

Este factor implicaría un mayor cuidado en la hidratación del concreto, debido a que una evaporación del agua superficial rápida, una baja velocidad de exudación podría generar fisuras por contracción plástica.

2.2.6.2 Influencia de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado endurecido.

✓ Durabilidad.

Buck como Malhotra encontraron que la resistencia al congelamiento / deshielo del concreto preparado con agregados de concreto reciclado era similar a la de los concretos de control, excepto que Malhotra encontró que el concreto preparado con grava de sílice reciclada presentaba una mejor resistencia al congelamiento / deshielo que la del concreto preparado con grava de sílice original. Esto se debe a que el mortero utilizado anteriormente recubre la superficie de las partículas de grava; en el concreto demolido sella los poros e impide la entrada de agua a las partículas de sílice susceptibles al congelamiento.

Tabla 14. Factor de durabilidad del concreto con agregado reciclado después de un ciclo acelerado de congelamiento / deshielo.

Tipo de agregado Utilizado.	No. de Ciclos	Factor de Durabilidad
Grava nueva de sílice y arena.	300	3
Agregado grueso de concreto demolido (concreto de grava de sílice) y arena.	300	23
Concreto demolido (grava de sílice) grueso y fino.	300	28
Agregado grueso de caliza, y arena.	300	62
Agregado grueso de concreto de caliza demolido, y arena.	300	45

Fuente (Tesis. Jorge Arturo García – Concreto Reciclado)

✓ Resistencia a la compresión.

Jorge Muñoz, en 1975, afirmó que es posible obtener concretos aceptables de buena calidad usando desechos de concreto como agregado grueso cuya resistencia será del orden de 90% de la que se obtendría con un agregado normal para una relación agua / cemento determinada.

Tabla 15. Reducción de la resistencia al usar agregados reciclados según diversos autores.

Fuente	Reducción de resistencia
(Jorge Muñoz, 1975)	10 %
(Frondistou-Yannas, 1981)	0-36 %
(Ramamurthy y Gumaste 1998)	5 % - 32 %
(ACI committee 555,2001)	15 % - 40 %
(Puig, 2003)	15 %
(Romero, 2004)	0 % - 30 %
(Martínez y Mendoza, 2005)	2 % - 7 %
(ABOU-ZEID, M. et al., 2005)	10 % - 20 %
(Rahal, 2007)	10 %
(Montrone y Quispe, 2007)	5 % - 20 %
(Yang et al., 2008)	0 – 40 %

Fuente (Tesis. Jorge Arturo García – Concreto Reciclado)

Ha sido demostrado por diversos autores, que la resistencia de un concreto reciclado en relación a un concreto convencional, depende de las características del agregado madre: la propiedad principal es la absorción.

Como queda demostrada por Yang et al, las absorciones de los agregados reciclados son en gran parte dependientes del contenido de pasta de cemento en su superficie de modo que, a mayor contenido de pasta de cemento, mayor será la absorción.

Es a partir de este parámetro que finalmente se puede, realizar una tipificación de los agregados que permite clasificarlo de acuerdo al tipo de concreto en el que pueden ser empleados para obtener un comportamiento aceptable.

Tabla 16. Calcificación de agregados reciclados según estándares coreanos.

AGREGADO	TIPO	ABSORSIÓN	APLICACIÓN
GRUESO	I	< 30 %	Concreto Estructural
	II	< 5 %	Concreto No-Estructural
	III	< 7 %	Concreto No-Estructural o filer para construcción de pavimentos
FINO	I	< 5 %	Concreto Estructural
	II	< 10 %	Concreto No-Estructural

Fuente (Tesis. Jorge Arturo García – Concreto Reciclado)

2.2.7 Pavimentos Definición.

Los pavimentos son estructuras compuestas por capas de diferentes materiales, que se construyen sobre terreno natural, para que personas, animales o vehículos puedan transitar sobre ellos, en cualquier época del año, de manera segura, cómoda y económica.

