua} = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de AG} = \frac{1008 \text{ kg}}{2662 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Volumen de AG} = 0.379 \text{ m}^3$$

$$\text{Sumatoria} = 0.123 \text{ m}^3 + 0.193 \text{ m}^3 + 0.015 \text{ m}^3 + 0.379 \text{ m}^3$$

$$\text{Sumatoria} = 0.71 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del agregado fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.71 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del agregado fino} = 0.29 \text{ m}^3$$

8. Peso del agregado fino

$$\text{Peso del AF} = \gamma_{AF} * V_{AF} * 1000$$

$$\text{Peso del AF} = 2.66 * 0.29 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del AF} = 771 \text{ kg}$$

9. Presentación del diseño en estado seco

$$\text{Cemento} = 349 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 771 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1008 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 193 \text{ lts}$$

10. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Peso Seco} * \left(\frac{\%W - \text{Ads \%}}{100} \right)$$

$$\text{Agregado fino} = 771 \text{ kg} * \left(\frac{3.19 - 1.56}{100} \right)$$

$$\text{Agregado fino} = 12.6 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1008 \text{ kg} * \left(\frac{2.5 - 1.53}{100} \right)$$

$$\text{Agregado grueso} = 9.8 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen de agua a coreear} = 12.6 \text{ kg} + 9.8 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen de agua a coreear} = 22.4 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen de agua efectiva} = 193 \text{ kg} - 22.4 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen de agua efectiva} = 170.6 \text{ kg}$$

11. Valores de diseño por m³ (Agregado húmedos)

$$\text{Agregado húmedo} = \text{Peso seco} * \left(\frac{\%W}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado fino húmedo} = 771 * \left(\frac{3.19}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado fino} = 796 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} = 1008 * \left(\frac{2.50}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.034 \text{ Kg}$$

Resumen:

Cemento	=	349	kg
Agua	=	171	kg
Agregado fino húmedo	=	796	kg
Agregado grueso húmedo	=	1,034	kg

12. Proporción en volumen

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Cemento}}$$

$$\text{Agregado} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Cemento}}$$

ELEMENTO DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORRIG.	DISEÑO OBRA
Cemento	1	1.0
Agua	2.2	2.3
Agregado fino húmedo	2.9	3.0
Agregado grueso húmedo	23.5	20.8

Fuente: Propio

13. Pesos por tando de una bolsa

$$\text{Cemento} = 1 * 42.5 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado} = \text{Agregado en obra} * 42.5 \text{ kg}$$

Cemento	=	42.5	Kg/bls
Agua	=	96.8	Kg/bls
Agregado fino húmedo	=	125.7	Kg/bls
Agregado grueso húmedo	=	20.8	Lit/bls

Fuente: Propio

14. Por 1 m³ el diseño de mezcla del concreto F_c = 210 Kg/cm²

TABLA 13: Datos de la mezcla del concreto F_c = 210 Kg/cm²

Materiales	0% Reciclado	30% Reciclado	50% Reciclado	100% Reciclado	Unidad
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	
Cemento	8.2	8.4	8.6	9.2	bls
Agregado Fino	0.53	0.55	0.51	0.53	m ³
Agregado Grueso	0.69	0.64	0.67	0.57	m ³
Agua	170.6	174.9	180.3	209.1	lit

Fuente: Propio

15. Por 1 m³ el diseño mezcla del concreto F_c = 175 Kg/cm² para

TABLA 14: Datos de la mezcla del concreto F_c = 175 Kg/cm²

Materiales	0% Reciclado	50% Reciclado	100% Reciclado	Unidad
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	
Cemento	7.3	7.6	8.1	bls
Agregado Fino	0.56	0.53	0.56	m ³
Agregado Grueso	0.69	0.67	0.57	m ³
Agua	170	179.7	202.7	lit

Fuente: Propio

16. Por 1 m³ el diseño mezcla del concreto F_c' = 140 Kg/cm² para 1 m³

TABLA 15: Datos de la mezcla del concreto F_c' = 140 Kg/cm²

Materiales	0% Reciclado	50% Reciclado	100% Reciclado	Unidad
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	
Cemento	6.7	6.9	7.5	bls
Agregado Fino	0.57	0.55	0.58	m ³
Agregado Grueso	0.69	0.67	0.57	m ³
Agua	169.6	179.2	202.2	lit

Fuente: Propio

3.7.5. Control de calidad al concreto fresco

Es importante el entendimiento de los principios básicos del diseño de mezclas, tales como los cálculos usados para establecer las proporciones de la mezcla con lo que se busca garantizar el cumplimiento de las especificaciones en estado endurecido. Todo concreto deberá ser mezclado completamente hasta homogenizarlo, con todos sus materiales igualmente distribuidos. Las pruebas de concreto fresco permiten verificar la calidad del mismo.

3.7.6. Equipo y Materiales utilizados

El equipo y materiales para la realización de las pruebas de los cilindros fueron los siguientes:

- Pala
- Cilindros
- Charolas metálicas (charolas limpias y lisas)
- Espátula
- Cucharón
- Balanza
- Probeta
- Cubetas

3.7.7. Recolección y trituración del agregado reciclado.

Se recolecto dentro de la ciudad de cusco el concreto demolido, así como pavimento regido, edificios y otras estructuras de concreto, etc. de los cuales se ha podido juntar el concreto reciclado.

La trituración del concreto reciclado se llevó en la cantera de la Municipalidad Provincial de Cusco que está ubicado en el distrito de Oropesa.

3.7.8. Mezclado de concreto.

Se utilizó un recipiente de metal para el mezclado del concreto, en el cual los agregados se pusieron de acuerdo a su peso unitario de igual forma el cemento y agua.

Cuando el agregado grueso, agregado fino más el cemento están dentro del recipiente, se procede el mezclado manual utilizando el batidor para obtener una mezcla eficaz, luego se agrega el agua para el mezclado final de acuerdo a su dosificación para obtener el concreto requerido del diseño.

3.7.9. Prueba de revenimiento y/o asentamiento

El asentamiento es una medida de la consistencia del concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla, es decir que indica que tan seca o fluida está cuando se encuentra en estado plástico y no constituye por sí mismo una medida directa de la trabajabilidad.

Este ensayo es aplicable al concreto plástico preparado con agregado grueso de hasta 1 pulgada (25.4 milímetros) de tamaño máximo nominal. Si el agregado grueso es mayor de 1 ½ pulgada (37,5 milímetros) el método de prueba se aplica a la fracción de concreto que pasa la malla de 1 ½ pulgada (37,5 milímetros) de acuerdo con la Norma (ASTM-C172-08, 2008).

FIGURA 1: ensayo de asentamiento de concreto.



Fuente: Propio

3.7.10. Especímenes para resistencia a compresión, ASTM C-31

Los especímenes o probetas moldeados para los ensayos de resistencia se prepararon de acuerdo con la especificación, esta indica que la preparación de los especímenes debe empezar, como máximo, 15 minutos después de la obtención de la muestra de concreto. La probeta estándar para la resistencia a compresión del concreto es un cilindro de 150 milímetros (6 pulgadas) de diámetro y altura de 300 milímetros (12 pulgadas).

a. Preparación de los cilindros.

Los moldes para preparar los cilindros de concreto, se les unta grasa para evitar que el concreto se adhiera al molde.

Una vez alistado los cilindros se le agrega la mezcla de concreto al cilindro en 3 capas, cada una de estas capas se apasiona con 25 golpes, se enraza y se le dan ligeros golpes laterales con la varilla para que se asiente bien el concreto y evitar que queden cangrejera al desmontar.

FIGURA 2: Vaciado de concreto a los cilindros.



Fuente: Propio

FIGURA 3: Realización de cilindros para el ensayo a compresión.



Fuente: Propio

Un día después de haber realizado el colado de los cilindros se procede a desmontarlos.

b. Curado de concreto

Después de desmontar los cilindros se llevan al pozo de agua hasta el tiempo requerido (3, 7, 14, 21 y 28 días).

FIGURA 4: Curado de cilindros con agua.



Fuente: Propio

Ya que se curaron los cilindros de concreto, se dejan al medio ambiente para ser ensayados.

c. Cabeceo de los cilindros de concreto.

Los cilindros de concreto se toman las medidas de su altura y diámetro inferior y superior, además de su peso.

Los materiales que se utilizan para hacer el cabeceo son los que se mencionan a continuación.

- Azufre
- Estufa eléctrica
- Cabeceador (plato y base)
- Cucharón
- Varilla
- Grasa
- Estopa

El procedimiento para cabecear los cilindros es el siguiente:

Del seco se toma una cantidad adecuada de azufre con el cucharón y se agrega en un recipiente (bote) para que este sea calentado en la estufa hasta el punto de fundirse, haciéndose líquido.

Mientras se calienta el azufre se engrasa el plato. Una vez hecho lo anterior se coloca el cilindro sobre la base del cabeceador y se vierte al azufre líquido al plato.

FIGURA 5: cabeceo de los cilindros de concreto.



Fuente: Propio

Se toma el cilindro y se desliza lentamente hacia abajo apoyándose en la base del cabeceador hasta llegar al plato con azufre, se tiene cuidado que este no se derrame y se sujeta durante el tiempo que el azufre solidifique, lo anterior se realiza con los dos extremos del cilindro. Una vez solidificado el azufre se golpea el plato con la base para desprender el cilindro.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Los resultados de esta investigación se plasman en el cuadro de resumen de resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ a sus diferentes edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, y sustituyendo el agregado grueso de la cantera de zurite por agregado grueso de concreto reciclado en porcentajes de 0%, 30%, 50% y 100% para obras civiles en la ciudad de cusco.

TABLA 16: Agregado grueso de Zurite 100 % más Agregado grueso Reciclado 0%

Nº	Elemento	Edad (días)	Diseño $f'c$ (kg/cm ²)	Lectura Dial (Kg)	Diámetro (cm)	Resistencia		Promedio
						$f'c$ Ensayo (Kg/cm ²)	$f'c$ Ensayo/ $f'c$ (%)	
1	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3	210	18,811	15.02	106.2	51%	47 %
2	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3	210	15,912	15.00	90.0	43%	
3	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7	210	27,504	14.95	156.7	75%	75 %
4	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	7	210	27,654	15.00	156.5	75%	
5	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14	210	31,624	15.00	179.0	85%	85 %
6	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14	210	31,684	15.01	179.1	85%	
7	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	21	210	34,621	15.00	195.9	93%	94 %
8	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	21	210	34,498	14.95	196.5	94%	
9	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28	210	37,711	15.00	213.4	102%	102 %
10	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28	210	37,690	15.00	213.3	102%	
1	$F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	3	175	13,054	15.02	73.7	42%	43 %
2	$F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	3	175	13,451	15.00	76.1	43%	
3	$F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	7	175	22,961	14.95	130.8	75%	76 %
4	$F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	7	175	23,420	15.00	132.5	76%	
5	$F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	14	175	26,751	15.00	151.4	87%	87 %
6	$F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	14	175	27,025	15.01	152.7	87%	
7	$F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	21	175	29,010	15.00	164.2	94%	94 %
8	$F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	21	175	28,934	14.95	164.8	94%	

9	F'c = 175 kg/cm2	28	175	31,521	15.00	178.4	102%	102 %
10	F'c = 175 kg/cm2	28	175	31,405	15.00	177.7	102%	
1	F'c = 140 kg/cm2	3	140	10,489	15.00	59.4	42%	42 %
2	F'c = 140 kg/cm2	3	140	10,681	14.95	60.8	43%	
3	F'c = 140 kg/cm2	7	140	18,710	14.95	106.6	76%	95 %
4	F'c = 140 kg/cm2	7	140	18,625	15.00	105.4	75%	
5	F'c = 140 kg/cm2	14	140	21,351	15.00	120.8	86%	87 %
6	F'c = 140 kg/cm2	14	140	21,782	15.00	123.3	88%	
7	F'c = 140 kg/cm2	21	140	23,410	14.95	133.4	95%	95 %
8	F'c = 140 kg/cm2	21	140	23,462	14.95	133.7	95%	
9	F'c = 140 kg/cm2	28	140	25,812	15.00	146.1	104%	104 %
10	F'c = 140 kg/cm2	28	140	25,554	15.00	144.6	103%	

Fuente: Propio

TABLA 17: Agregado grueso de Zurite 70 % más Agregado grueso Reciclado 30%

Nº	Elemento	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Lectura Dial (Kg)	Diámetro (cm)	Resistencia		Promedio
						f'c Ensayo (Kg/cm ²)	f'c Ensayo/f'c (%)	
1	F'c = 210 kg/cm2	3	210	17,421	15.00	98.6	47%	47 %
2	F'c = 210 kg/cm2	3	210	17,418	15.00	98.6	47%	
3	F'c = 210 kg/cm2	3	210	17,401	15.00	98.5	47%	
4	F'c = 210 kg/cm2	7	211	27,425	14.95	156.2	74%	74 %
5	F'c = 210 kg/cm2	7	210	27,487	15.00	155.5	74%	
6	F'c = 210 kg/cm2	7	210	27,466	15.00	155.4	74%	
7	F'c = 210 kg/cm2	14	210	31,699	15.00	179.4	85%	85 %
8	F'c = 210 kg/cm2	14	210	31,661	15.01	178.9	85%	
9	F'c = 210 kg/cm2	21	210	34,602	15.00	195.8	93%	94 %
10	F'c = 210 kg/cm2	21	210	34,681	14.95	197.6	94%	
11	F'c = 210 kg/cm2	28	210	37,695	15.00	213.2	102%	102 %
12	F'c = 210 kg/cm2	28	210	37,723	14.95	214.7	102%	

Fuente: Propio

TABLA 18: Agregado grueso de Zurite 50 % más Agregado grueso Reciclado 50%

Nº	Elemento	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Lectura Dial (Kg)	Diámetro (cm)	Resistencia		Promedio
						f'c Ensayo (Kg/cm ²)	f'c Ensayo/f'c (%)	
1	F'c = 210 kg/cm2	3	210	16,345	14.90	93.7	45%	45 %
2	F'c = 210 kg/cm2	3	210	16,503	15.00	93.4	44%	
3	F'c = 210 kg/cm2	3	210	14,031	15.00	79.4	38%	38 %
4	F'c = 210 kg/cm2	3	210	13,984	15.00	79.1	38%	
5	F'c = 210 kg/cm2	7	210	27,016	15.00	152.9	73%	73 %
6	F'c = 210 kg/cm2	7	210	26,951	14.95	153.5	73%	
7	F'c = 210 kg/cm2	14	210	31,034	15.00	175.6	84%	84 %
8	F'c = 210 kg/cm2	14	210	31,337	15.00	177.3	84%	

9	F'c = 210 kg/cm2	21	210	34,573	14.95	197.0	94%	96 %
10	F'c = 210 kg/cm2	21	210	36,120	15.00	204.4	97%	
11	F'c = 210 kg/cm2	28	210	37,856	15.00	214.2	102%	102 %
12	F'c = 210 kg/cm2	28	210	37,301	15.00	211.1	101%	
1	F'c = 175 kg/cm2	3	175	12,341	15.00	69.8	40%	40 %
2	F'c = 175 kg/cm2	3	175	12,432	15.00	70.4	40%	
3	F'c = 175 kg/cm2	7	175	22,912	15.05	128.8	74%	74 %
4	F'c = 175 kg/cm2	7	175	22,841	15.00	129.3	74%	
5	F'c = 175 kg/cm2	14	175	26,031	14.95	148.3	85%	85 %
6	F'c = 175 kg/cm2	14	175	26,405	15.00	149.4	85%	
7	F'c = 175 kg/cm2	21	175	28,941	15.05	162.7	93%	93 %
8	F'c = 175 kg/cm2	21	175	28,294	14.95	161.2	92%	
9	F'c = 175 kg/cm2	28	175	31,536	15.05	177.3	101%	101 %
10	F'c = 175 kg/cm2	28	175	31,054	14.95	176.9	101%	
1	F'c = 140 kg/cm2	3	140	10,431	15.00	59.0	42%	43 %
2	F'c = 140 kg/cm2	3	140	10,741	15.00	60.8	43%	
3	F'c = 140 kg/cm2	7	140	18,641	15.00	105.5	75%	75 %
4	F'c = 140 kg/cm2	7	140	18,214	14.95	103.8	74%	
5	F'c = 140 kg/cm2	14	140	21,543	15.00	121.9	87%	87 %
6	F'c = 140 kg/cm2	14	140	21,215	15.00	120.1	86%	
7	F'c = 140 kg/cm2	21	140	23,597	15.05	132.6	95%	94 %
8	F'c = 140 kg/cm2	21	140	23,013	15.00	130.2	93%	
9	F'c = 140 kg/cm2	28	140	25,648	15.00	145.1	104%	103 %
10	F'c = 140 kg/cm2	28	140	25,124	14.95	143.1	102%	

Fuente: Propio

TABLA 19: Agregado grueso de Zurite 0 % más Agregado grueso Reciclado 100%

Nº	Elemento	Edad (días)	Diseño f'c (kg/cm ²)	Lectura Dial (Kg)	Diámetro (cm)	Resistencia		Promedio
						f'c Ensayo (Kg/cm ²)	f'c Ensayo/f'c (%)	
1	F'c = 210 kg/cm2	3	210	15,321	14.90	87.9	42%	41 %
2	F'c = 210 kg/cm2	3	210	14,936	15.00	84.5	40%	
3	F'c = 210 kg/cm2	7	210	26,314	15.00	148.9	71%	71 %
4	F'c = 210 kg/cm2	7	210	25,956	14.95	147.9	70%	
5	F'c = 210 kg/cm2	14	210	29,678	15.00	167.9	80%	81 %
6	F'c = 210 kg/cm2	14	210	30,193	15.00	170.9	81%	
7	F'c = 210 kg/cm2	21	210	32,497	14.95	185.1	88%	90 %
8	F'c = 210 kg/cm2	21	210	33,631	15.00	190.3	91%	
9	F'c = 210 kg/cm2	28	210	35,017	15.00	198.2	94%	95 %
10	F'c = 210 kg/cm2	28	210	35,197	15.00	199.2	95%	
1	F'c = 175 kg/cm2	3	175	13,245	14.95	75.5	43%	44 %
2	F'c = 175 kg/cm2	3	175	13,676	15.00	77.4	44%	
3	F'c = 175 kg/cm2	7	175	19,346	15.00	109.5	63%	59 %
4	F'c = 175 kg/cm2	7	175	16,853	14.90	96.7	55%	
5	F'c = 175 kg/cm2	7	175	21,983	14.95	125.2	72%	71 %
6	F'c = 175 kg/cm2	7	175	22,063	15.10	123.2	70%	
7	F'c = 175 kg/cm2	14	175	26,014	14.90	149.2	85%	85 %
8	F'c = 175 kg/cm2	14	175	25,931	15.00	146.7	84%	

9	F'c = 175 kg/cm ²	21	175	24,633	14.90	141.3	81%	81 %
10	F'c = 175 kg/cm ²	21	175	25,011	15.00	141.5	80%	
11	F'c = 175 kg/cm ²	21	175	27,905	15.00	157.9	89%	90 %
12	F'c = 175 kg/cm ²	21	175	28,014	14.90	160.7	90%	
13	F'c = 175 kg/cm ²	28	175	29,816	14.95	169.9	95%	94 %
14	F'c = 175 kg/cm ²	28	175	29,398	15.00	166.4	92%	
1	F'c = 140 kg/cm ²	3	140	10,431	15.00	59.0	42%	43 %
2	F'c = 140 kg/cm ²	3	140	10,537	14.90	60.4	43%	
3	F'c = 140 kg/cm ²	7	140	18,036	14.95	102.7	73%	74 %
4	F'c = 140 kg/cm ²	7	140	17,949	14.90	102.9	74%	
5	F'c = 140 kg/cm ²	14	140	20,534	15.00	116.2	83%	83 %
6	F'c = 140 kg/cm ²	14	140	20,598	15.00	116.6	83%	
7	F'c = 140 kg/cm ²	21	140	22,896	15.00	129.6	93%	91 %
8	F'c = 140 kg/cm ²	21	140	21,901	14.95	124.8	89%	
9	F'c = 140 kg/cm ²	28	140	23,379	14.95	133.2	95%	95 %
10	F'c = 140 kg/cm ²	28	140	23,402	15.00	132.4	95%	

Fuente: Propio

4.1.1. ENSAYO DE CILINDROS DE CONCRETO A COMPRESIÓN

Se fabricaron los cilindros de concreto de acuerdo a la norma ACI-211, para una resistencia diseñada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, utilizando el Cementos Yura.

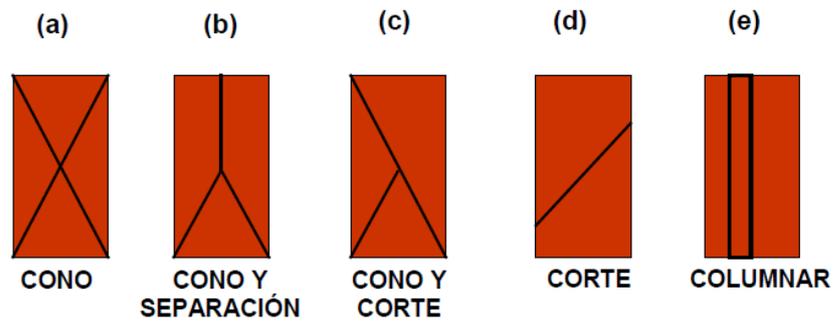
Los cilindros fueron ensayados a los 3, 7, 14, 21 y 28 días, todos los ensayos se dieron en parejas como está especificado, de esta forma se obtiene un promedio para comparar los resultados en caso de un error al realizar el ensayo. Los resultados se muestran en la tabla 16, 17, 18 y 19.

Las comparaciones de la resistencia del concreto a sus diferentes edades se muestran en la tabla 20, 21 y 22.

4.1.2. TIPO DE FRACTURAS EN LOS CILINDROS DE CONCRETO

Para determinar el tipo de falla producida al momento de la rotura del concreto se comparará con el gráfico N° 06 cada uno de los ejemplares sometidos a compresión.

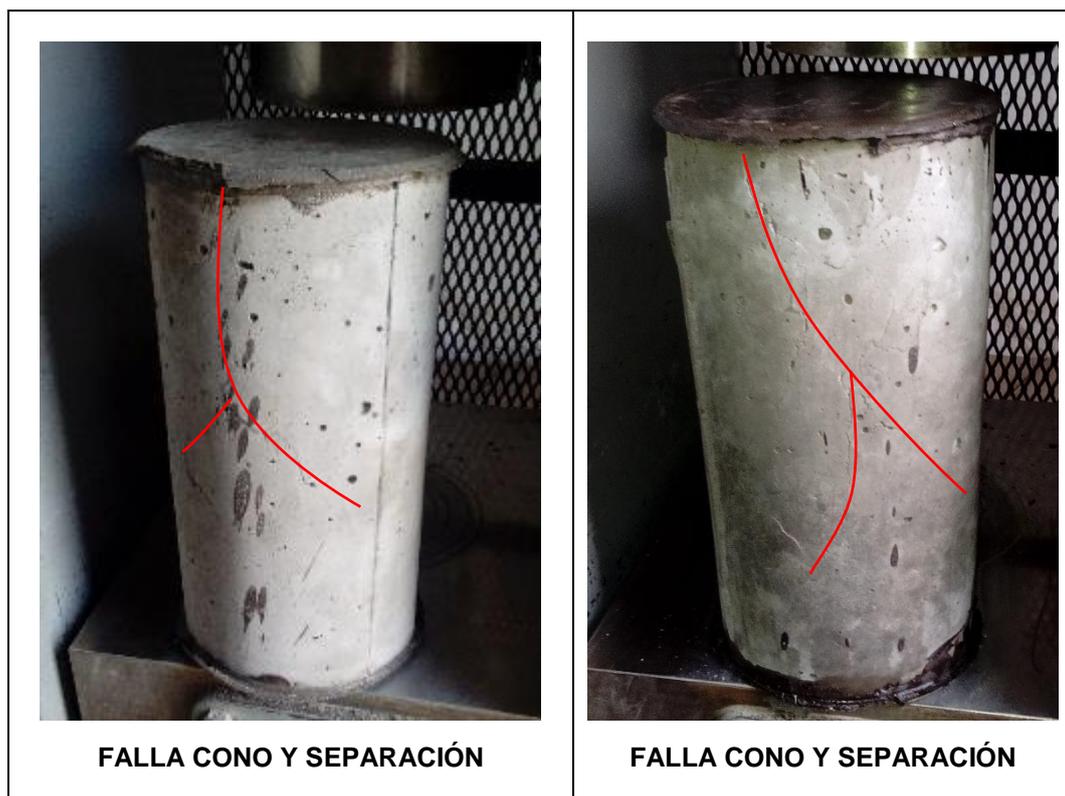
FIGURA 6: tipo de fallas.



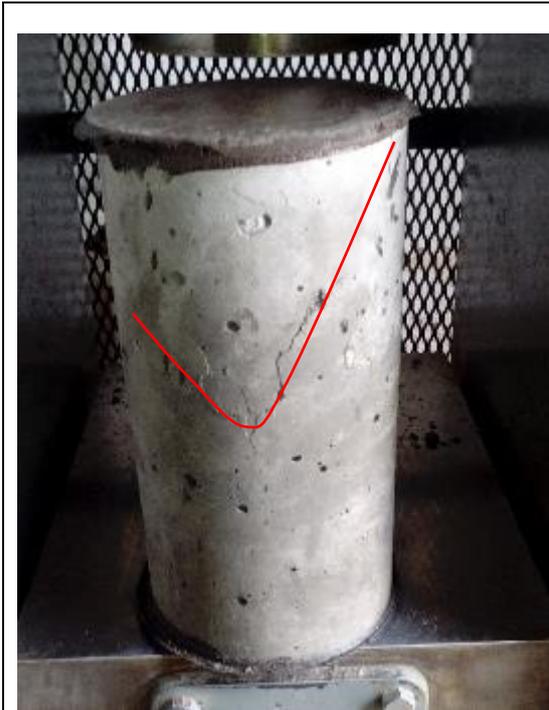
4.1.3. FALLAS PRODUCIDAS EN LAS BRIQUETAS

Son fallas que se han dado durante las roturas de los testigos en sus diferentes días.

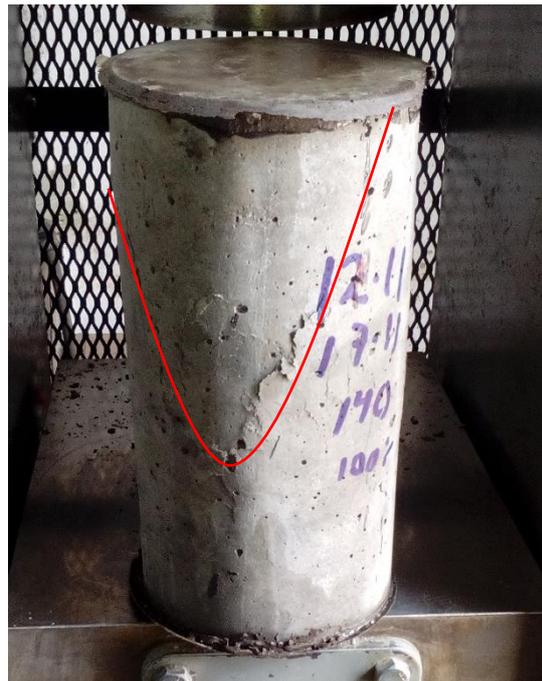
FIGURA 7: cuadro de tipo de fallas según a los ensayos.



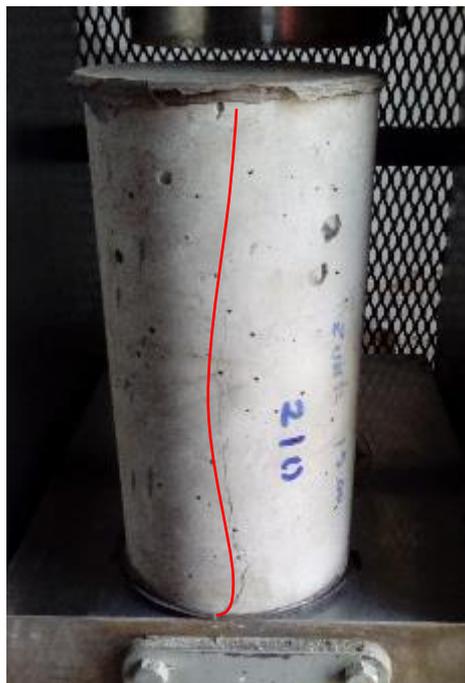
Fuente: Propio



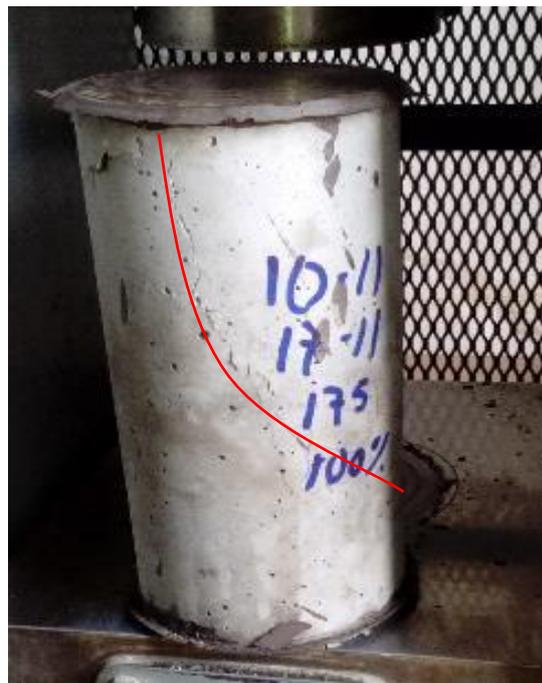
FALLA CONO Y CORTE



FALLA CONO Y CORTE



FALLA COLUMNAR

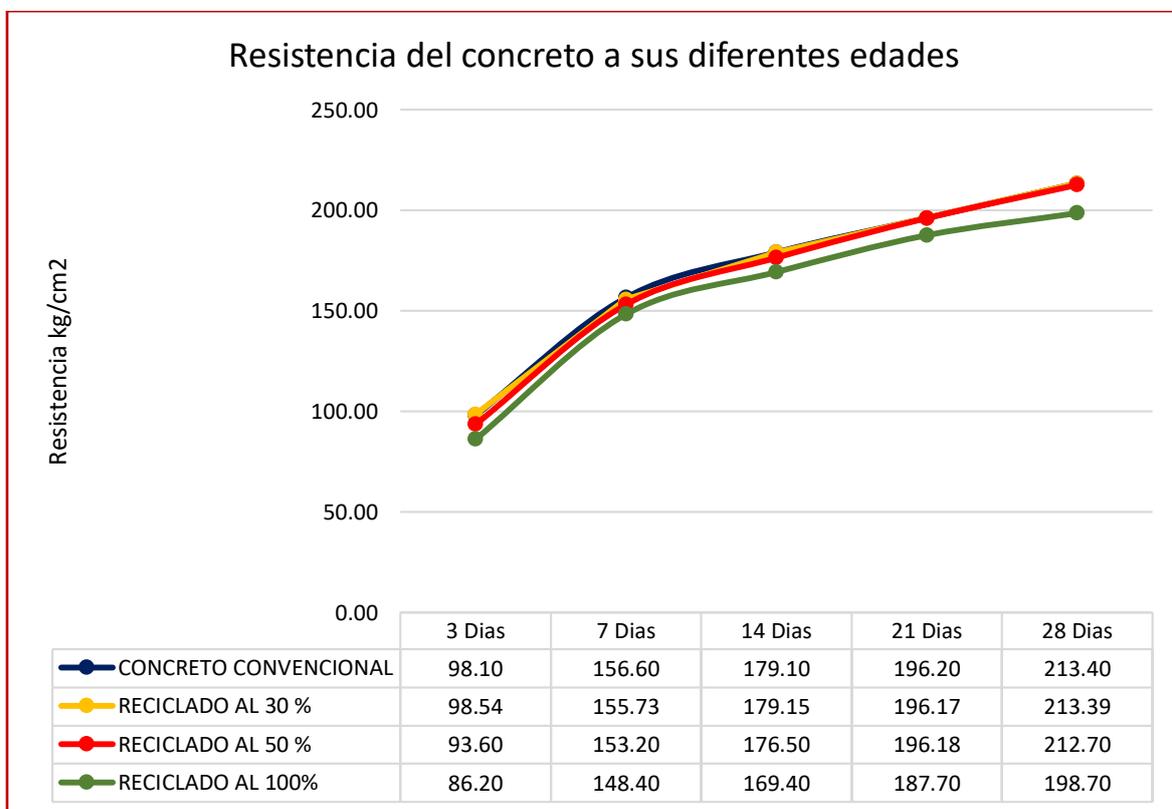
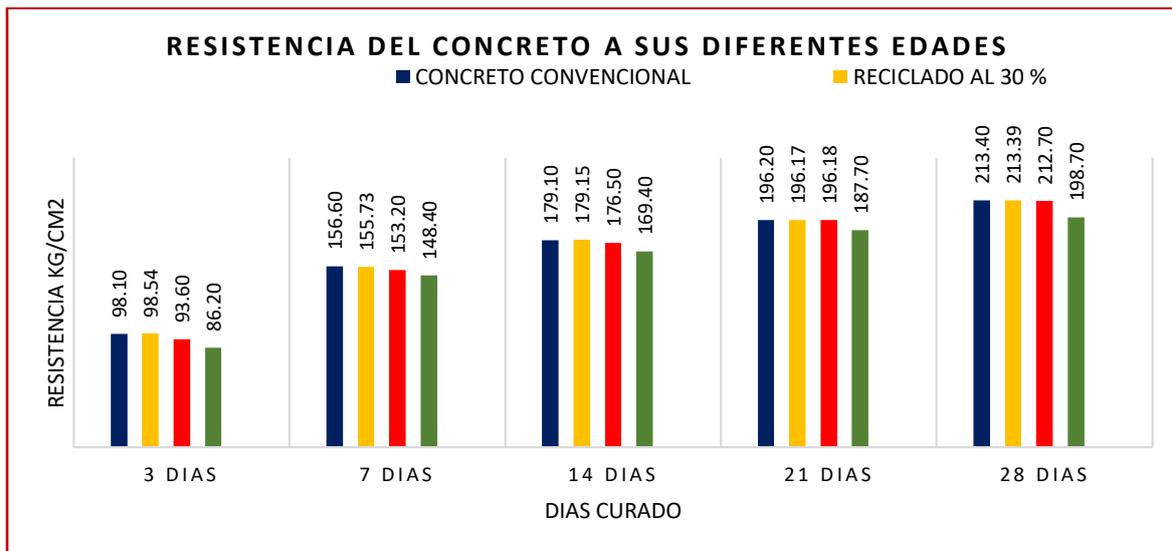


FALLA CORTE

Fuente: Propio

TABLA 20: Comparación de resistencia a compresión de concreto patrón y concreto reciclado de $f'c=210$ kg/cm².

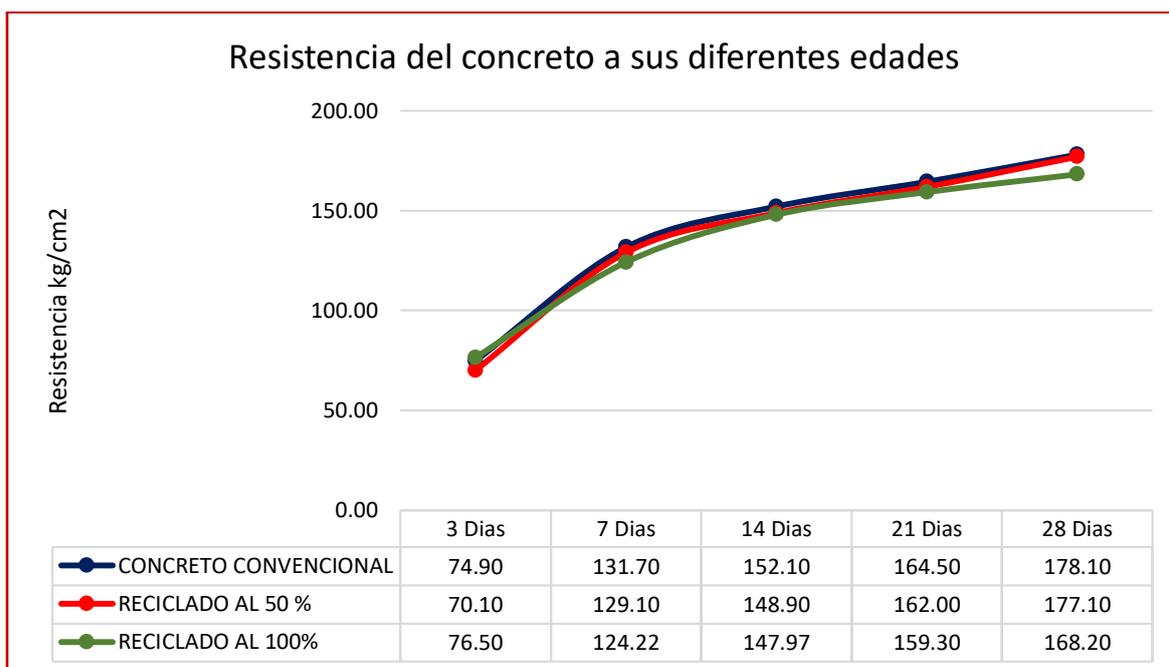
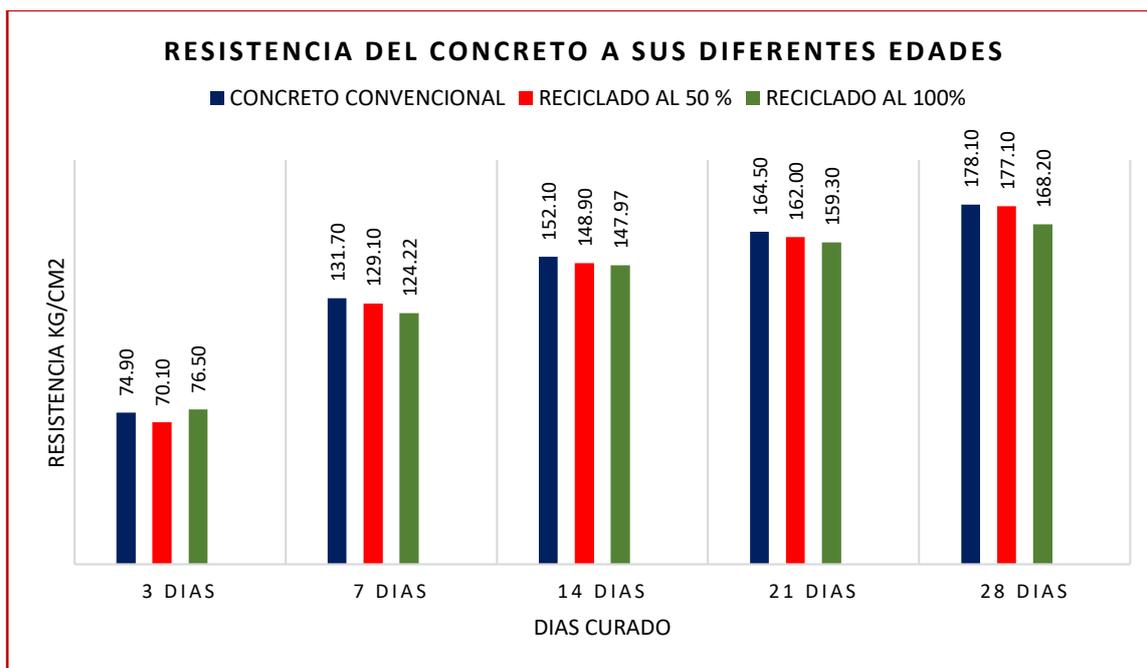
EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESION			
	C° CONVENC. (kg/cm ²)	C° RECICLADO AL 30 % (kg/cm ²)	C° RECICLADO AL 50 % (kg/cm ²)	C° RECICLADO AL 100 % (kg/cm ²)
3	98.10	98.54	93.60	86.20
7	156.60	155.73	153.20	148.40
14	179.10	179.15	176.50	169.40
21	196.20	196.17	196.18	187.70
28	213.40	213.39	212.70	198.70