Los materiales de las capas se escogen según su costo y disponibilidad, y mientras más superficiales estén, mejores (más resistentes) deberán ser. A la capa de la superficie se la denomina capa de rodadura y es la que está en contacto directo con el tránsito. A las capas inferiores se les llama base (cuando tiene sólo una) o base y subbase (cuando se tienen dos). Al terreno natural o suelo se le conoce como subrasante y es el encargado de soportar el pavimento.

FUENTE: (www.icpc.org.co)

Características que debe reunir un pavimento.

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal que permite una adecuada comodidad a los usuarios.
- Debe ser durable.
- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos para evitar reflejos y deslumbramientos. FUENTE: (www.icpc.org.co)

2.2.7.1 Clasificación de los pavimentos.

➤ **Pavimento flexible.**

Su superficie o capa de rodadura es de hormigón asfáltico, sin juntas, y no debe tener menos de 10 cm de espesor. Su base tiene, por lo general un espesor de 20 cm o más, pudiendo tener adicionalmente una sub base.

➤ **Pavimento rígido.**

Están formados por losas de hormigón, separados por juntas y colocadas sobre una base. Las losas no deben tener menos de 15 cm de espesor y la base casi nunca tendrá más de 15 cm, bien sea de material granular o de suelo cemento. FUENTE: (<http://www.construdata.com>)

➤ **Pavimento de adoquines de hormigón.**

Su capa de rodadura está conformada por adoquines de hormigón, colocados sobre una capa de arena y con un sello de arena entre sus juntas. De la misma manera que los pavimentos de asfalto, pueden tener una base, o una base con una subbase, que pueden tener espesores ligeramente menores que los utilizados para los pavimentos de asfalto. Los pavimentos de adoquines de hormigón son una vieja idea (los pavimentos de piedra), traída al presente, pero con un nuevo material (el hormigón); con inmensas ventajas sobre los de piedra o los de arcilla cocida. FUENTE: (<http://www.construdata.com>)

➤ **Pavimento de adoquines de concreto**

Pavimento cuya capa de rodadura está conformada por adoquines de concreto colocados sobre una capa de arena y un sello de arena en las juntas entre adoquines. Esta capa de rodadura va colocada sobre la estructura de base (base o base y subbase) de espesores y materiales adecuados (definidos por el diseñador estructural del pavimento), que junto con la capa de rodadura le dan la capacidad estructural al pavimento de adoquines de concreto, el cual se comporta como un pavimento flexible.

El uso de adoquines se ha extendido a diferentes partes del mundo. Argentina, Ecuador, Colombia y Venezuela son ejemplo de países en donde el adoquín se ha aplicado debido a la versatilidad en su geometría. Gracias a esto, la colocación del adoquín permite un entrase entre elementos que permite que queden intersticios entre adoquines sin perder la fricción necesaria para la estabilidad del pavimento.



Normalmente, estos intersticios se llenan con gravilla fina y corresponden alrededor de un 10 % del área total. La aplicación de adoquines como pavimentos permeables representa un beneficio social, debido a la contribución de estos a mantener las condiciones naturales de una zona. (Serrano. M.F., 2009)

➤ **Consideraciones generales sobre adoquines.**

El adoquín en concreto está confinado, tanto en los cruces peatonales como en los otros sitios de colocación, por lo tanto, el temor a que los esfuerzos de corte separen y destruyan la figura geométrica articulada que se forma en la colocación de los adoquines es nula. FUENTE: (<http://www.construdata.com>)

➤ **Ventajas de los pavimentos de adoquines.**

Las ventajas de estos pavimentos se basan en que su capa de rodadura está hecha con adoquines de hormigón; es decir, piezas prefabricadas, que se pueden producir tanto en equipos sencillos y pequeños, como en tecnificados y grandes; por parte de productores comerciales, grupos comunitarios o administraciones municipales, sin importar la escala o localización de los proyectos. Para su construcción se utiliza poca maquinaria y mucha mano de obra local. FUENTE: (<http://www.construdata.com>)