Fuente: Propio

TABLA 21: Comparación de resistencia a compresión de concreto patrón y concreto reciclado $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

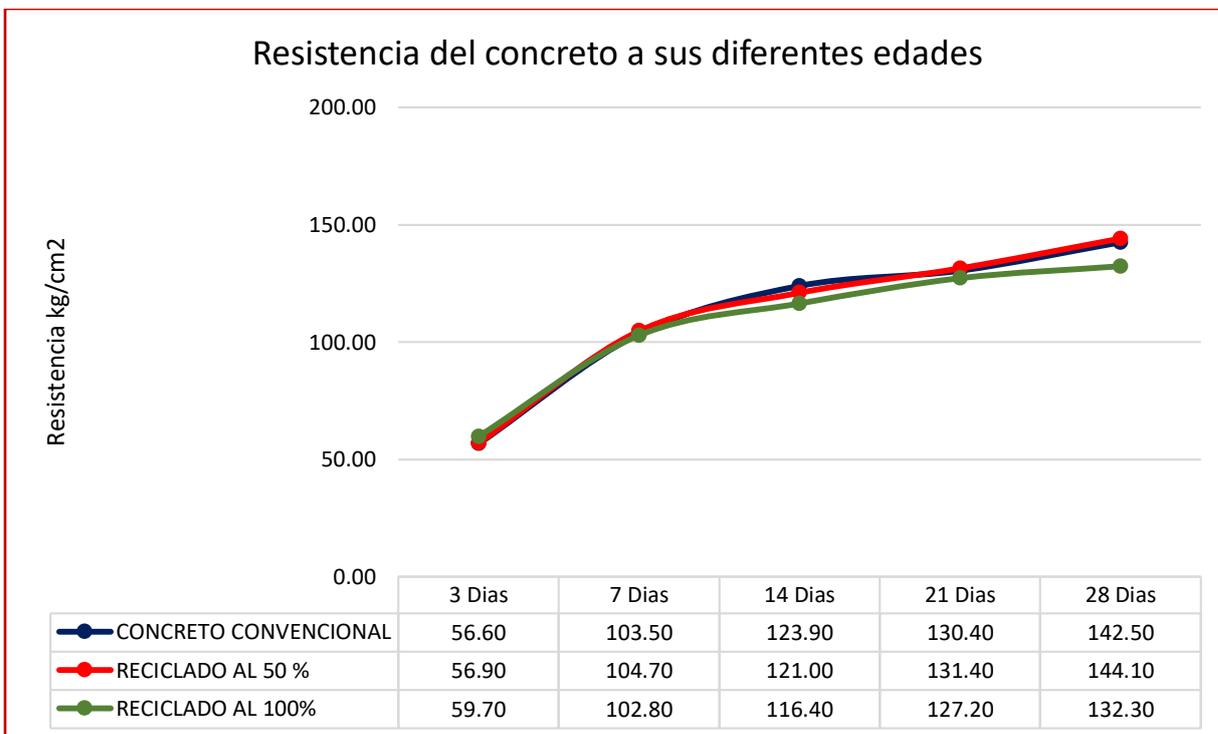
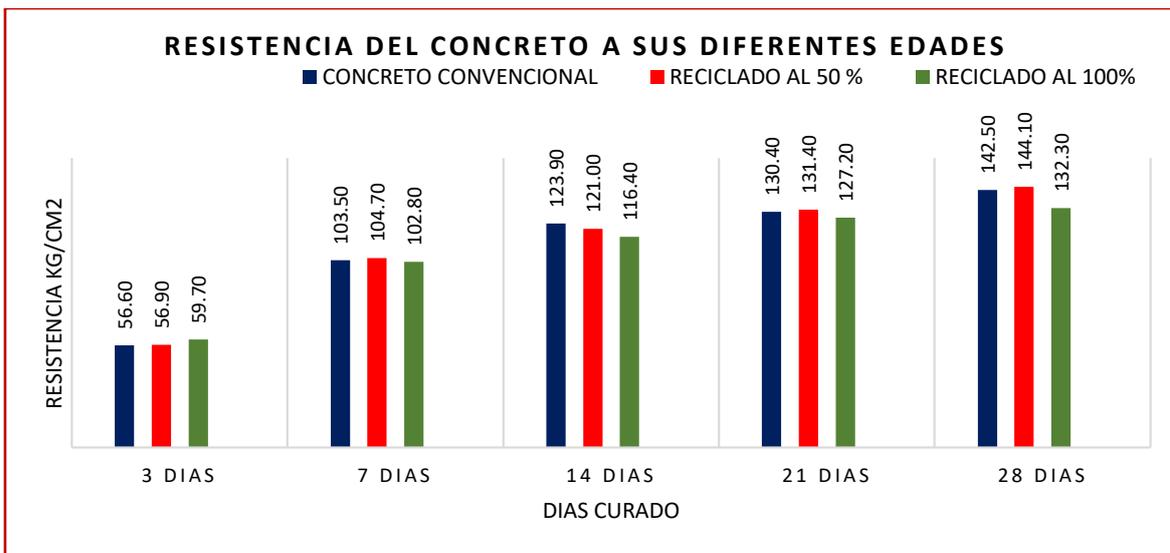
EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESION		
	CONCRETO CONVENCIONAL (kg/cm ²)	CONCRETO RECICLADO AL 50 % (kg/cm ²)	CONCRETO RECICLADO AL 100 % (kg/cm ²)
3	74.9	70.1	76.50
7	131.7	129.1	124.22
14	152.1	148.9	147.97
21	164.5	162.0	159.30
28	178.1	177.1	168.20



Fuente: Propio

TABLA 22: Comparación de resistencia a la compresión de concreto patrón y concreto reciclado $f'c=140$ kg/cm².

EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESION		
	CONCRETO CONVENCIONAL (kg/cm ²)	CONCRETO RECICLADO AL 50 % (kg/cm ²)	CONCRETO RECICLADO AL 100 % (kg/cm ²)
3	56.6	56.9	59.7
7	103.5	104.7	102.8
14	123.9	121.0	116.4
21	130.4	131.4	127.2
28	142.5	144.1	132.3



Fuente: Propio

4.2. DISCUSIÓN

De la experimentación realizada se tiene como resultado que la resistencia alcanzada por el concreto con agregado grueso reciclados para las calidades de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ son menores con respecto al concreto convencional de las mismas calidades, lo cual concuerda con las recomendaciones formuladas por Jorge Arturo Cruz García y Ramón Velázquez Yáñez (2007) quien presentó el trabajo de investigación "Concreto Reciclado" en el INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – MÉXICO), en el que afirma "El concreto de agregado reciclado tiene menos resistencia que el concreto de agregado natural de la misma composición; sin embargo, esta se puede manipular (por ejemplo, mediante el aumento del contenido de cemento) para producir concreto de agregado reciclado de la misma resistencia que el concreto de agregado natural".

De los resultados alcanzados en el presente trabajo de investigación mediante las pruebas de compresión axial a las muestras experimentales de las calidades $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ considerando 50% de agregado grueso natural más el 50% de agregado grueso reciclado, concuerda con las conclusiones formuladas por el Ing. Franklin Moya Montesinos e Ing. Glinio Tito Apaza de la **UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**, quienes en su estudio de Concreto Reciclado, indican: El uso de concreto reciclado ofrece resultados óptimos en resultados del 50% de sustitución, ya que, al verificar los resultados obtenidos, estos superaron todas las expectativas; es por ello podemos referirnos a este como un buen agregado para la elaboración de concretos diseñados a la compresión, notándose principalmente la verdadera de fraguado dentro de los 21 días, llegando a valores casi del 100% y en otros incluso a más.

Se verificó en el presente trabajo de investigación que los tipos de falla que presentó las briquetas experimentales son falla tipo corte, falla cono y separación y falla tipo columnar, lo cual, concuerda con los tipos de falla que encontró el Br. Ing. Asencio Sangay Armando Régulo de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**, en su estudio de Investigación "EFECTO DE LOS AGREGADOS DE CONCRETO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOBRE EL CONCRETO $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ".

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El concreto con agregado reciclado tiene un nivel de variación inferior al concreto convencional de la misma composición, pero al aumentar el contenido de cemento portland, para el concreto $f'c = 140\text{kg/cm}^2$, $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ se obtiene la resistencia muy parecidas que el concreto echas con agregados naturales.

Los resultados a la compresión para una resistencia de $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ en 28 días con 0% AGR alcanza a una resistencia un 102%, 30% AGR más el 70% AGZ alcanza a una resistencia un 102%, 50% AGR más el 50% AGZ alcanza a una resistencia un 102% y al 100% AGR alcanza a una resistencia un 95%.

Los resultados a la compresión para una resistencia de $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$ en 28 días con 0% AGR alcanza a una resistencia un 102%, 50% AGR más el 50% alcanza a una resistencia un 101% AGZ alcanza a una resistencia un 94%.

Los resultados a la compresión para una resistencia de $f'c = 140\text{ kg/cm}^2$ en 28 días con 0% AGR alcanza a una resistencia un 104%, 50% AGR más el 50% AGZ alcanza a una resistencia un 103% y al 100% AGR alcanza a una resistencia un 95%.

5.2. RECOMENDACIONES

El recomendable usar aditivos para diferentes diseños porque al usar el agregado del concreto reciclado requiere mayor cantidad de agua, para obtener un mejor resultado al igual al concreto hecho con agregado natural.

Según a los resultados de este trabajo se podrá llegar a recomendar el uso del concreto reciclado como agregado grueso para el diseño de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que el agregado grueso reciclado sea al 30% y el 70% el agregado grueso natural para obtener una estabilidad mejor y un mejor resultado.

Según a los resultados de este trabajo se podrá llegar a recomendar el uso del concreto reciclado como agregado grueso para el diseño de concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, que el agregado reciclado grueso sea al 50% y el 50% el agregado grueso natural para obtener una estabilidad mejor y un mejor resultado.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABANTO, F. (2009). *TECNOLOGÍA DEL CONCRETO*. LIMA - PERU: EDITORIAL SAN MARCOS.
- ASOCEM. (1984). *GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS GRUESOS* (Vol. BOLETIN TECNICO Nro 09). LIMA - PERU.
- ASTM-C172-08. (2008). *Muestreo de Concreto Recién Mezclado*. INTERNACIONAL: ASTM - C172-08.
- GARCÍA, J. A., & VELÁSQUEZ YÁÑEZ, R. (2004). CONCRETO RECICLADO. *TESIS*. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA), MÉXICO.
- JORDAN, J. C., & VIERA, N. (2014). ESTUDIO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, UTILIZANDO COMO AGREGADO EL CONCRETO RECICLADO DE OBRA. *TESIS*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, CHIMBOTE - PERÚ.
- MARTÍNEZ, S., & MENDOZA, E. (2005). COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CONCRETO FABRICADO CON AGREGADOS RECICLADOS. *ARTICULO*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO., MÉXICO.
- NTP-339.034, (.-T.-d.-N.-d.-A. (2015). *NTP-339.034 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN NUESTRAS CILÍNDRICAS*. LIMA - PERU: Comité Técnico de Normalización de Agregados.
- NTP-339.185, (.-T.-d.-N.-d.-A. (2013). *NTP-339.185 - AGREGADOS (Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado)*. Lima, Perú: Comité Técnico de Normalización de Agregados.
- NTP-400.011, (.-T.-d.-N.-d.-A. (2008). *NTP-400.011 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. LIMA - PERU: Comité Técnico de Normalización de Agregados.
- NTP-400.012, (.-T.-d.-N.-d.-A. (2001). *NTP-400.012 - AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. LIMA - PERÚ: Comité Técnico de Normalización de Agregados.
- NTP-400.017, (.-T.-d.-N.-d.-A. (1999). *NTP-400.017-AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. LIMA - PERÚ: Comité Técnico de Normalización de Agregados.

NTP-400.022 y NTP-400.021. (2013). *NTP-400.022 y NTP-400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. LIMA - PERU: Comité Técnico de Normalización de Agregados.

SUMARI, J. C. (2016). ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A ALTA RESISTENCIA ELABORADO CON RESIDUOS DE CONCRETO Y CEMENTO PORTLAND TIPO I. *Tesis*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, Lima - Peru.

TORRE, A. (2004). TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. *BOLETIN TECNICO*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, LIMA - PERU.

ANEXOS

1. ANEXO: DISEÑO DE MEZCLA CON AGZ 100% Y AGR 0%

A. Análisis granulométrico de arena grueso

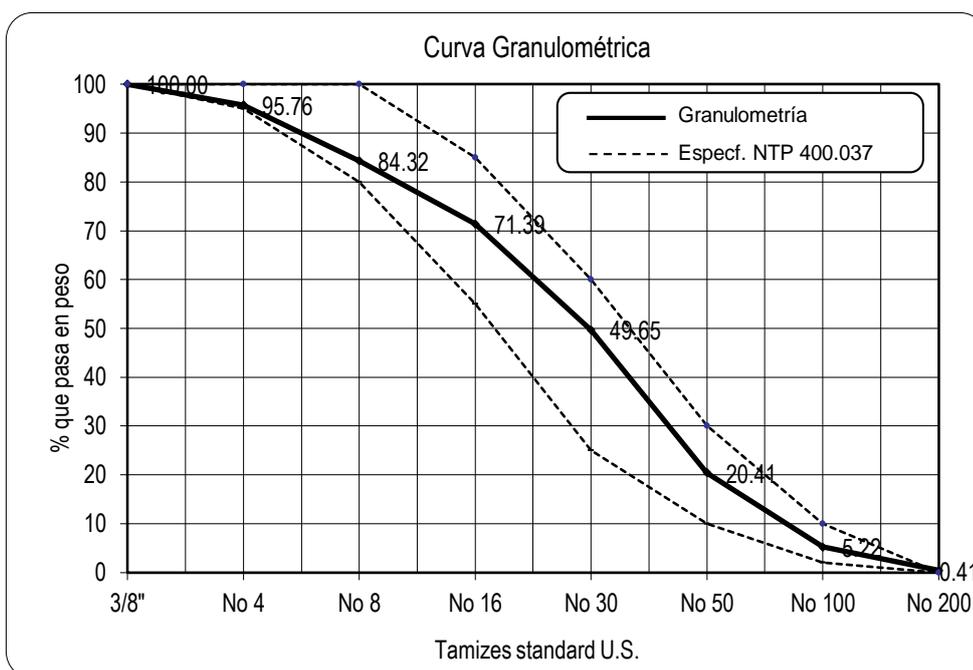
Análisis granulométrico NTP 339.128

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE
 : POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)

Tamaño de mallas		Peso retenido g	Retenido en %	% que pasa	Características físicas	
(Pulg.)	(mm)				Modulo de fineza (2.35 a 3.15)	
3/8"	9.52	0.0	0.00	100.00	Modulo de fineza (2.35 a 3.15)	2.91
No 4	4.76	54.2	4.24	95.76	Contenido de humedad	3.19
No 8	2.36	146.4	11.45	84.32	Peso unitario suelto (Tn/m ³)	1.47
No 16	1.18	165.3	12.92	71.39	Peso unitario compacto (Tn/m ³)	1.67
No 30	0.59	278.1	21.74	49.65	Peso específico seco	2.61
No 50	0.30	373.9	29.23	20.41	Peso específico saturado	2.66
No 100	0.15	194.4	15.20	5.22	Peso específico aparente, seco	2.73
No 200	0.07	61.5	4.81	0.41	% absorción	1.56
Cazolete	0.1	5.2	0.41		% que pasa la malla N° 200 (<0.5%)	0.41
Total :		1,279.0	100.00		% Equivalente de Arena	



El diseño de mezclas se realizará para un módulo de fineza de 3.15 (máximo recomendable), considerando que es aceptable una variación de ± 0.20 . se recomienda lavar el agregado fino, ya que el % permisible de material que para el tamiz N° 200 es 0.50%.

B. Análisis granulométrico de agregado grueso de Zurite

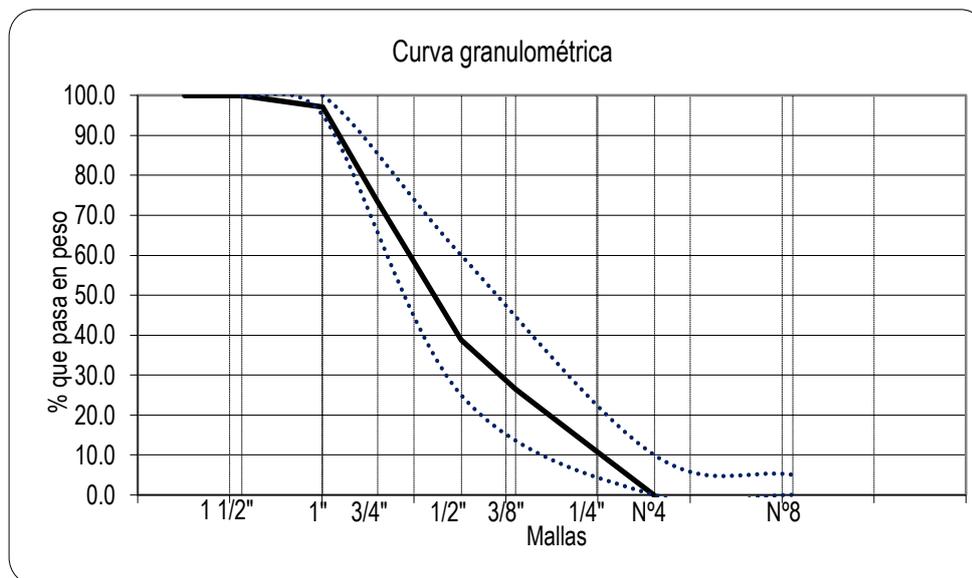
Análisis granulométrico NTP 339.128

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Cantera : **AGREGADO GRUESO DE ZURITE**

Tamaño de mallas		Peso retenido g	Retenido en %	% que pasa	Características físicas	
(Pulg.)	(mm)				Tamaño máximo	1 1/2"
2"	50.00		0.00	100.0	Tamaño máximo nominal	1"
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.0	Contenido de humedad	2.50
1"	25.00	85.2	2.88	97.1	Peso unitario suelto (Tn/m ³)	1.428
3/4"	19.00	700.3	23.69	73.4	Peso unitario compacto (Tn/m ³)	1.528
1/2"	12.50	1,025.2	34.69	38.7	Peso específico seco	2.622
3/8"	9.52	365.4	12.36	26.4	Peso específico saturado	2.662
1/4"	6.35	454.4	15.37	11.0	Peso específico aparente, seco	2.731
Base	4.76	325.2	11.00	0.0	% absorción	1.53
TOTAL		2,955.7	100.00		% Abrasión	19.8



Tamaño de mallas		Especificación NTP 400.037	
(Pulg.)	(mm)	% que pasan	
1 1/2"	37.5	100	100
1"	25	95	100
1/2"	12.5	25	60
N°4	4.76	0	10
N°8	2.38	0	5

Observaciones cantera Zurite Agregado Grueso (Piedra).

C. Gravedad específica, absorción y contenido de humedad de AGZ 100% y AGR 0 %.

Ensayo de gravedad específica y absorción de los agregados

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Identificación: Norma MTC E 205 - 2000		Identificación: Norma MTC E 206 - 2000	
Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)		Cantera : AGREGADO GRUESO (Cantera Zurite)	
Nº de muestra	1	Nº de muestra	1
Peso frasco + agua (g)	670.8	Peso material sat. y sup. seca (en aire) (g)	503.6
Peso material saturado (g)	500	Peso material sat. y sup. seca (en agua) (g)	314.4
Peso material + frasco + agua (g)	1170.8	Volumen de la masa+ Volumen de vaciosa (cm3)	189.2
Peso con desplazamiento. De volumen (g)	982.5	Peso material. Seco en estufa a 105°	496.0
Volumen masa + Vol. Vacios (cm3)	188.3	Peso específico seco	2.622
Peso material. Seco en estufa a 105°C (g)	492.3	Peso específico saturado	2.662
Volumen de la masa (cm3)	180.6	Peso específico aparente seco	2.731
Peso específico seco	2.614	% Absorción	1.53
Peso específico saturado	2.655		
Peso específico aparente seco	2.726		
% Absorción	1.56		

Contenido de Humedad Natural Norma : NTP 339.127 - ASTM D2216

Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)

: AGREGADO GRUESO (Cantera Zurite)

Agregado	Agregado Fino		Agregado Grueso	
	1	2	1	2
Muestra				
Peso de Capsula (g)	41.23	41.28	40.68	35.45
Peso Capsula+Suelo Humedo (g)	119.99	119.2	205.37	192.76
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	117.58	116.76	201.56	188.72
Peso del Suelo Humedo (g)	78.76	77.92	164.69	157.31
Peso del Suelo Seco (g)	76.35	75.48	160.88	153.27
Peso del Agua (g)	2.41	2.44	3.81	4.04
Contenido de Humedad (w)	3.16	3.23	2.37	2.64
Promedio Contenido de Humedad %	3.19		2.50	

Gráfico de contenido de Humedad



Observa: La muestra fue proporcionado por las interesado.

D. Peso unitario y vacíos de los agregados.

Peso unitario y vacíos de los agregados finos Norma MTC 203-2000

Proyecto	ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO			
Ubicación	Cusco - Cusco -Cusco			
Cantera	Arena Grueso			
	Diámetro:	14.65 cm	Volumen:	2,806.59 cm ³
	Altura :	16.65 cm	W. Molde (g)	2,549.00 g

Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	7,228	7,253	7,244	7,238
W. Molde (g)	2,549	2,549	2,549	2,549
W. Suelo (g)	4,679	4,704	4,695	4,689
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.667	1.676	1.673	1.671
Peso Unitario Compacto	1.672 g/cm ³			
Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	6,663	6,668	6,656	6,671
W. Molde (g)	2,549	2,549	2,549	2,549
W. Suelo (g)	4,114	4,119	4,107	4,122
Peso Unitario Compacto (g/cm ³)	1.466	1.468	1.463	1.469
Peso Unitario Suelto	1.466 g/cm ³			

Peso unitario y vacíos de los agregados gruesos Tamaño maximo nominal 1" Norma MTC 203-2000

Cantera	Agregado greuso (Piedra Zurite)			
	Diámetro:	15.10 cm	Volumen:	5,372.36 cm ³
	Altura :	30.00 cm	W. Molde (g)	4,295.00 g

Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	12,490	12,496	12,488	12,551
W. Molde (g)	4,295	4,295	4,295	4,295
W. Suelo (g)	8,195	8,201	8,193	8,256
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.525	1.527	1.525	1.537
Peso Unitario Compacto	1.528 g/cm ³			
Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	11947	11853	12079	11996
W. Molde (g)	4,295	4,295	4,295	4,295
W. Suelo (g)	7,652	7,558	7,784	7,701
Peso Unitario Compacto (g/cm ³)	1.424	1.407	1.449	1.433
Peso Unitario Suelto	1.428 g/cm ³			

Prueba de Abrasión por medio de la máquina de los Ángeles Norma MTC E 207-2000

Cantera : Agregado greuso (Piedra Zurite)

Gradación	N ° Revoluciones	N ° Billas	Peso de Muestra antes de ensayo	Peso de Muestra después del ensayo	% Total Pérdida
" A "	500	12	5000.2	4012.5	19.8

E. Resistencia de diseño 210 kg/cm².

Diseño de mezclas - Método del Comité 211 del ACI

Resistencia de diseño 210 kg/cm²

CONDICIONES DE OBRA

1.	ELEMENTOS DE VIGAS Y COLUMNAS DE UN EDIFICIO		
2.	RESISTENCIA DE DISEÑO	= 210	KG/CM2
3.	REGISTROS DE LAB. PARA CALC. DESV. ESTAND.	= NO	(¿SI O NO?)
3.	DESVIACION ESTANDAR DEL LABORATORIO	= N.E.	
4.	CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)	= PLASTICO	3" a 4"
5.	AIRE INCORPORADO (¿SI O NO?) / EXPOSICION	= NO	
6.	TIPO DE EXPOSICION DEL CONCRETO		
	NINGUNA		
	RESISTENCIA DE DISEÑO [(1) < 210 KG/CM2; (2) DE 210 A 350 KG/CM2; Y (3) > 350 KG/CM2]		

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

1.	PORTLAND TIPO IP		
2.	PESO ESPECIFICO (γ_c)	=	2.85

AGREGADO FINO : Cantera Cunyac

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	2.66	
2.	ABSORCION % ($A_{AF(\%)}$)	=	1.56	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	3.19	%
4.	MODULO DE FINEZA (MF)	=	2.91	
5.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC (AF)}$)	=	1,672	KG/M3
6.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUC (AF)}$)	=	1,466	KG/M3

AGREGADO GRUESO : Cantera Zurite

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.66	
2.	ABSORCION % ($A_{AG(\%)}$)	=	1.53	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	2.50	%
4.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AG)}$)	=	1,528	KG/M3
5.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUEL (AG)}$)	=	1,428	KG/M4
5.	PARTICULAS (¿ANGULAR O REDONDEADO?)	=	ANGULAR	
6.	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	1	"

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211

1.	RESISTENCIA PROMEDIO	294	KG/CM2
2.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO (V_a^u)	193	LIT/M3
3.	CONTENIDO DE AIRE		
3.1.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	1.5%	
3.2.	CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	0.0%	
3.3.	CONTENIDO DE AIRE TOTAL	1.5%	

F. Resistencia de diseño 175 kg/cm²

Diseño de mezclas - Método del Comité 211 del ACI

Resistencia de diseño 175 kg/cm²

CONDICIONES DE OBRA

1.	ELEMENTOS DE VIGAS Y COLUMNAS DE UN EDIFICIO	=	175	KG/CM2
2.	RESISTENCIA DE DISEÑO	=	NO	(¿SI O NO?)
3.	REGISTROS DE LAB. PARA CALC. DESV. ESTAND.	=	NO	
3.	DESVIACION ESTANDAR DEL LABORATORIO	=	N.E.	
4.	CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)	=	PLASTICO	3" a 4"
5.	AIRE INCORPORADO (¿SI O NO?) / EXPOSICION	=	NO	
6.	TIPO DE EXPOSICION DEL CONCRETO			

NINGUNA
RESISTENCIA DE DISEÑO [(1) < 210 KG/CM2; (2) DE 210 A 350 KG/CM2; Y (3) > 350 KG/CM2]

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

1.	PORTLAND TIPO IP			
2.	PESO ESPECIFICO (γ_c)	=	2.85	

AGREGADO FINO : Cantera Cunyac

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	2.655	
2.	ABSORCION % ($A_{AF(\%)}$)	=	1.56	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	3.19	%
4.	MODULO DE FINEZA (MF)	=	2.91	
5.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,672	KG/M3
6.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,466	KG/M3

AGREGADO GRUESO : Cantera Zurite

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.662	
2.	ABSORCION % ($A_{AG(\%)}$)	=	1.53	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	2.50	%
4.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AG)}$)	=	1,528	KG/M3
5.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUEL(AG)}$)	=	1,428	KG/M4
5.	PARTICULAS (¿ANGULAR O REDONDEADO?)	=	ANGULAR	
6.	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	1	"

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211

1.	RESISTENCIA PROMEDIO	245	KG/CM2
2.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO (V_a^u)	193	LIT/M3
3.	CONTENIDO DE AIRE		
3.1.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	1.5%	
3.2.	CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	0.0%	
3.3.	CONTENIDO DE AIRE TOTAL	1.5%	

G. Resistencia de diseño 140 kg/cm²

Diseño de mezclas - Método del Comité 211 del ACI

Resistencia de diseño 140 kg/cm²

CONDICIONES DE OBRA

1.	ELEMENTOS DE VIGAS Y COLUMNAS DE UN EDIFICIO		
2.	RESISTENCIA DE DISEÑO	= 140	KG/CM ²
3.	REGISTROS DE LAB. PARA CALC. DESV. ESTAND.	= NO	(¿SI O NO?)
4.	DESVIACION ESTANDAR DEL LABORATORIO	= N.E.	
4.	CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)	= PLASTICO	3" a 4"
5.	AIRE INCORPORADO (¿SI O NO?) / EXPOSICION	= NO	
6.	TIPO DE EXPOSICION DEL CONCRETO		
	NINGUNA		
	RESISTENCIA DE DISEÑO [(1) < 210 KG/CM ² ; (2) DE 210 A 350 KG/CM ² ; Y (3) > 350 KG/CM ²]		

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

1.	PORTLAND TIPO IP		
2.	PESO ESPECIFICO (γ_c)	=	2.85

AGREGADO FINO : Cantera Cunyac

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	2.655
2.	ABSORCION % ($A_{AF(\%)}$)	=	1.56 %
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	3.19 %
4.	MODULO DE FINEZA (MF)	=	2.91
5.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,672 KG/M ³
6.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,466 KG/M ³

AGREGADO GRUESO : Cantera Zurite

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.662
2.	ABSORCION % ($A_{AG(\%)}$)	=	1.53 %
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	2.50 %
4.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AG)}$)	=	1,528 KG/M ³
5.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUEL(AG)}$)	=	1,428 KG/M ³
5.	PARTICULAS (¿ANGULAR O REDONDEADO?)	=	ANGULAR
6.	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	1 "

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211

1.	RESISTENCIA PROMEDIO	210	KG/CM ²
2.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO (V_a^u)	193	LIT/M ³
3.	CONTENIDO DE AIRE		
3.1.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	1.5%	
3.2.	CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	0.0%	
3.3.	CONTENIDO DE AIRE TOTAL	1.5%	

4 .	RELACION AGUA CEMENTO																			
4.1 .	RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		0.68																	
4.2 .	RELACION AGUA CEMENTO POR DURABILIDAD																			
4.3	<u>RELACION AGUA CEMENTO ADOPTADA</u>		0.68																	
5 .	FACTOR CEMENTO		283	KG/M3																
5.1	<u>NUMERO DE BOLSAS (42,5 KG)</u>		8.5	BLS.																
6 .	<u>CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO</u>	$\left(\frac{b}{b_o}\right) = 0.66$	1008	KG																
7 .	<u>VOLUMENES ABSOLUTOS</u>																			
	CEMENTO	=	0.099	M3																
	AGUA	=	0.193	M3																
	AIRE	=	0.015	M3																
	AGREGADO GRUESO	=	0.379	M3																
	<u>SUMA DE VOLUMENES</u>	=	0.686	M3																
8 .	<u>AGREGADO FINO</u>																			
	VOLUMEN	=	0.314	M3																
	PESO	=	833	KG																
9 .	<u>VALORES DE DISENO POR M3 (AGREGADOS SECOS)</u>																			
	CEMENTO	=	283	KG																
	AGUA	=	193	KG																
	AGREGADO FINO SECO	=	833	KG																
	AGREGADO GRUESO SECO	=	1008	KG																
10 .	<u>CORRECCION DE HUMEDAD</u>																			
	PARA AGREGADO FINO:	1.63%	=	13.6 KG																
	PARA AGREGADO GRUESO:	0.97%	=	9.8 KG																
	<u>VOLUMEN DE AGUA A CORREGIR</u>		=	23.4 KG																
	VOLUMEN DE AGUA EFECTIVA		=	169.6 KG																
11 .	<u>VALORES DE DISENO POR M3 (AGREGADOS HUMEDOS)</u>																			
	CEMENTO	=	283	KG																
	AGUA	=	170	KG																
	AGREGADO FINO HUMEDO	=	860	KG																
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	1,034	KG																
12 .	<u>PROPORCION EN VOLUMEN</u>																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTOS DE DISEÑO</th> <th>DISEÑO SIN CORR.</th> <th>DISEÑO OBRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>1</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>2.9</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>3.6</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>29.0</td> <td>25.5</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTOS DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORR.	DISEÑO OBRA	CEMENTO	1	1.0	AGREGADO FINO	2.9	3.0	AGREGADO GRUESO	3.6	3.6	AGUA (LIT/BOLSA)	29.0	25.5	
ELEMENTOS DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORR.	DISEÑO OBRA																		
CEMENTO	1	1.0																		
AGREGADO FINO	2.9	3.0																		
AGREGADO GRUESO	3.6	3.6																		
AGUA (LIT/BOLSA)	29.0	25.5																		
13 .	<u>PESOS POR TANDO DE UNA BOLSA</u>																			
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>=</td> <td>42.5</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>=</td> <td>129.0</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>=</td> <td>155.1</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>=</td> <td>25.5</td> <td>LIT/BOLS.</td> </tr> </tbody> </table>				CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.	AGREGADO FINO	=	129.0	KG/BOLS.	AGREGADO GRUESO	=	155.1	KG/BOLS.	AGUA (LIT/BOLSA)	=	25.5	LIT/BOLS.
CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.																	
AGREGADO FINO	=	129.0	KG/BOLS.																	
AGREGADO GRUESO	=	155.1	KG/BOLS.																	
AGUA (LIT/BOLSA)	=	25.5	LIT/BOLS.																	
14 .	<u>POR M3</u>																			
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>=</td> <td>6.7</td> <td>Bols/m3.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>=</td> <td>0.57</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>=</td> <td>0.69</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>=</td> <td>169.6</td> <td>LIT/m3.</td> </tr> </tbody> </table>				CEMENTO	=	6.7	Bols/m3.	AGREGADO FINO	=	0.57	m3	AGREGADO GRUESO	=	0.69	m3	AGUA (LIT/BOLSA)	=	169.6	LIT/m3.
CEMENTO	=	6.7	Bols/m3.																	
AGREGADO FINO	=	0.57	m3																	
AGREGADO GRUESO	=	0.69	m3																	
AGUA (LIT/BOLSA)	=	169.6	LIT/m3.																	

H. Compresión simple $f'_c=210$ kg/cm², $f'_c=175$ kg/cm² y $f'_c=140$ kg/cm².

COMPRESIÓN SIMPLE DE PROBETAS CILÍNDRICAS

Nº	Estructura y Elemento	Fecha		Edad (días)	Diseño f'_c (kg/cm ²)	Lectura Dial (Kg)	Diámetro (cm)	Resistencia	
		Moldeo	Rotura					f'_c Ensayo (Kg/cm ²)	f'_c Ensayo/ f'_c (%)
1	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	18,811	15.02	106.2	51%
2	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	15,912	15.00	90.0	43%
3	Testigos de concreto	27/11/2017	04/12/2017	7	210	27,504	14.95	156.7	75%
4	Testigos de concreto	27/11/2017	04/12/2017	7	210	27,654	15.00	156.5	75%
5	Testigos de concreto	27/11/2017	11/12/2017	14	210	31,624	15.00	179.0	85%
6	Testigos de concreto	27/11/2017	11/12/2017	14	210	31,684	15.01	179.1	85%
7	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	210	34,621	15.00	195.9	93%
8	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	210	34,498	14.95	196.5	94%
9	Testigos de concreto	28/11/2017	26/12/2017	28	210	37,711	15.00	213.4	102%
10	Testigos de concreto	28/11/2017	26/12/2017	28	210	37,690	15.00	213.3	102%
1	Testigos de concreto	30/11/2017	03/12/2017	3	175	13,054	15.02	73.7	42%
2	Testigos de concreto	30/11/2017	03/12/2017	3	175	13,451	15.00	76.1	43%
3	Testigos de concreto	05/12/2017	12/12/2017	7	175	22,961	14.95	130.8	75%
4	Testigos de concreto	05/12/2017	12/12/2017	7	175	23,420	15.00	132.5	76%
5	Testigos de concreto	30/11/2017	14/12/2017	14	175	26,751	15.00	151.4	87%
6	Testigos de concreto	30/11/2017	14/12/2017	14	175	27,025	15.01	152.7	87%
7	Testigos de concreto	05/12/2017	26/12/2017	21	175	29,010	15.00	164.2	94%
8	Testigos de concreto	05/12/2017	26/12/2017	21	175	28,934	14.95	164.8	94%
9	Testigos de concreto	01/12/2017	29/12/2017	28	175	31,521	15.00	178.4	102%
10	Testigos de concreto	01/12/2017	29/12/2017	28	175	31,405	15.00	177.7	102%
1	Testigos de concreto	30/11/2017	03/12/2017	3	140	10,489	15.00	59.4	42%
2	Testigos de concreto	30/11/2017	03/12/2017	3	140	10,681	14.95	60.8	43%
3	Testigos de concreto	05/12/2017	12/12/2017	7	140	18,710	14.95	106.6	76%
4	Testigos de concreto	05/12/2017	12/12/2017	7	140	18,625	15.00	105.4	75%
5	Testigos de concreto	30/11/2017	14/12/2017	14	140	21,351	15.00	120.8	86%
6	Testigos de concreto	30/11/2017	14/12/2017	14	140	21,782	15.00	123.3	88%
7	Testigos de concreto	05/12/2017	26/12/2017	21	140	23,410	14.95	133.4	95%
8	Testigos de concreto	05/12/2017	26/12/2017	21	140	23,462	14.95	133.7	95%
9	Testigos de concreto	01/12/2017	29/12/2017	28	140	25,812	15.00	146.1	104%
10	Testigos de concreto	01/12/2017	29/12/2017	28	140	25,554	15.00	144.6	103%

2. ANEXO: DISEÑO DE MEZCLA CON AGZ 70% Y AGR 30%

A. Análisis granulométrico de arena grueso

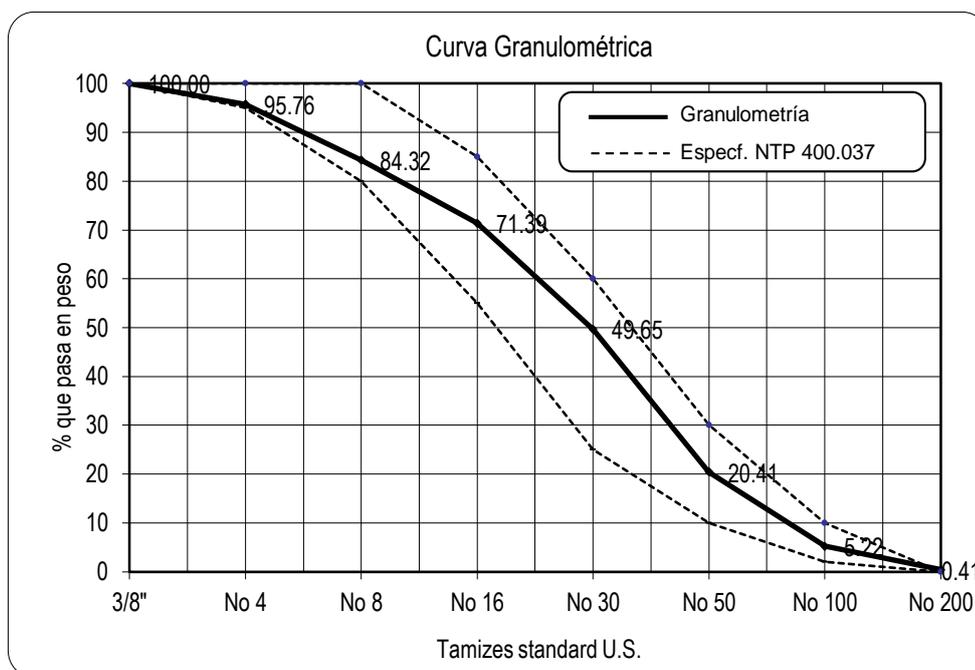
Análisis granulométrico NTP 339.128

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)

Tamaño de mallas		Peso retenido g	Retenido en %	% que pasa	Características físicas	
(Pulg.)	(mm)					
3/8"	9.52	0.0	0.00	100.00	Modulo de fineza (2.35 a 3.15)	2.91
No 4	4.76	54.2	4.24	95.76	Contenido de humedad	3.19
No 8	2.36	146.4	11.45	84.32	Peso unitario suelto (Tn/m ³)	1.47
No 16	1.18	165.3	12.92	71.39	Peso unitario compacto (Tn/m ³)	1.67
No 30	0.59	278.1	21.74	49.65	Peso específico seco	2.61
No 50	0.30	373.9	29.23	20.41	Peso específico saturado	2.66
No 100	0.15	194.4	15.20	5.22	Peso específico aparente, seco	2.73
No 200	0.07	61.5	4.81	0.41	% absorción	1.56
Cazoleta	0.1	5.2	0.41		% que pasa la malla N° 200 (<0.5%)	0.41
Total :		1,279.0	100.00		% Equivalente de Arena	



El diseño de mezclas se realizará para un módulo de fineza de 3.15 (máximo recomendable), considerando que es aceptable una variación de ± 0.20 . se recomienda lavar el agregado fino, ya que el % permisible de material que para el tamiz N° 200 es 0.50%.