➤ **Diseño de pavimentos de adoquines.**

El pavimento de adoquines de hormigón está compuesto, casi siempre, por dos capas: la capa de rodadura (los adoquines) y la base. Ambas capas son importantes porque los adoquines sin base se terminan por hundirse en el suelo; y la base sin los adoquines se deteriora muy rápido y no tiene la resistencia suficiente. La determinación de los espesores de estas capas y de sus materiales se conoce como Diseño del Pavimento de Adoquines, y es el único proceso que permite construir un pavimento adecuado para las necesidades y condiciones que se tenga. Un diseño “a ojo” dará un pavimento que se deteriorará rápidamente, perdiéndose toda o parte de la inversión; o un pavimento por encima de lo que se necesita, con unos costos muy altos e innecesarios. <http://www.construdata.com>

2.2.7.2 Las capas.

Los espesores de las capas dependen del tránsito que va a soportar el pavimento, de la dureza del suelo y de los materiales con que se van a construir estas capas; y deben tener la suficiente calidad para que el pavimento soporte el peso del tránsito, durante un tiempo determinado, sin deformarse ni deteriorarse. El tránsito, que va a circular

por la vía durante el período de diseño, la dureza del suelo y la calidad de los materiales disponibles, definen el espesor de la capa del pavimento. Estas capas son, de arriba hacia abajo:

- **Capa de adoquín:** Los adoquines tienen un espesor de 8 cm para todo tráfico peatonal, animal o vehicular corriente.
 - **Capa de arena:** Esta capa se construye de 4 cm de espesor, con arena suelta, gruesa y limpia, la cual no se compacta antes de colocar los adoquines sobre ella.
 - **La base:** El espesor de la base depende del material con que se construya, del tránsito y de la calidad del suelo. En las Tablas 2 y 3 se determinan los espesores de base según la categoría del suelo, el tipo del tránsito y el material disponible.
- FUENTE: (<http://www.construdata.com>).

❖ El Suelo.

Para poder considerar el suelo en el diseño, se clasifica en tres categorías de acuerdo con su dureza y su estabilidad ante la humedad.

- **Suelo categoría 1 (S1).** Es de mala calidad, es decir cuando está húmedo se deforma con el paso de unos pocos vehículos pesados y se hace muy difícil la circulación sobre él.
- **Suelo categoría 2 (S2).** Es de calidad intermedia; por lo cual, cuando está húmedo, permite el paso de los vehículos pesados con poca deformación.
- **Suelo categoría 3 (S3).** Es de buena calidad y, aun cuando está húmedo, permite el paso de vehículos pesados sin deformarse.

Figura 2. Tipos de suelos.



FUENTE. (www.icpa.org.ar, s.f.)

❖ El Tránsito.

El Tipo de Tránsito que tiene la vía se determina sumando los vehículos pesados que pasan por ésta, en un día y en ambas direcciones. Se recomienda sumar los que pasan durante una semana y dividir los resultados por siete, para tener un promedio diario.

Se considera como vehículos pesados los que tienen 6 o más llantas (camionetas, camiones, buses, etc.), los tractores y los cargadores de equipos de obras públicas. En la Tabla 1 aparecen los Tipos de Tránsito según el Número de Vehículos Pesados por Día.

Tabla 17. Tipo de tránsito según el número de vehículos pesados por día.

Número de vehículos pesados por día	1 a 5	6 a 20	21 a 50	51 a 200
Tipo de Tránsito	T1	T2	T3	T4

Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

❖ **Espesor de la Base**

Después de definir la Categoría del Suelo y el Tipo de Tránsito, se utilizan las tablas 2 y 3 para encontrar el Espesor de la Base, según el material que se tenga o que se pueda conseguir para construir bases para pavimentos; y que a la vez resulte el más económico, como: Suelo Cemento y Granular.

El espesor de la base que se encuentra en estas tablas es el espesor que va a tener, después de compactada. Nunca se deberán colocar menos de 8 cm de base de suelo cemento, ni menos de 10 cm de base granular.

Tabla 18. Tipo de tránsito.

Categoría del Suelo	Tipo de tránsito			
	T1	T2	T3	T4
S1	20	25	30	35
S2	10	12	15	20
S3	8	8	8	10

Tabla 19. Espesor compactado de la base de suelo cemento, en centímetros

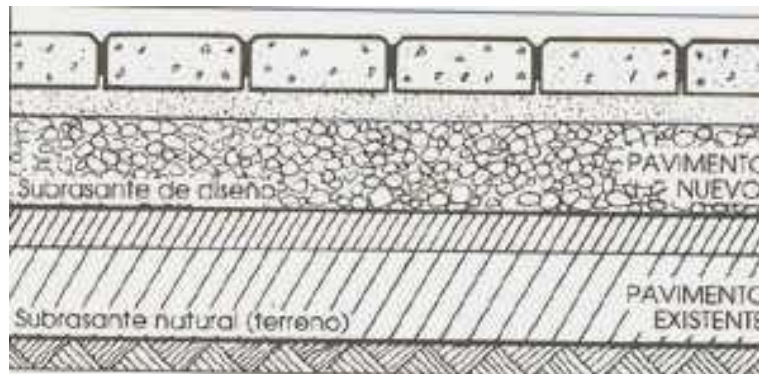
Categoría del Suelo	Tipo de tránsito			
	T1	T2	T3	T4
S1	30	35	40	50
S2	15	18	20	30
S3	10	10	10	15

Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

Como se dijo anteriormente, algunas veces es necesario construir pavimentos de adoquines en vías que tienen pavimentos de hormigón, asfalto, piedra o material granular. Si los niveles de la vía lo permiten, se debe aprovechar el material existente,

para que sirva como apoyo del nuevo pavimento; pues casi siempre tiene mejor calidad que el terreno natural que existe debajo de ellos. Además, no resulta práctico, ni económico excavar y tirar este material y tener que traer otros que cumplan la misma función.

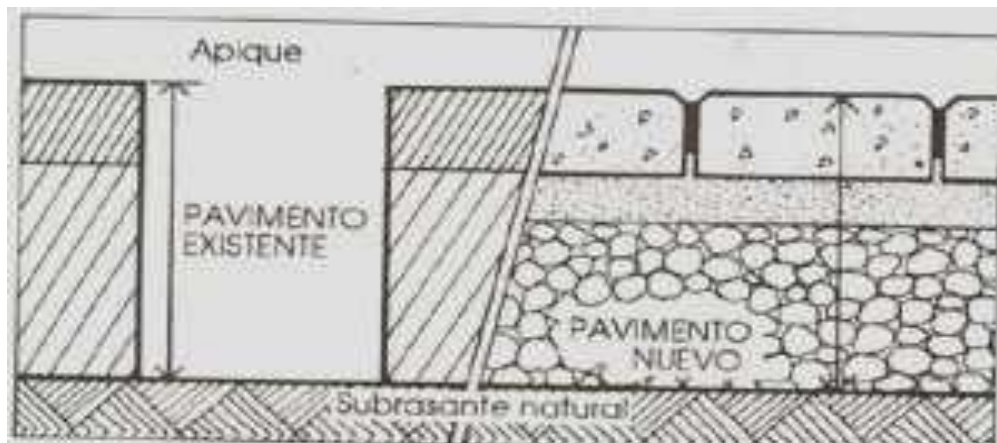
Figura 3. Capas del pavimento adoquinado.



Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

Lo primero es clasificar el pavimento existente como una subrasante, lo que da, por lo general, una categoría de suelo mejor que la que da el terreno natural. Esto implica que, al definir el espesor de la base, utilizando las Tablas 2 y 3, éste sea menor que el que habría que colocar sobre el terreno natural.

Figura 4. Pavimento adoquinado.



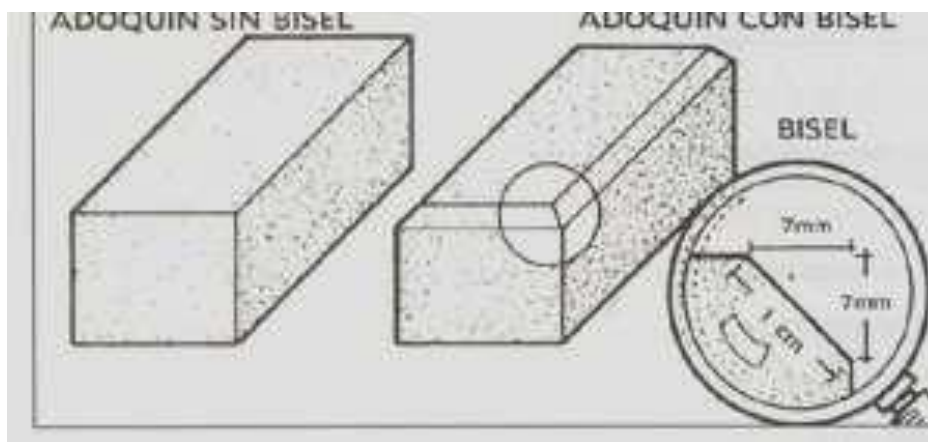
Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