B. Análisis granulométrico de AGZ 70% y AGR 30%

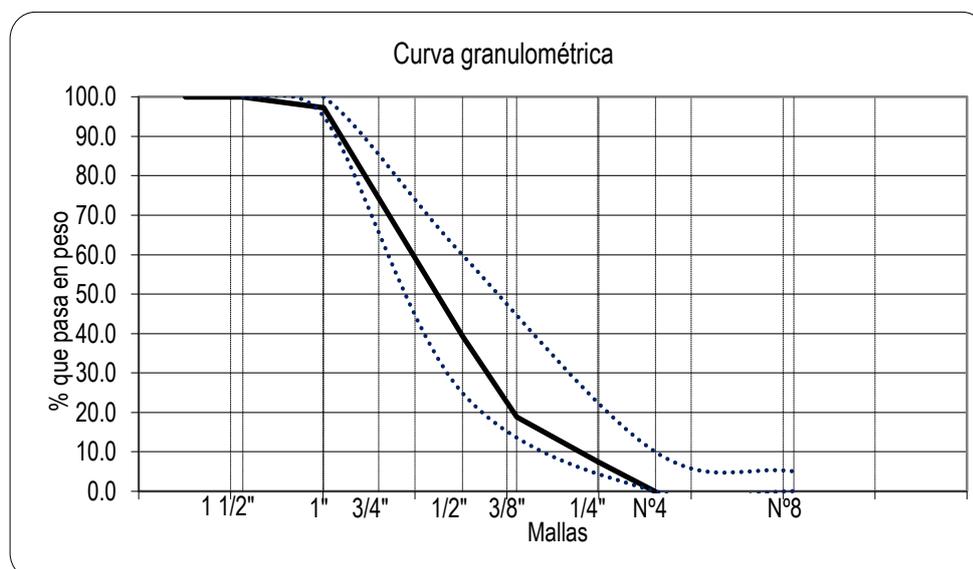
Análisis granulométrico NTP 339.128

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Cantera : **AGREGADO GRUESO (Zurite 70 % + Reciclado 30 %)**

Tamaño de mallas		Peso retenido g	Retenido en %	% que pasa	Características físicas	
(Pulg.)	(mm)				Tamaño máximo	1 1/2"
2"	50.00		0.00	100.0	Tamaño máximo nominal	1"
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.0	Contenido de humedad	4.25
1"	25.00	103.6	2.83	97.2	Peso unitario suelto (Tn/m ³)	1.288
3/4"	19.00	835.2	22.82	74.3	Peso unitario compacto (Tn/m ³)	1.399
1/2"	12.50	1,277.9	34.92	39.4	Peso específico seco	2.479
3/8"	9.52	754.3	20.61	18.8	Peso específico saturado	2.560
1/4"	6.35	413.2	11.29	7.5	Peso específico aparente, seco	2.698
Base	4.76	275.2	7.52	0.0	% absorción	3.27
TOTAL		3,659.4	100.00		% Abrasión	20.8



Tamaño de mallas		Especificación NTP 400.037	
(Pulg.)	(mm)	% que pasan	
1 1/2"	37.5	100	100
1"	25	95	100
1/2"	12.5	25	60
N°4	4.76	0	10
N°8	2.38	0	5

Observaciones : Cantera Zurite agregado grueso (Piedra) y agregado grueso de concreto reciclado.

C. Gravedad específica, absorción y contenido de humedad de AGZ 70% y AGR 30 %.

Ensayo de gravedad específica y absorción de los agregados

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Identificación: Norma MTC E 205 - 2000		Identificación: Norma MTC E 206 - 2000	
Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)		Cantera : Agregado Grueso (Zurite 70% + Reciclado 30%)	
Nº de muestra	1	Nº de muestra	1
Peso frasco + agua (g)	670.8	Peso material sat. y sup. seca (en aire) (g)	505.1
Peso material saturado (g)	500	Peso material sat. y sup. seca (en agua) (g)	307.8
Peso material + frasco + agua (g)	1170.8	Volumen de la masa+ Volumen de vaciosa (cm3)	197.3
Peso con desplazamiento. De volumen (g)	982.5	Peso material. Seco en estufa a 105°	489.1
Volumen masa + Vol. Vacios (cm3)	188.3	Peso específico seco	2.479
Peso material. Seco en estufa a 105°C (g)	492.3	Peso específico saturado	2.560
Volumen de la masa (cm3)	180.6	Peso específico aparente seco	2.698
Peso específico seco	2.614	% Absorción	3.27
Peso específico saturado	2.655		
Peso específico aparente seco	2.726		
% Absorción	1.56		

Contenido de Humedad Natural Norma : NTP 339.127 - ASTM D2216

Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)

: Agregado Grueso (Zurite 70% + Reciclado 30%)

Agregado	Agregado Fino		Agregado Grueso	
	1	2	1	2
Muestra				
Peso de Capsula (g)	41.23	41.28	40.23	41.05
Peso Capsula+Suelo Humedo (g)	119.99	119.2	123.65	142.56
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	117.58	116.76	120.45	138.17
Peso del Suelo Humedo (g)	78.76	77.92	83.42	101.51
Peso del Suelo Seco (g)	76.35	75.48	80.22	97.12
Peso del Agua (g)	2.41	2.44	3.20	4.39
Contenido de Humedad (w)	3.16	3.23	3.99	4.52
Promedio Contenido de Humedad %	3.19		4.25	

Gráfico de contenido de Humedad



Observa: La muestra fue proporcionado por las interesado.

D. Peso unitario y vacío de los agregados.

Proyecto	ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO
Ubicación	Cusco - Cusco -Cusco
Cantera	Arena Grueso (cantera Cunyac)

Peso unitario y vacíos de los agregados finos

Norma MTC 203-2000

Diámetro:	14.65 cm	Volumen:	2,806.59 cm ³
Altura :	16.65 cm	W. Molde (g)	2,549.00 g

Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	7,228	7,253	7,244	7,238
W. Molde (g)	2,549	2,549	2,549	2,549
W. Suelo (g)	4,679	4,704	4,695	4,689
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.667	1.676	1.673	1.671
Peso Unitario Compacto	1.672 g/cm ³			
Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	6,663	6,668	6,656	6,671
W. Molde (g)	2,549	2,549	2,549	2,549
W. Suelo (g)	4,114	4,119	4,107	4,122
Peso Unitario Compacto (g/cm ³)	1.466	1.468	1.463	1.469
Peso Unitario Suelto	1.466 g/cm ³			

Peso unitario y vacíos de los agregados gruesos

Tamaño máximo nominal 1"

Norma MTC 203-2000

Cantera Agregado grueso (Zurite 70% + Reciclado 30%)

Diámetro:	15.10 cm	Volumen:	5,372.36 cm ³
Altura :	30.00 cm	W. Molde (g)	4,295.00 g

Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	11,840	11,701	11,885	11,825
W. Molde (g)	4,295	4,295	4,295	4,295
W. Suelo (g)	7,545	7,406	7,590	7,530
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.404	1.379	1.413	1.402
Peso Unitario Compacto	1.399 g/cm ³			
Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	11212	11235	11195	11225
W. Molde (g)	4,295	4,295	4,295	4,295
W. Suelo (g)	6,917	6,940	6,900	6,930
Peso Unitario Compacto (g/cm ³)	1.288	1.292	1.284	1.290
Peso Unitario Suelto	1.288 g/cm ³			

Prueba de Abrasión por medio de la máquina de los Ángeles

Norma MTC E 207-2000

Cantera : Agregado grueso (Zurite 70% + Reciclado 30%)

Gradación	Nº Revoluciones	Nº Billas	Peso de Muestra antes de ensayo	Peso de Muestra después del ensayo	% Total Pérdida
" A "	500	12	5001	3959.4	20.8

E. Resistencia de diseño 210 kg/cm².

Diseño de mezclas - Método del Comité 211 del ACI

Resistencia de diseño 210 kg/cm²

CONDICIONES DE OBRA

1.	ELEMENTOS DE VIGAS Y COLUMNAS DE UN EDIFICIO	= 210	KG/CM2
2.	RESISTENCIA DE DISEÑO	= NO	(¿SI O NO?)
3.	REGISTROS DE LAB. PARA CALC. DESV. ESTAND.	= NO	
3.	DESVIACION ESTANDAR DEL LABORATORIO	= N.E.	
4.	CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)	= PLASTICO	3" a 4"
5.	AIRE INCORPORADO (¿SI O NO?) / EXPOSICION	= NO	
6.	TIPO DE EXPOSICION DEL CONCRETO		
	NINGUNA		
	RESISTENCIA DE DISEÑO [(1) < 210 KG/CM2; (2) DE 210 A 350 KG/CM2; Y (3) > 350 KG/CM2]		

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

1.	PORTLAND TIPO IP		
2.	PESO ESPECIFICO (γ_C)	=	2.85

AGREGADO FINO : Cantera Cunyac

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	2.655
2.	ABSORCION % ($A_{AF(\%)}$)	=	1.56 %
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	3.19 %
4.	MODULO DE FINEZA (MF)	=	2.91
5.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC (AF)}$)	=	1,672 KG/M3
6.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUC (AF)}$)	=	1,466 KG/M3

AGREGADO GRUESO : Piedra Cantera Zurite (50%) - Mat. Reciclado (50%)

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.560
2.	ABSORCION % ($A_{AG(\%)}$)	=	3.27 %
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	4.25 %
4.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AG)}$)	=	1,399 KG/M3
5.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUEL (AG)}$)	=	1,288 KG/M4
5.	PARTICULAS (¿ANGULAR O REDONDEADO?)	=	ANGULAR
6.	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	1 "

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211

1.	RESISTENCIA PROMEDIO	294	KG/CM2
2.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO (V_a^u)	197	LIT/M3
3.	CONTENIDO DE AIRE		
3.1.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	1.5%	
3.2.	CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	0.0%	
3.3.	CONTENIDO DE AIRE TOTAL	1.5%	

4 .	RELACION AGUA CEMENTO																			
4.1 .	RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		0.55																	
4.2 .	RELACION AGUA CEMENTO POR DURABILIDAD																			
4.3	<u>RELACION AGUA CEMENTO ADOPTADA</u>		0.55																	
5 .	FACTOR CEMENTO		357	KG/M3																
5.1	<u>NUMERO DE BOLSAS (42.5 KG)</u>		8.4	BLS.																
6 .	<u>CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO</u>	$\left(\frac{b}{b_o}\right) = 0.66$	923	KG																
7 .	<u>VOLUMENES ABSOLUTOS</u>																			
	CEMENTO	=	0.125 M3																	
	AGUA	=	0.197 M3																	
	AIRE	=	0.015 M3																	
	AGREGADO GRUESO	=	0.361 M3																	
	<u>SUMA DE VOLUMENES</u>	=	0.698 M3																	
8 .	<u>AGREGADO FINO</u>																			
	VOLUMEN	=	0.302 M3																	
	PESO	=	802 KG																	
9 .	<u>VALORES DE DISEÑO POR M3 (AGREGADOS SECOS)</u>																			
	CEMENTO	=	357	KG																
	AGUA	=	197	KG																
	AGREGADO FINO SECO	=	802	KG																
	AGREGADO GRUESO SECO	=	923	KG																
10 .	<u>CORRECCION DE HUMEDAD</u>																			
	PARA AGREGADO FINO:	1.63%	=	13.1 KG																
	PARA AGREGADO GRUESO:	0.98%	=	9.0 KG																
	<u>VOLUMEN DE AGUA A CORREGIR</u>		=	22.1 KG																
	VOLUMEN DE AGUA EFECTIVA		=	174.9 KG																
11 .	<u>VALORES DE DISEÑO POR M3 (AGREGADOS HUMEDOS)</u>																			
	CEMENTO	=	357	KG																
	AGUA	=	175	KG																
	AGREGADO FINO HUMEDO	=	828	KG																
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	963	KG																
12 .	<u>PROPORCION EN VOLUMEN</u>																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTOS DE DISEÑO</th> <th>DISEÑO SIN CORR.</th> <th>DISEÑO OBRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>2.2</td> <td>2.3</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>2.6</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>23.5</td> <td>20.8</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTOS DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORR.	DISEÑO OBRA	CEMENTO	1	1	AGREGADO FINO	2.2	2.3	AGREGADO GRUESO	2.6	2.7	AGUA (LIT/BOLSA)	23.5	20.8	
ELEMENTOS DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORR.	DISEÑO OBRA																		
CEMENTO	1	1																		
AGREGADO FINO	2.2	2.3																		
AGREGADO GRUESO	2.6	2.7																		
AGUA (LIT/BOLSA)	23.5	20.8																		
13 .	<u>PESOS POR TANDO DE UNA BOLSA</u>																			
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>=</td> <td>42.5</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>=</td> <td>98.6</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>=</td> <td>114.7</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>=</td> <td>20.8</td> <td>LIT/BOLS.</td> </tr> </tbody> </table>				CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.	AGREGADO FINO	=	98.6	KG/BOLS.	AGREGADO GRUESO	=	114.7	KG/BOLS.	AGUA (LIT/BOLSA)	=	20.8	LIT/BOLS.
CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.																	
AGREGADO FINO	=	98.6	KG/BOLS.																	
AGREGADO GRUESO	=	114.7	KG/BOLS.																	
AGUA (LIT/BOLSA)	=	20.8	LIT/BOLS.																	
14 .	<u>POR M3</u>																			
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>=</td> <td>8.4</td> <td>Bols/m3.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>=</td> <td>0.55</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>=</td> <td>0.64</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>=</td> <td>174.9</td> <td>LIT/m3.</td> </tr> </tbody> </table>				CEMENTO	=	8.4	Bols/m3.	AGREGADO FINO	=	0.55	m3	AGREGADO GRUESO	=	0.64	m3	AGUA (LIT/BOLSA)	=	174.9	LIT/m3.
CEMENTO	=	8.4	Bols/m3.																	
AGREGADO FINO	=	0.55	m3																	
AGREGADO GRUESO	=	0.64	m3																	
AGUA (LIT/BOLSA)	=	174.9	LIT/m3.																	

F. Compresión simple 210 kg/cm².

COMPRESIÓN SIMPLE DE PROBETAS CILÍNDRICAS

Nº	Estructura y Elemento	Fecha		Edad (días)	Diseño f' _c (kg/cm ²)	Lectura Dial (Kg)	Diámetro (cm)	Resistencia	
		Moldeo	Rotura					f' _c Ensayo (Kg/cm ²)	f' _c Ensayo/f' _c (%)
1	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	17,421	15.00	98.6	47%
2	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	17,418	15.00	98.6	47%
3	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	17,401	15.00	98.5	47%
4	Testigos de concreto	27/11/2017	04/12/2017	7	211	27,425	14.95	156.2	74%
5	Testigos de concreto	27/11/2017	04/12/2017	7	210	27,487	15.00	155.5	74%
6	Testigos de concreto	27/11/2017	04/12/2017	7	210	27,466	15.00	155.4	74%
7	Testigos de concreto	27/11/2017	11/12/2017	14	210	31,699	15.00	179.4	85%
8	Testigos de concreto	27/11/2017	11/12/2017	14	210	31,661	15.01	178.9	85%
9	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	210	34,555	15.00	195.5	93%
10	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	210	34,545	14.95	196.8	94%
11	Testigos de concreto	28/11/2017	26/12/2017	28	210	37,695	15.00	213.3	102%
12	Testigos de concreto	28/11/2017	26/12/2017	28	210	37,723	15.00	213.5	102%

3. ANEXO: DISEÑO DE MEZCLA CON AGZ 50% Y AGR 50%

A. Análisis granulométrico de arena grueso

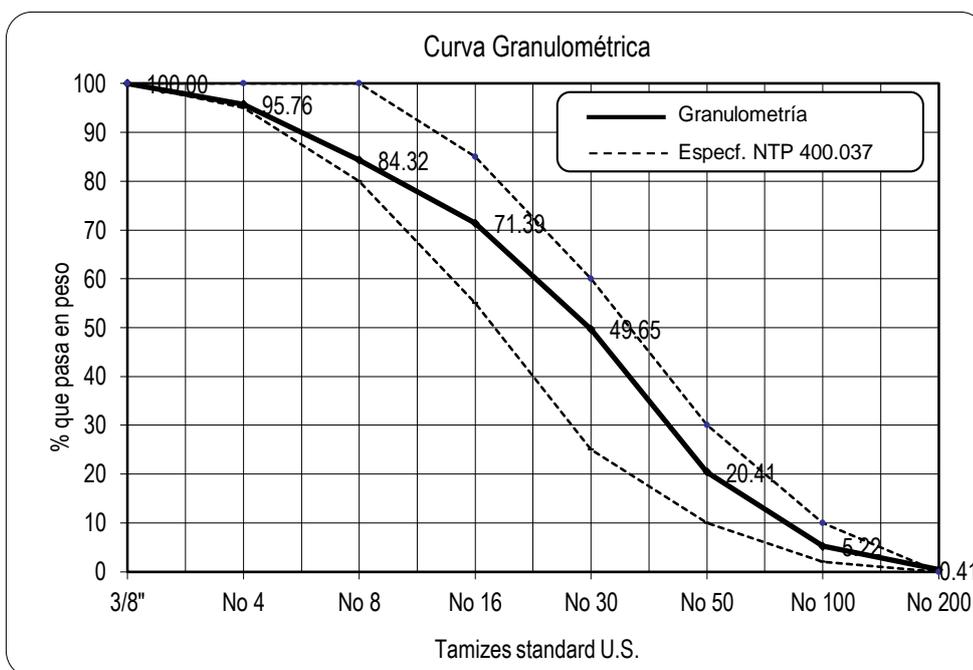
Análisis granulométrico NTP 339.128

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)

Tamaño de mallas		Peso retenido g	Retenido en %	% que pasa	Características físicas	
(Pulg.)	(mm)					
3/8"	9.52	0.0	0.00	100.00	Modulo de fineza (2.35 a 3.15)	2.91
No 4	4.76	54.2	4.24	95.76	Contenido de humedad	3.19
No 8	2.36	146.4	11.45	84.32	Peso unitario suelto (Tn/m ³)	1.47
No 16	1.18	165.3	12.92	71.39	Peso unitario compacto (Tn/m ³)	1.67
No 30	0.59	278.1	21.74	49.65	Peso específico seco	2.61
No 50	0.30	373.9	29.23	20.41	Peso específico saturado	2.66
No 100	0.15	194.4	15.20	5.22	Peso específico aparente, seco	2.73
No 200	0.07	61.5	4.81	0.41	% absorción	1.56
Cazoleta	0.1	5.2	0.41		% que pasa la malla N° 200 (<0.5%)	0.41
Total :		1,279.0	100.00		% Equivalente de Arena	



El diseño de mezclas se realizará para un módulo de fineza de 3.15 (máximo recomendable), considerando que es aceptable una variación de ± 0.20 . se recomienda lavar el agregado fino, ya que el % permisible de material que para el tamiz N° 200 es 0.50%.

B. Análisis granulométrico de AGZ 50 % y AGR 50 %.

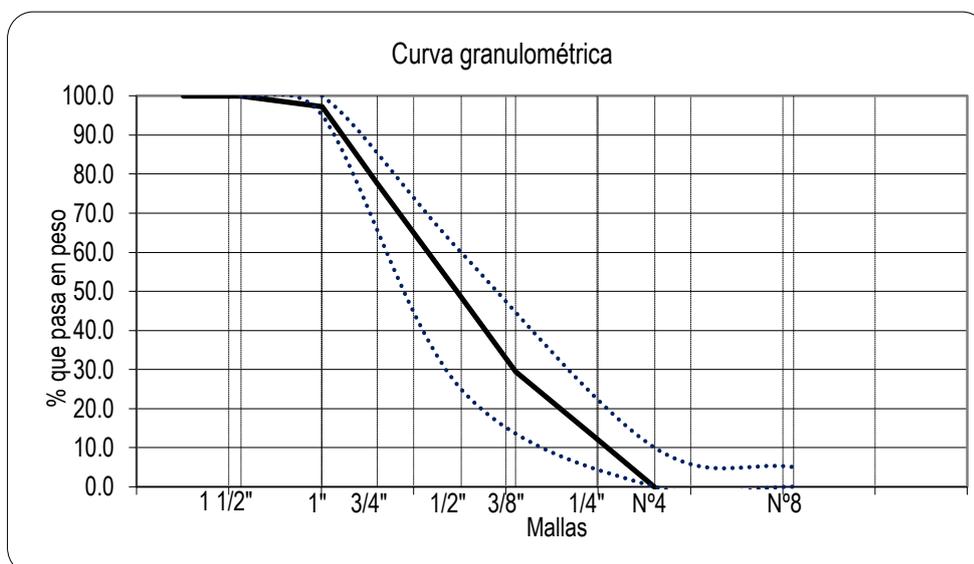
Análisis granulométrico NTP 339.128

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Cantera : GREGADO GRUESO (Zurite 50% + Reciclado 50%)

Tamaño de mallas		Peso retenido g	Retenido en %	% que pasa	Características físicas	
(Pulg.)	(mm)				Tamaño máximo	1 1/2"
2"	50.00		0.00	100.0	Tamaño máximo nominal	1"
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.0	Contenido de humedad	4.20
1"	25.00	123.0	2.80	97.2	Peso unitario suelto (Tn/m ³)	1.336
3/4"	19.00	854.2	19.48	77.7	Peso unitario compacto (Tn/m ³)	1.457
1/2"	12.50	1,277.9	29.14	48.6	Peso específico seco	2.464
3/8"	9.52	840.6	19.17	29.4	Peso específico saturado	2.545
1/4"	6.35	747.4	17.04	12.4	Peso específico aparente, seco	2.682
Base	4.76	542.3	12.37	0.0	% absorción	3.30
	TOTAL	4,385.4	100.00		% Abrasión	22.9



Tamaño de mallas		Especificación NTP 400.037	
(Pulg.)	(mm)	% que pasan	
1 1/2"	37.5	100	100
1"	25	95	100
1/2"	12.5	25	60
N°4	4.76	0	10
N°8	2.38	0	5

Observaciones : cantera Zurite agregado grueso (Piedra) y agregado grueso de concreto reciclado.

C. Gravedad específica, absorción y contenido de humedad de AGZ 50% y AGR 50 %.

Ensayo de gravedad específica y absorción de los agregados

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Identificación: Norma MTC E 205 - 2000		Identificación: Norma MTC E 206 - 2000	
Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)		Cantera : Agregado Grueso (Zurite 50% + Reciclado 50%)	
Nº de muestra	1	Nº de muestra	1
Peso frasco + agua (g)	670.8	Peso material sat. y sup. seca (en aire) (g)	922.7
Peso material saturado (g)	500	Peso material sat. y sup. seca (en agua) (g)	560.2
Peso material + frasco + agua (g)	1170.8	Volumen de la masa+ Volumen de vaciosa (cm3)	362.5
Peso con desplazamiento. De volumen (g)	982.5	Peso material. Seco en estufa a 105°	893.2
Volumen masa + Vol. Vacios (cm3)	188.3	Peso específico seco	2.464
Peso material. Seco en estufa a 105°C (g)	492.3	Peso específico saturado	2.545
Volumen de la masa (cm3)	180.6	Peso específico aparente seco	2.682
Peso específico seco	2.614	% Absorción	3.30
Peso específico saturado	2.655		
Peso específico aparente seco	2.726		
% Absorción	1.56		

Contenido de Humedad Natural Norma : NTP 339.127 - ASTM D2216

Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)

: Agregado Grueso (Zurite 50% + Reciclado 50%)

Fecha Cusco, 27 de Diciembre del 2017

Agregado	Agregado Fino		Agregado Grueso	
	1	2	1	2
Muestra				
Peso de Capsula (g)	41.23	41.28	38.95	39.85
Peso Capsula+Suelo Humedo (g)	119.99	119.2	123.65	142.56
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	117.58	116.76	120.45	138.17
Peso del Suelo Humedo (g)	78.76	77.92	84.70	102.71
Peso del Suelo Seco (g)	76.35	75.48	81.50	98.32
Peso del Agua (g)	2.41	2.44	3.20	4.39
Contenido de Humedad (w)	3.16	3.23	3.93	4.47
Promedio Contenido de Humedad %	3.19		4.20	

Gráfico de contenido de Humedad



Observa: La muestra fue proporcionado por las interesado.

D. Peso unitario y vacío de los agregados.**Peso unitario y vacíos de los agregados finos****Norma MTC 203-2000**

Diámetro: 14.65 cm Volumen: 2,806.59 cm³
 Altura : 16.65 cm W. Molde (g) 2,549.00 g

Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	7,228	7,253	7,244	7,238
W. Molde (g)	2,549	2,549	2,549	2,549
W. Suelo (g)	4,679	4,704	4,695	4,689
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.667	1.676	1.673	1.671
Peso Unitario Compacto	1.672 g/cm ³			
Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	6,663	6,668	6,656	6,671
W. Molde (g)	2,549	2,549	2,549	2,549
W. Suelo (g)	4,114	4,119	4,107	4,122
Peso Unitario Compacto (g/cm ³)	1.466	1.468	1.463	1.469
Peso Unitario Suelto	1.466 g/cm ³			

Peso unitario y vacíos de los agregados gruesos**Tamaño máximo nominal 1"****Norma MTC 203-2000**

Cantera Agregado grueso (Zurite 50% y Reciclado 50%)

Diámetro: 15.10 cm Volumen: 5,372.36 cm³
 Altura : 30.00 cm W. Molde (g) 4,295.00 g

Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	12,188	12,089	12,055	12,155
W. Molde (g)	4,295	4,295	4,295	4,295
W. Suelo (g)	7,893	7,794	7,760	7,860
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.469	1.451	1.444	1.463
Peso Unitario Compacto	1.457 g/cm ³			
Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	11504	11377	11491	11526
W. Molde (g)	4,295	4,295	4,295	4,295
W. Suelo (g)	7,209	7,082	7,196	7,231
Peso Unitario Compacto (g/cm ³)	1.342	1.318	1.339	1.346
Peso Unitario Suelto	1.336 g/cm ³			

Prueba de Abrasión por medio de la máquina de los Ángeles**Norma MTC E 207-2000**

Cantera : Agregado grueso (Zurite 50% y Reciclado 50%)

Gradación	Nº Revoluciones	Nº Billas	Peso de Muestra antes de ensayo	Peso de Muestra después del ensayo	% Total Pérdida
" A "	500	12	5001	3856.4	22.9

E. Resistencia de diseño 210 kg/cm².

Diseño de mezclas - Método del Comité 211 del ACI

Resistencia de diseño 210 kg/cm²

CONDICIONES DE OBRA

1.	ELEMENTOS DE VIGAS Y COLUMNAS DE UN EDIFICIO		
2.	RESISTENCIA DE DISEÑO	= 210	KG/CM ²
3.	REGISTROS DE LAB. PARA CALC. DESV. ESTAND.	= NO	(¿SI O NO?)
3.	DESVIACION ESTANDAR DEL LABORATORIO	= N.E.	
4.	CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)	= PLASTICO	3" a 4"
5.	AIRE INCORPORADO (¿SI O NO?) / EXPOSICION	= NO	
6.	TIPO DE EXPOSICION DEL CONCRETO		
	NINGUNA		
	RESISTENCIA DE DISEÑO [(1) < 210 KG/CM ² ; (2) DE 210 A 350 KG/CM ² ; Y (3) > 350 KG/CM ²]		

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

1.	PORTLAND TIPO IP		
2.	PESO ESPECIFICO (γ_c)	=	2.85

AGREGADO FINO : Cantera Cunyac

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	2.655
2.	ABSORCION % ($A_{AF(\%)}$)	=	1.56 %
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	3.19 %
4.	MODULO DE FINEZA (MF)	=	2.91
5.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC (AF)}$)	=	1,672 KG/M ³
6.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUC (AF)}$)	=	1,466 KG/M ³

AGREGADO GRUESO : Piedra Cantera Zurite (50%) - Mat. Reciclado (50%)

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.545
2.	ABSORCION % ($A_{AG(\%)}$)	=	3.30 %
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	4.20 %
4.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AG)}$)	=	1,457 KG/M ³
5.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUEL (AG)}$)	=	1,336 KG/M ³
5.	PARTICULAS (¿ANGULAR O REDONDEADO?)	=	ANGULAR
6.	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	1 "

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211

1.	RESISTENCIA PROMEDIO	294	KG/CM ²
2.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO (V_a^u)	201	LIT/M ³
3.	CONTENIDO DE AIRE		
3.1.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	1.5%	
3.2.	CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	0.0%	
3.3.	CONTENIDO DE AIRE TOTAL	1.5%	

4.	RELACION AGUA CEMENTO																			
4.1.	RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		0.55																	
4.2.	RELACION AGUA CEMENTO POR DURABILIDAD																			
4.3.	<u>RELACION AGUA CEMENTO ADOPTADA</u>		0.55																	
5.	FACTOR CEMENTO		364	KG/M3																
5.1.	<u>NUMERO DE BOLSAS (42,5 KG)</u>		8.6	BLS.																
6.	<u>CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO</u>	$\left(\frac{b}{b_o}\right) = 0.66$	962	KG																
7.	<u>VOLUMENES ABSOLUTOS</u>																			
	CEMENTO	=	0.128 M3																	
	AGUA	=	0.201 M3																	
	AIRE	=	0.015 M3																	
	AGREGADO GRUESO	=	0.378 M3																	
	<u>SUMA DE VOLUMENES</u>	=	<u>0.722 M3</u>																	
8.	<u>AGREGADO FINO</u>																			
	VOLUMEN	=	0.278 M3																	
	PESO	=	739 KG																	
9.	<u>VALORES DE DISEÑO POR M3 (AGREGADOS SECOS)</u>																			
	CEMENTO	=	364	KG																
	AGUA	=	201	KG																
	AGREGADO FINO SECO	=	739	KG																
	AGREGADO GRUESO SECO	=	962	KG																
10.	<u>CORRECCION DE HUMEDAD</u>																			
	PARA AGREGADO FINO:	1.63%	=	12.1 KG																
	PARA AGREGADO GRUESO:	0.90%	=	8.7 KG																
	<u>VOLUMEN DE AGUA A CORREGIR</u>		=	<u>20.7 KG</u>																
	VOLUMEN DE AGUA EFECTIVA		=	180.3 KG																
11.	<u>VALORES DE DISEÑO POR M3 (AGREGADOS HUMEDOS)</u>																			
	CEMENTO	=	364	KG																
	AGUA	=	180	KG																
	AGREGADO FINO HUMEDO	=	763	KG																
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	1,002	KG																
12.	<u>PROPORCION EN VOLUMEN</u>																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTOS DE DISEÑO</th> <th>DISEÑO SIN CORRIG.</th> <th>DISEÑO OBRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>2.0</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>2.6</td> <td>2.8</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>23.5</td> <td>21.1</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTOS DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORRIG.	DISEÑO OBRA	CEMENTO	1	1	AGREGADO FINO	2.0	2.1	AGREGADO GRUESO	2.6	2.8	AGUA (LIT/BOLSA)	23.5	21.1	
ELEMENTOS DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORRIG.	DISEÑO OBRA																		
CEMENTO	1	1																		
AGREGADO FINO	2.0	2.1																		
AGREGADO GRUESO	2.6	2.8																		
AGUA (LIT/BOLSA)	23.5	21.1																		
13.	<u>PESOS POR TANDO DE UNA BOLSA</u>																			
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>=</td> <td>42.5</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>=</td> <td>89.1</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>=</td> <td>117.0</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>=</td> <td>21.1</td> <td>LIT/BOLS.</td> </tr> </tbody> </table>				CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.	AGREGADO FINO	=	89.1	KG/BOLS.	AGREGADO GRUESO	=	117.0	KG/BOLS.	AGUA (LIT/BOLSA)	=	21.1	LIT/BOLS.
CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.																	
AGREGADO FINO	=	89.1	KG/BOLS.																	
AGREGADO GRUESO	=	117.0	KG/BOLS.																	
AGUA (LIT/BOLSA)	=	21.1	LIT/BOLS.																	
14.	<u>POR M3</u>																			
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>=</td> <td>8.6</td> <td>Bols/m3.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>=</td> <td>0.51</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>=</td> <td>0.67</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>=</td> <td>180.3</td> <td>LIT/m3.</td> </tr> </tbody> </table>				CEMENTO	=	8.6	Bols/m3.	AGREGADO FINO	=	0.51	m3	AGREGADO GRUESO	=	0.67	m3	AGUA (LIT/BOLSA)	=	180.3	LIT/m3.
CEMENTO	=	8.6	Bols/m3.																	
AGREGADO FINO	=	0.51	m3																	
AGREGADO GRUESO	=	0.67	m3																	
AGUA (LIT/BOLSA)	=	180.3	LIT/m3.																	

F. Resistencia de diseño 175 kg/cm².

Diseño de mezclas - Método del Comité 211 del ACI

Resistencia de diseño 175 kg/cm²

CONDICIONES DE OBRA

1.	ELEMENTOS DE VIGAS Y COLUMNAS DE UN EDIFICIO	=	175	KG/CM2
2.	RESISTENCIA DE DISEÑO	=	NO	(¿SI O NO?)
3.	REGISTROS DE LAB. PARA CALC. DESV. ESTAND.	=	NO	
3.	DESVIACION ESTANDAR DEL LABORATORIO	=	N.E.	
4.	CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)	=	PLASTICO	3" a 4"
5.	AIRE INCORPORADO (¿SI O NO?) / EXPOSICION	=	NO	
6.	TIPO DE EXPOSICION DEL CONCRETO			

NINGUNA

RESISTENCIA DE DISEÑO [(1) < 210 KG/CM2; (2) DE 210 A 350 KG/CM2; Y (3) > 350 KG/CM2]

1

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

1.	PORTLAND TIPO IP			
2.	PESO ESPECIFICO (γ_c)	=	2.85	

AGREGADO FINO : Cantera Cunyac

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	2.655	
2.	ABSORCION % ($A_{AF(\%)}$)	=	1.56	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	3.19	%
4.	MODULO DE FINEZA (MF)	=	2.91	
5.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,672	KG/M3
6.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,466	KG/M3

AGREGADO GRUESO : Piedra Cantera Zurite (50%) - Mat. Reciclado (50%)

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.545	
2.	ABSORCION % ($A_{AG(\%)}$)	=	3.30	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	4.20	%
4.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AG)}$)	=	1,457	KG/M3
5.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUEL(AG)}$)	=	1,336	KG/M4
5.	PARTICULAS (¿ANGULAR O REDONDEADO?)	=	ANGULAR	
6.	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	1	"

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211

1.	RESISTENCIA PROMEDIO	245	KG/CM2
2.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO (V_a^u)	201	LIT/M3
3.	CONTENIDO DE AIRE		
3.1.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	1.5%	
3.2.	CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	0.0%	
3.3.	CONTENIDO DE AIRE TOTAL	1.5%	

G. Resistencia de diseño 140 kg/cm².

Diseño de mezclas - Método del Comité 211 del ACI

Resistencia de diseño 140 kg/cm²

CONDICIONES DE OBRA

1.	ELEMENTOS DE VIGAS Y COLUMNAS DE UN EDIFICIO		
2.	RESISTENCIA DE DISEÑO	= 140	KG/CM2
3.	REGISTROS DE LAB. PARA CALC. DESV. ESTAND.	= NO	(¿SI O NO?)
3.	DESVIACION ESTANDAR DEL LABORATORIO	= N.E.	
4.	CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)	= PLASTICO	3" a 4"
5.	AIRE INCORPORADO (¿SI O NO?) / EXPOSICION	= NO	
6.	TIPO DE EXPOSICION DEL CONCRETO		
	NINGUNA		
	RESISTENCIA DE DISEÑO [(1) < 210 KG/CM2; (2) DE 210 A 350 KG/CM2; Y (3) > 350 KG/CM2]		

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

1.	PORTLAND TIPO IP		
2.	PESO ESPECIFICO (γ_c)	=	2.85

AGREGADO FINO : Cantera Cunyac

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	2.655	
2.	ABSORCION % ($A_{AF(\%)}$)	=	1.56	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	3.19	%
4.	MODULO DE FINEZA (MF)	=	2.91	
5.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,672	KG/M3
6.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,466	KG/M3

AGREGADO GRUESO : Piedra Cantera Zurite (50%) - Mat. Reciclado (50%)

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.545	
2.	ABSORCION % ($A_{AG(\%)}$)	=	3.30	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	4.20	%
4.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AG)}$)	=	1,457	KG/M3
5.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUEL(AG)}$)	=	1,336	KG/M4
5.	PARTICULAS (¿ANGULAR O REDONDEADO?)	=	ANGULAR	
6.	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	1	"

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211

1.	RESISTENCIA PROMEDIO	210	KG/CM2
2.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO (V_a)	201	LIT/M3
3.	CONTENIDO DE AIRE		
3.1.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	1.5%	
3.2.	CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	0.0%	
3.3.	CONTENIDO DE AIRE TOTAL	1.5%	

4 .	RELACION AGUA CEMENTO																			
4.1 .	RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		0.68																	
4.2 .	RELACION AGUA CEMENTO POR DURABILIDAD																			
4.3	<u>RELACION AGUA CEMENTO ADOPTADA</u>		0.68																	
5 .	FACTOR CEMENTO		295	KG/M3																
5.1	<u>NUMERO DE BOLSAS (42.5 KG)</u>		6.9	BLS.																
6 .	<u>CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO</u>	$\left(\frac{b}{b_o}\right) = 0.66$	962	KG																
7 .	<u>VOLUMENES ABSOLUTOS</u>																			
	CEMENTO	=	0.104	M3																
	AGUA	=	0.201	M3																
	AIRE	=	0.015	M3																
	AGREGADO GRUESO	=	0.378	M3																
	<u>SUMA DE VOLUMENES</u>	=	0.697	M3																
8 .	<u>AGREGADO FINO</u>																			
	VOLUMEN	=	0.303	M3																
	PESO	=	804	KG																
9 .	<u>VALORES DE DISENO POR M3 (AGREGADOS SECOS)</u>																			
	CEMENTO	=	295	KG																
	AGUA	=	201	KG																
	AGREGADO FINO SECO	=	804	KG																
	AGREGADO GRUESO SECO	=	962	KG																
10 .	<u>CORRECCION DE HUMEDAD</u>																			
	PARA AGREGADO FINO:	1.63%	=	13.1 KG																
	PARA AGREGADO GRUESO:	0.90%	=	8.7 KG																
	<u>VOLUMEN DE AGUA A CORREGIR</u>		=	21.8 KG																
	VOLUMEN DE AGUA EFECTIVA		=	179.2 KG																
11 .	<u>VALORES DE DISENO POR M3 (AGREGADOS HUMEDOS)</u>																			
	CEMENTO	=	295	KG																
	AGUA	=	179	KG																
	AGREGADO FINO HUMEDO	=	829	KG																
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	1,002	KG																
12 .	<u>PROPORCION EN VOLUMEN</u>																			
	<table border="1" data-bbox="689 1361 1398 1563"> <thead> <tr> <th>ELEMENTOS DE DISEÑO</th> <th>DISEÑO SIN CORRIG.</th> <th>DISEÑO OBRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>1</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>2.7</td> <td>2.8</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>3.3</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>29.0</td> <td>25.8</td> </tr> </tbody> </table>	ELEMENTOS DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORRIG.	DISEÑO OBRA	CEMENTO	1	1.0	AGREGADO FINO	2.7	2.8	AGREGADO GRUESO	3.3	3.4	AGUA (LIT/BOLSA)	29.0	25.8				
ELEMENTOS DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORRIG.	DISEÑO OBRA																		
CEMENTO	1	1.0																		
AGREGADO FINO	2.7	2.8																		
AGREGADO GRUESO	3.3	3.4																		
AGUA (LIT/BOLSA)	29.0	25.8																		
13 .	<u>PESOS POR TANDO DE UNA BOLSA</u>																			
	<table border="1" data-bbox="689 1621 1398 1809"> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>=</td> <td>42.5</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>=</td> <td>119.5</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>=</td> <td>144.4</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>=</td> <td>25.8</td> <td>LIT/BOLS.</td> </tr> </tbody> </table>	CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.	AGREGADO FINO	=	119.5	KG/BOLS.	AGREGADO GRUESO	=	144.4	KG/BOLS.	AGUA (LIT/BOLSA)	=	25.8	LIT/BOLS.			
CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.																	
AGREGADO FINO	=	119.5	KG/BOLS.																	
AGREGADO GRUESO	=	144.4	KG/BOLS.																	
AGUA (LIT/BOLSA)	=	25.8	LIT/BOLS.																	
14 .	<u>POR M3</u>																			
	<table border="1" data-bbox="689 1859 1398 2029"> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>=</td> <td>6.9</td> <td>Bols/m3.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>=</td> <td>0.55</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>=</td> <td>0.67</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>=</td> <td>179.2</td> <td>LIT/m3.</td> </tr> </tbody> </table>	CEMENTO	=	6.9	Bols/m3.	AGREGADO FINO	=	0.55	m3	AGREGADO GRUESO	=	0.67	m3	AGUA (LIT/BOLSA)	=	179.2	LIT/m3.			
CEMENTO	=	6.9	Bols/m3.																	
AGREGADO FINO	=	0.55	m3																	
AGREGADO GRUESO	=	0.67	m3																	
AGUA (LIT/BOLSA)	=	179.2	LIT/m3.																	

H. Compresión simple $f'c=210$ kg/cm², $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=140$ kg/cm².

COMPRESIÓN SIMPLE DE PROBETAS CILÍNDRICAS

Nº	Estructura y Elemento	Fecha		Edad (días)	Diseño $f'c$ (kg/cm ²)	Lectura Dial (Kg)	Diámetro (cm)	Resistencia	
		Moldeo	Rotura					$f'c$ Ensayo (Kg/cm ²)	$f'c$ Ensayo/ $f'c$ (%)
1	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	16,345	14.90	93.7	45%
2	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	16,503	15.00	93.4	44%
3	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	14,031	15.00	79.4	38%
4	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	13,984	15.00	79.1	38%
5	Testigos de concreto	27/11/2017	04/12/2017	7	210	27,016	15.00	152.9	73%
6	Testigos de concreto	27/11/2017	04/12/2017	7	210	26,951	14.95	153.5	73%
7	Testigos de concreto	27/11/2017	11/12/2017	14	210	31,034	15.00	175.6	84%
8	Testigos de concreto	27/11/2017	11/12/2017	14	210	31,337	15.00	177.3	84%
9	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	210	34,543	14.95	196.8	94%
10	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	210	34,561	15.00	195.6	93%
11	Testigos de concreto	28/11/2017	26/12/2017	28	210	37,856	15.00	214.2	102%
12	Testigos de concreto	28/11/2017	26/12/2017	28	210	37,301	15.00	211.1	101%
1	Testigos de concreto	04/12/2017	07/12/2017	3	175	12,341	15.00	69.8	40%
2	Testigos de concreto	04/12/2017	07/12/2017	3	175	12,432	15.00	70.4	40%
3	Testigos de concreto	04/12/2017	11/12/2017	7	175	22,912	15.05	128.8	74%
4	Testigos de concreto	04/12/2017	11/12/2017	7	175	22,841	15.00	129.3	74%
5	Testigos de concreto	04/12/2017	18/12/2017	14	175	26,031	14.95	148.3	85%
6	Testigos de concreto	04/12/2017	18/12/2017	14	175	26,405	15.00	149.4	85%
7	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	175	28,941	15.05	162.7	93%
8	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	175	28,294	14.95	161.2	92%
9	Testigos de concreto	24/11/2017	22/12/2017	28	175	31,536	15.05	177.3	101%
10	Testigos de concreto	24/11/2017	22/12/2017	28	175	31,054	14.95	176.9	101%
1	Testigos de concreto	04/12/2017	07/12/2017	3	140	10,431	15.00	59.0	42%
2	Testigos de concreto	04/12/2017	07/12/2017	3	140	10,741	15.00	60.8	43%
3	Testigos de concreto	11/12/2017	18/12/2017	7	140	18,641	15.00	105.5	75%
4	Testigos de concreto	11/12/2017	18/12/2017	7	140	18,214	14.95	103.8	74%
5	Testigos de concreto	12/12/2017	26/12/2017	14	140	21,543	14.90	123.6	88%
6	Testigos de concreto	12/12/2017	26/12/2017	14	140	21,435	14.95	122.1	87%
7	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	140	23,597	15.05	132.6	95%
8	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	140	23,013	15.00	130.2	93%
9	Testigos de concreto	24/11/2017	22/12/2017	28	140	25,648	15.00	145.1	104%
10	Testigos de concreto	24/11/2017	22/12/2017	28	140	25,124	14.95	143.1	102%

4. ANEXO: DISEÑO DE MEZCLA CON AGZ 0% Y AGR 100%

A. Análisis granulométrico de arena grueso

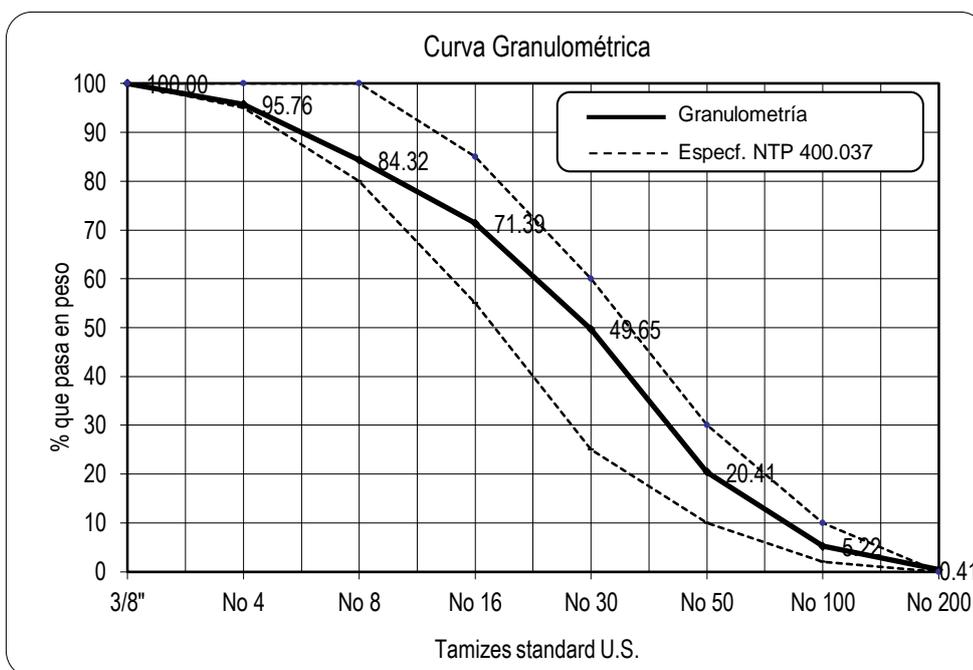
Análisis granulométrico NTP 339.128

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)

Tamaño de mallas		Peso retenido g	Retenido en %	% que pasa	Características físicas	
(Pulg.)	(mm)					
3/8"	9.52	0.0	0.00	100.00	Modulo de fineza (2.35 a 3.15)	2.91
No 4	4.76	54.2	4.24	95.76	Contenido de humedad	3.19
No 8	2.36	146.4	11.45	84.32	Peso unitario suelto (Tn/m ³)	1.47
No 16	1.18	165.3	12.92	71.39	Peso unitario compacto (Tn/m ³)	1.67
No 30	0.59	278.1	21.74	49.65	Peso específico seco	2.61
No 50	0.30	373.9	29.23	20.41	Peso específico saturado	2.66
No 100	0.15	194.4	15.20	5.22	Peso específico aparente, seco	2.73
No 200	0.07	61.5	4.81	0.41	% absorción	1.56
Cazoleta	0.1	5.2	0.41		% que pasa la malla N° 200 (<0.5%)	0.41
Total :		1,279.0	100.00		% Equivalente de Arena	



El diseño de mezclas se realizará para un módulo de fineza de 3.15 (máximo recomendable), considerando que es aceptable una variación de ± 0.20 . se recomienda lavar el agregado fino, ya que el % permisible de material que para el tamiz N° 200 es 0.50%.

B. Análisis granulométrico de AGZ 0% y AGR 100%

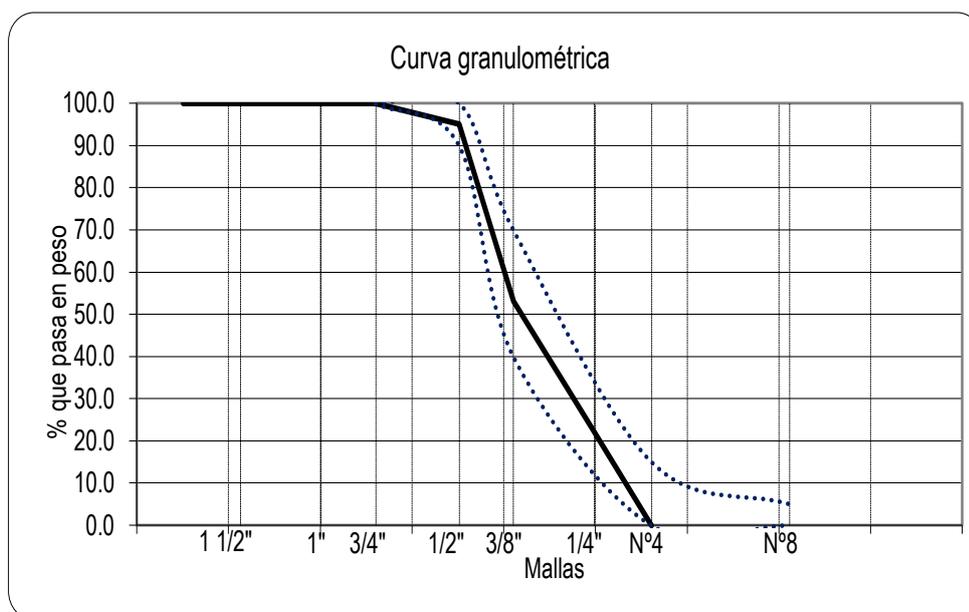
Análisis granulométrico NTP 339.128

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : CUSCO - CUSCO -CUSCO

Cantera : AGREGADO GURESO (AGZ 0% y AGR 100%)

Tamaño de mallas		Peso retenido g	Retenido en %	% que pasa	Características físicas	
(Pulg.)	(mm)				Tamaño máximo	3/4"
2"	50.00		0.00	100.0	Tamaño máximo nominal	1/2"
1 1/2"	37.50	0.0	0.00	100.0	Contenido de humedad	4.90
1"	25.00	0.0	0.00	100.0	Peso unitario suelto (Tn/m ³)	1.375
3/4"	19.00	0.0	0.00	100.0	Peso unitario compacto (Tn/m ³)	1.521
1/2"	12.50	52.3	4.96	95.0	Peso específico seco	2.363
3/8"	9.52	442.5	41.94	53.1	Peso específico saturado	2.479
1/4"	6.35	325.2	30.82	22.3	Peso específico aparente, seco	2.672
Base	4.76	235.2	22.29	0.0	% absorción	4.89
TOTAL		1,055.2	100.00		% Abrasión	28.8



Tamaño de mallas		Especificación NTP 400.037	
(Pulg.)	(mm)	% que pasan	
3/4"	19	100	100
1/2"	12.5	90	100
3/8"	9.52	40	70
N°4	4.76	0	15
N°8	2.38	0	5

Observaciones : Cantera Zurite agregado grueso (Piedra) y agregado grueso de concreto reciclado.

C. Gravedad específica, absorción y contenido de humedad de AGZ 0% y AGR 100 %

Ensayo de gravedad específica y absorción de los agregados

Proyecto : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DE ZURITE POR AGREGADO GRUESO DE CONCRETO RECICLADO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBRAS CIVILES EN LA CIUDAD DEL CUSCO

Ubicación : Cusco - Cusco -Cusco

Identificación: Norma MTC E 205 - 2000		Identificación: Norma MTC E 206 - 2000	
Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)		Cantera : Agregado Grueso (AGZ 0% + AGR 100%)	
Nº de muestra	1	Nº de muestra	1
Peso frasco + agua (g)	670.8	Peso material sat. y sup. seca (en aire) (g)	500
Peso material saturado (g)	500	Peso material sat. y sup. seca (en agua) (g)	298.3
Peso material + frasco + agua (g)	1170.8	Volumen de la masa+ Volumen de vaciosa (cm3)	201.7
Peso con desplazamiento. De volumen (g)	982.5	Peso material. Seco en estufa a 105°	476.7
Volumen masa + Vol. Vacios (cm3)	188.3	Peso específico seco	2.363
Peso material. Seco en estufa a 105°C (g)	492.3	Peso específico saturado	2.479
Volumen de la masa (cm3)	180.6	Peso específico aparente seco	2.672
Peso específico seco	2.614	% Absorción	4.89
Peso específico saturado	2.655		
Peso específico aparente seco	2.726		
% Absorción	1.56		

Contenido de Humedad Natural Norma : NTP 339.127 - ASTM D2216

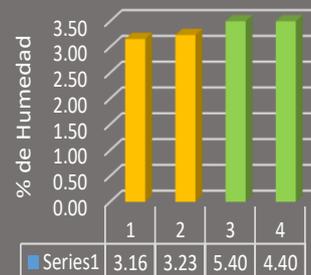
Cantera : Arena Grueso (Cantera Cunyac)

: Agregado Grueso (AGZ 0% + AGR 100%)

Fecha Cusco, 27 de Diciembre del 2017

Agregado	Agregado Fino		Agregado Grueso	
	1	2	1	2
Muestra				
Peso de Capsula (g)	41.23	41.28	41.55	40.62
Peso Capsula+Suelo Humedo (g)	119.99	119.2	122.49	122.03
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	117.58	116.76	118.34	118.6
Peso del Suelo Humedo (g)	78.76	77.92	80.94	81.41
Peso del Suelo Seco (g)	76.35	75.48	76.79	77.98
Peso del Agua (g)	2.41	2.44	4.15	3.43
Contenido de Humedad (w)	3.16	3.23	5.40	4.40
Promedio Contenido de Humedad %	3.19		4.90	

Gráfico de contenido de Humedad



Observa: La muestra fue proporcionado por las interesado.

D. Peso unitario de los agregados.**Peso unitario y vacíos de los agregados finos****Norma MTC 203-2000**

Diámetro: 14.65 cm Volumen: 2,806.59 cm³
 Altura : 16.65 cm W. Molde (g) 2,549.00 g

Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	7,228	7,253	7,244	7,238
W. Molde (g)	2,549	2,549	2,549	2,549
W. Suelo (g)	4,679	4,704	4,695	4,689
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.667	1.676	1.673	1.671
Peso Unitario Compacto	1.672 g/cm ³			
Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	6,663	6,668	6,656	6,671
W. Molde (g)	2,549	2,549	2,549	2,549
W. Suelo (g)	4,114	4,119	4,107	4,122
Peso Unitario Compacto (g/cm ³)	1.466	1.468	1.463	1.469
Peso Unitario Suelto	1.466 g/cm ³			

Peso unitario y vacíos de los agregados gruesos**Tamaño máximo nominal 1"****Norma MTC 203-2000**

Cantera Agregado Grueso (AGZ 0% y AGR 100%)

Diámetro: 15.10 cm Volumen: 5,372.36 cm³
 Altura : 30.00 cm W. Molde (g) 4,295.00 g

Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	12,403	12,398	12,656	12,401
W. Molde (g)	4,295	4,295	4,295	4,295
W. Suelo (g)	8,108	8,103	8,361	8,106
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.509	1.508	1.556	1.509
Peso Unitario Compacto	1.521 g/cm ³			
Nº Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	11,747	11,716	11,615	11,654
W. Molde (g)	4,295	4,295	4,295	4,295
W. Suelo (g)	7,452	7,421	7,320	7,359
Peso Unitario Compacto (g/cm ³)	1.387	1.381	1.363	1.370
Peso Unitario Suelto	1.375 g/cm ³			

Prueba de Abrasión por medio de la máquina de los Ángeles**Norma MTC E 207-2000**

Cantera : Agregado Grueso (AGZ 0% y AGR 100%)

Gradación	Nº Revoluciones	Nº Billas	Peso de Muestra antes de ensayo	Peso de Muestra después del ensayo	% Total Pérdida
" A "	500	12	5000.2	3558	28.8

E. Resistencia de diseño 210 kg/cm².

Diseño de mezclas - Método del Comité 211 del ACI

Resistencia de diseño 210 kg/cm²

CONDICIONES DE OBRA

1.	ELEMENTOS DE VIGAS Y COLUMNAS DE UN EDIFICIO	= 210	KG/CM2
2.	RESISTENCIA DE DISEÑO	= NO	(¿SI O NO?)
3.	REGISTROS DE LAB. PARA CALC. DESV. ESTAND.	= N.E.	
3.	DESVIACION ESTANDAR DEL LABORATORIO	= PLASTICO	3" a 4"
4.	CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)	= NO	
5.	AIRE INCORPORADO (¿SI O NO?) / EXPOSICION		
6.	TIPO DE EXPOSICION DEL CONCRETO		
	NINGUNA		
	RESISTENCIA DE DISEÑO [(1) < 210 KG/CM2; (2) DE 210 A 350 KG/CM2; Y (3) > 350 KG/CM2]		

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

1.	PORTLAND TIPO IP		
2.	PESO ESPECIFICO (γ_C)	=	2.85

AGREGADO FINO : Cantera Cunyac

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	2.655	
2.	ABSORCION % ($A_{AF(\%)}$)	=	1.56	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	3.19	%
4.	MODULO DE FINEZA (MF)	=	2.91	
5.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC (AF)}$)	=	1,672	KG/M3
6.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUC (AF)}$)	=	1,466	KG/M3

AGREGADO GRUESO : Material Reciclado (100%)

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.479	
2.	ABSORCION % ($A_{AG(\%)}$)	=	4.89	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	4.20	%
4.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AG)}$)	=	1,521	KG/M3
5.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUEL (AG)}$)	=	1,375	KG/M3
5.	PARTICULAS (¿ANGULAR O REDONDEADO?)	=	ANGULAR	
6.	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	1/2	"

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211

1.	RESISTENCIA PROMEDIO	294	KG/CM2
2.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO (V_a^u)	216	LIT/M3
3.	CONTENIDO DE AIRE		
3.1.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	2.5%	
3.2.	CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	0.0%	
3.3.	CONTENIDO DE AIRE TOTAL	2.5%	

F. Resistencia de diseño 175 kg/cm².

Diseño de mezclas - Método del Comité 211 del ACI

Resistencia de diseño 175 kg/cm²

CONDICIONES DE OBRA

1.	ELEMENTOS DE VIGAS Y COLUMNAS DE UN EDIFICIO	=	175	KG/CM2
2.	RESISTENCIA DE DISEÑO	=	175	KG/CM2
3.	REGISTROS DE LAB. PARA CALC. DESV. ESTAND.	=	NO	(¿SI O NO?)
3.	DESVIACION ESTANDAR DEL LABORATORIO	=	N.E.	
4.	CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)	=	PLASTICO	3" a 4"
5.	AIRE INCORPORADO (¿SI O NO?) / EXPOSICION	=	NO	
6.	TIPO DE EXPOSICION DEL CONCRETO	=	NO	

NINGUNA
RESISTENCIA DE DISEÑO [(1) < 210 KG/CM2; (2) DE 210 A 350 KG/CM2; Y (3) > 350 KG/CM2]

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

1.	PORTLAND TIPO IP			
2.	PESO ESPECIFICO (γ_c)	=	2.85	

AGREGADO FINO : Cantera Cunyac

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	2.655	
2.	ABSORCION % ($A_{AF(\%)}$)	=	1.56	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	3.19	%
4.	MODULO DE FINEZA (MF)	=	2.91	
5.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,672	KG/M3
6.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,466	KG/M3

AGREGADO GRUESO : Material Reciclado (100%)

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.479	
2.	ABSORCION % ($A_{AG(\%)}$)	=	4.89	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	4.20	%
4.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AG)}$)	=	1,521	KG/M3
5.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUEL(AG)}$)	=	1,375	KG/M4
5.	PARTICULAS (¿ANGULAR O REDONDEADO?)	=	ANGULAR	
6.	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	1/2	"

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211

1.	RESISTENCIA PROMEDIO	245	KG/CM2
2.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO (V_a^u)	216	LIT/M3
3.	CONTENIDO DE AIRE		
3.1.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	2.5%	
3.2.	CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	0.0%	
3.3.	CONTENIDO DE AIRE TOTAL	2.5%	

4 .	RELACION AGUA CEMENTO																			
4.1 .	RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		0.62																	
4.2 .	RELACION AGUA CEMENTO POR DURABILIDAD																			
4.3	<u>RELACION AGUA CEMENTO ADOPTADA</u>		0.62																	
5 .	FACTOR CEMENTO		346	KG/M3																
5.1	<u>NUMERO DE BOLSAS (42,5 KG)</u>		8.1	BLS.																
6 .	<u>CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO</u>	$\left(\frac{b}{b_o}\right) = 0.54$	821	KG																
7 .	<u>VOLUMENES ABSOLUTOS</u>																			
	CEMENTO	=	0.121	M3																
	AGUA	=	0.216	M3																
	AIRE	=	0.025	M3																
	AGREGADO GRUESO	=	0.331	M3																
	<u>SUMA DE VOLUMENES</u>	=	0.694	M3																
8 .	<u>AGREGADO FINO</u>																			
	VOLUMEN	=	0.306	M3																
	PESO	=	813	KG																
9 .	<u>VALORES DE DISEÑO POR M3 (AGREGADOS SECOS)</u>																			
	CEMENTO	=	346	KG																
	AGUA	=	216	KG																
	AGREGADO FINO SECO	=	813	KG																
	AGREGADO GRUESO SECO	=	821	KG																
10 .	<u>CORRECCION DE HUMEDAD</u>																			
	PARA AGREGADO FINO:	1.63%	=	13.3 KG																
	PARA AGREGADO GRUESO:	-0.69%	=	-5.7 KG																
	<u>VOLUMEN DE AGUA A CORREGIR</u>		=	7.6 KG																
	VOLUMEN DE AGUA EFECTIVA		=	208.4 KG																
11 .	<u>VALORES DE DISEÑO POR M3 (AGREGADOS HUMEDOS)</u>																			
	CEMENTO	=	346	KG																
	AGUA	=	208	KG																
	AGREGADO FINO HUMEDO	=	839	KG																
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	856	KG																
12 .	<u>PROPORCION EN VOLUMEN</u>																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTOS DE DISEÑO</th> <th>DISEÑO SIN CORRIG.</th> <th>DISEÑO OBRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>2.4</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>2.4</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>26.5</td> <td>25.6</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTOS DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORRIG.	DISEÑO OBRA	CEMENTO	1	1	AGREGADO FINO	2.4	2.4	AGREGADO GRUESO	2.4	2.5	AGUA (LIT/BOLSA)	26.5	25.6	
ELEMENTOS DE DISEÑO	DISEÑO SIN CORRIG.	DISEÑO OBRA																		
CEMENTO	1	1																		
AGREGADO FINO	2.4	2.4																		
AGREGADO GRUESO	2.4	2.5																		
AGUA (LIT/BOLSA)	26.5	25.6																		
13 .	<u>PESOS POR TANDO DE UNA BOLSA</u>																			
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>=</td> <td>42.5</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>=</td> <td>103.1</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>=</td> <td>105.1</td> <td>KG/BOLS.</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>=</td> <td>25.6</td> <td>LIT/BOLS.</td> </tr> </tbody> </table>				CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.	AGREGADO FINO	=	103.1	KG/BOLS.	AGREGADO GRUESO	=	105.1	KG/BOLS.	AGUA (LIT/BOLSA)	=	25.6	LIT/BOLS.
CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.																	
AGREGADO FINO	=	103.1	KG/BOLS.																	
AGREGADO GRUESO	=	105.1	KG/BOLS.																	
AGUA (LIT/BOLSA)	=	25.6	LIT/BOLS.																	
14 .	<u>POR M3</u>																			
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>=</td> <td>8.1</td> <td>Bols/m3.</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO</td> <td>=</td> <td>0.56</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>AGREGADO GRUESO</td> <td>=</td> <td>0.57</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>AGUA (LIT/BOLSA)</td> <td>=</td> <td>208.4</td> <td>LIT/m3.</td> </tr> </tbody> </table>				CEMENTO	=	8.1	Bols/m3.	AGREGADO FINO	=	0.56	m3	AGREGADO GRUESO	=	0.57	m3	AGUA (LIT/BOLSA)	=	208.4	LIT/m3.
CEMENTO	=	8.1	Bols/m3.																	
AGREGADO FINO	=	0.56	m3																	
AGREGADO GRUESO	=	0.57	m3																	
AGUA (LIT/BOLSA)	=	208.4	LIT/m3.																	

G. Resistencia de diseño 140 kg/cm².

Diseño de mezclas - Método del Comité 211 del ACI

Resistencia de diseño 140 kg/cm²

CONDICIONES DE OBRA

1.	ELEMENTOS DE VIGAS Y COLUMNAS DE UN EDIFICIO		
2.	RESISTENCIA DE DISEÑO	= 140	KG/CM2
3.	REGISTROS DE LAB. PARA CALC. DESV. ESTAND.	= NO	(¿SI O NO?)
3.	DESVIACION ESTANDAR DEL LABORATORIO	= N.E.	
4.	CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)	= PLASTICO	3" a 4"
5.	AIRE INCORPORADO (¿SI O NO?) / EXPOSICION	= NO	
6.	TIPO DE EXPOSICION DEL CONCRETO		
	NINGUNA		
	RESISTENCIA DE DISEÑO [(1) < 210 KG/CM2; (2) DE 210 A 350 KG/CM2; Y (3) > 350 KG/CM2]		

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO

1.	PORTLAND TIPO IP		
2.	PESO ESPECIFICO (γ_C)	=	2.85

AGREGADO FINO : Cantera Cunyac

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	2.655	
2.	ABSORCION % ($A_{AF(\%)}$)	=	1.56	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	3.19	%
4.	MODULO DE FINEZA (MF)	=	2.91	
5.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,672	KG/M3
6.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUC(AF)}$)	=	1,466	KG/M3

AGREGADO GRUESO : Material Reciclado (100%)

1.	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.479	
2.	ABSORCION % ($A_{AG(\%)}$)	=	4.89	%
3.	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	4.20	%
4.	PESO SECO UNITARIO COMPACTO ($\rho_{SUC(AG)}$)	=	1,521	KG/M3
5.	PESO SECO UNITARIO SUELTO ($\rho_{SUEL(AG)}$)	=	1,375	KG/M4
5.	PARTICULAS (¿ANGULAR O REDONDEADO?)	=	ANGULAR	
6.	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	1/2	"

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211

1.	RESISTENCIA PROMEDIO	210	KG/CM2
2.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO (V_a^u)	216	LIT/M3
3.	CONTENIDO DE AIRE		
3.1.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	2.5%	
3.2.	CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO	0.0%	
3.3.	CONTENIDO DE AIRE TOTAL	2.5%	

H. Compresión simple $f'c=210$ kg/cm², $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=140$ kg/cm².

COMPRESIÓN SIMPLE DE PROBETAS CILÍNDRICAS

Nº	Estructura y Elemento	Fecha		Edad (días)	Diseño $f'c$ (kg/cm ²)	Lectura Dial (Kg)	Diámetro (cm)	Resistencia	
		Moldeo	Rotura					$f'c$ Ensayo (Kg/cm ²)	$f'c$ Ensayo/ $f'c$ (%)
1	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	15,321	14.90	87.9	42%
2	Testigos de concreto	27/11/2017	30/11/2017	3	210	14,936	15.00	84.5	40%
3	Testigos de concreto	27/11/2017	04/12/2017	7	210	26,314	15.00	148.9	71%
4	Testigos de concreto	27/11/2017	04/12/2017	7	210	25,956	14.95	147.9	70%
5	Testigos de concreto	27/11/2017	11/12/2017	14	210	29,678	15.00	167.9	80%
6	Testigos de concreto	27/11/2017	11/12/2017	14	210	30,193	15.00	170.9	81%
7	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	210	32,497	14.95	185.1	88%
8	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	210	33,631	15.00	190.3	91%
9	Testigos de concreto	28/11/2017	26/12/2017	28	210	35,017	15.00	198.2	94%
10	Testigos de concreto	28/11/2017	26/12/2017	28	210	35,197	15.00	199.2	95%
1	Testigos de concreto	04/12/2017	07/12/2017	3	175	13,245	14.95	75.5	43%
2	Testigos de concreto	04/12/2017	07/12/2017	3	175	13,676	15.00	77.4	44%
3	Testigos de concreto	04/12/2017	11/12/2017	7	175	19,346	15.00	109.5	63%
4	Testigos de concreto	04/12/2017	11/12/2017	7	175	16,853	14.90	96.7	55%
5	Testigos de concreto	04/12/2017	11/12/2017	7	175	21,983	14.95	125.2	72%
6	Testigos de concreto	04/12/2017	11/12/2017	7	175	22,063	15.10	123.2	70%
7	Testigos de concreto	04/12/2017	18/12/2017	14	175	26,014	14.90	149.2	85%
8	Testigos de concreto	04/12/2017	18/12/2017	14	175	25,931	15.00	146.7	84%
9	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	175	24,633	14.90	141.3	81%
10	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	175	25,011	15.00	141.5	81%
11	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	175	27,905	15.00	157.9	90%
12	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	175	28,014	14.90	160.7	92%
13	Testigos de concreto	24/11/2017	22/12/2017	28	175	29,816	14.95	169.9	97%
14	Testigos de concreto	24/11/2017	22/12/2017	28	175	29,398	15.00	166.4	95%
1	Testigos de concreto	04/12/2017	07/12/2017	3	140	10,431	15.00	59.0	42%
2	Testigos de concreto	04/12/2017	07/12/2017	3	140	10,537	14.90	60.4	43%
3	Testigos de concreto	11/12/2017	18/12/2017	7	140	18,036	14.95	102.7	73%
4	Testigos de concreto	11/12/2017	18/12/2017	7	140	17,949	14.90	102.9	74%
5	Testigos de concreto	12/12/2017	26/12/2017	14	140	20,534	15.00	116.2	83%
6	Testigos de concreto	12/12/2017	26/12/2017	14	140	20,598	15.00	116.6	83%
7	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	140	22,896	15.00	129.6	93%
8	Testigos de concreto	01/12/2017	22/12/2017	21	140	21,901	14.95	124.8	89%
9	Testigos de concreto	24/11/2017	22/12/2017	28	140	23,379	14.95	133.2	95%
10	Testigos de concreto	24/11/2017	22/12/2017	28	140	23,402	15.00	132.4	95%

AGREGADO GRUESO ZURITE 50% Y AGREGADO GRUESO RECICLADO 50%

Partida	03.02.00	CONCRETO f'c=140 kg/cm2 EN VEREDAS				
Rendimiento	m3/DIA	MO	10.00	EQ. 10.00	Costo unitario directo por	398.49
Codigo	Discripcion Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial s/.
	Mano de Obra					
	OPERARIO	hh	0.5000	0.4000	11.40	4.56
	OFICIAL	hh	3.0000	2.4000	9.88	23.71
	PEON	hh	10.0000	8.0000	8.86	70.88
						99.15
	Materiales					
	PIEDRA CHANCADA DE 1"	m3		0.3350	90.00	30.15
	CONCRETO RECICLADO DE 1/2"	m3		0.3350	60.00	20.10
	AGREGADO FINO	m3		0.5500	100.00	55.00
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.50 KG)	bol		6.9000	25.00	172.50
	AGUA	m3		0.1793	1.20	0.22
						277.97
	Equipo					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	99.15	2.97
	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9P3	hm	1.0000	0.8000	15.00	12.00
	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8000	8.00	6.40
						21.37

AGREGADO GRUESO ZURITE 0% Y AGREGADO GRUESO RECICLADO 100%

Partida	03.03.00	CONCRETO f'c=140 kg/cm2 EN VEREDAS				
Rendimiento	m3/DIA	MO	10.00	EQ. 10.00	Costo unitario directo por	400.48
Codigo	Discripcion Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial s/.
	Mano de Obra					
	OPERARIO	hh	0.5000	0.4000	11.40	4.56
	OFICIAL	hh	3.0000	2.4000	9.88	23.71
	PEON	hh	10.0000	8.0000	8.86	70.88
						99.15
	Materiales					
	CONCRETO RECICLADO DE 1/2"	m3		0.5700	60.00	34.20
	AGREGADO FINO	m3		0.5800	100.00	58.00
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.50 KG)	bol		7.5000	25.00	187.50
	AGUA	m3		0.2080	1.20	0.25
						279.95
	Equipo					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	99.15	2.97
	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9P3	hm	1.0000	0.8000	15.00	12.00
	VIBRADORA DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8000	8.00	6.40
						21.37

**6. ANEXO: PANEL FOTOGRAFICO
ACOPIO Y TRITURACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO**



Acopio del concreto reciclado.



Carguío y transporte del concreto reciclado.



Transporte con cardador frontal para el triturado del agregado.



Alimentado a la trituradora para el triturado del agregado reciclado.



Procediendo con la trituración del concreto reciclado.



Agregado de 1/2" producto de la trituración del concreto reciclado.



Preparado de mezcla de concreto



Briquetas para la rotura

ROTURA DE MUESTRAS

Concreto convencional de 210 kg/cm², 175 kg/cm² y 140 kg/cm².



Concreto reciclado al 100% de 210 kg/cm², 175 kg/cm² y 140 kg/cm².



Concreto reciclado al 50% de 210 kg/cm², 175 kg/cm² y 140 kg/cm².





Cabeceo de los cilindros de concreto



Rotura de briquetas

Verificación de resultados



Verificación de resultados de rotura de las muestras con mi dictaminaste de tesis



Identificado la falla de la rotura de las muestras con mi dictaminaste de tesis



Analizando las roturas



Analizando las roturas

MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	DISEÑO
<p>General: ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la Cantera Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado de pavimento rígido en la Ciudad de Cusco?</p> <p>Específicos: ¿Cuáles son las características físico-mecánicas del agregado grueso; de cantera (Zurite) y de concreto reciclado (Cusco) para el diseño de mezclas??</p> <p>¿Cuál es la influencia de relación agua/cemento en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$?</p>	<p>General: Analizar la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la Cantera Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado de pavimento rígido para obras civiles en la Ciudad del Cusco.</p> <p>Específicos: Determinar las características físico-mecánicas del agregado grueso; de cantera (Zurite) y de concreto reciclado (Cusco) para el diseño de mezclas.</p> <p>Determinar la influencia de la relación agua/cemento en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$.</p>	<p>General: La resistencia a la compresión del concreto, son similares sustituyendo el agregado grueso de la Cantera Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado de pavimento rígido en la Ciudad de Cusco.</p> <p>Específicos: Las características físico-mecánicas del agregado grueso; de cantera (Zurite) y de concreto reciclado (Cusco) para el diseño de mezclas, es apto para el diseño de mezcla.</p> <p>La relación agua/cemento influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$.</p>	<p>Tipo de Investigación: Según su finalidad es una "Investigación Aplicada", porque intenta resolver el problema planteado en la investigación y según su naturaleza es un "Investigación cuantitativa" porque se observa y recolecta datos numéricos</p> <p>Método de Investigación: La metodología será Hipotética - Deductiva; porque se ha planteado una hipótesis que se demostrara a través de medidas o deducciones que se realizaran en laboratorio.</p> <p>Población: La población de esta investigación serán las briquetas elaboradas en los distritos que conforman a la Provincia de Cusco.</p> <p>Muestra: La muestra representativa con la cual se desarrollará el trabajo de investigación serán 90 briquetas elaboradas con agregados grueso de la cantera de Zurite y concreto reciclado como agregado grueso.</p> <p>Técnicas: La técnica que se usara en la investigación es la Observación a través de la recolección de datos.</p>