❖ Materiales, adoquines y tamaño en pavimento.

Los adoquines son elementos macizos, de hormigón, prefabricados, con paredes verticales, que ajustan bien unos contra otros, para formar una superficie completa, dejando solo una junta entre ellos, y que sirven como capa de rodadura o superficie para los pavimentos que llevan su nombre. En un adoquín se distinguen los siguientes elementos:

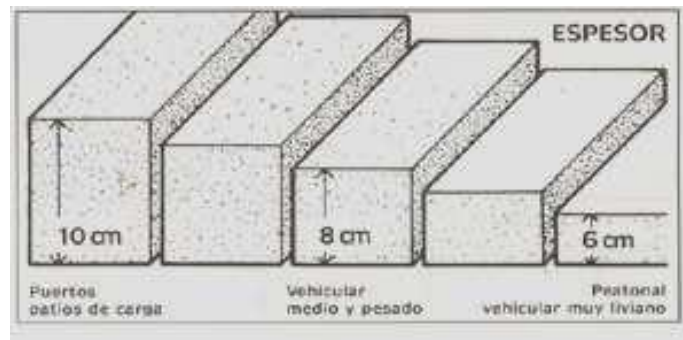
- **Cara superior** (o superficie de desgaste) sobre la cual circula el tránsito y que define la forma del adoquín.
- **Cara inferior**, igual a la superior, sobre la que se apoya el adoquín en la capa de arena
- **Caras laterales o paredes**, curvas o rectas, pero verticales y sin llaves, que conforman el volumen y determinan el espesor.
- **Aristas** o bordes donde empalman dos caras o los quiebres de la cara lateral.
- **Bisel**. Es un chaflán o plano inclinado en las aristas o bordes de la cara superior que se puede o no hacer en el momento de la fabricación. No debe tener más de 1 cm de ancho y no es indispensable, pero mejora la apariencia de los adoquines, facilita su manejo y contribuye al llenado de la junta.
- **Espesor**. Los adoquines se fabrican en espesores de:
 - Tipo I - 6 cm para tránsito peatonal.
 - Tipo II - 8 cm para vías de tránsito vehicular ligero.
 - Tipo III - 10 cm para tránsito vehicular pesado.

Figura 5. Tipos de adoquines.



Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

Figura 6. Espesor del adoquín.

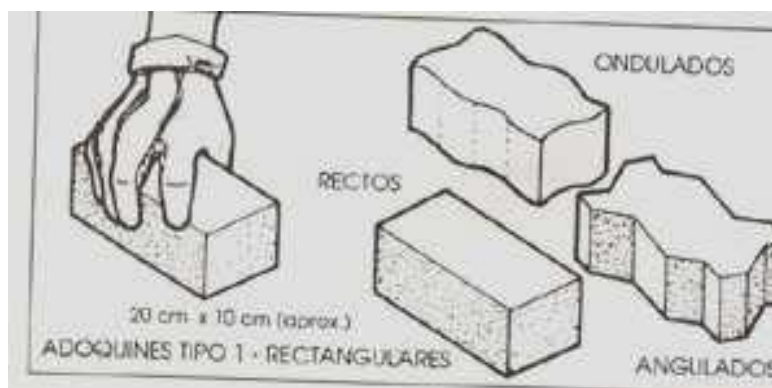


Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

❖ Forma.

La forma del adoquín no influye mucho en el funcionamiento del pavimento; pero por facilidad para su producción, transporte y colocación, se prefieren adoquines pequeños, que se pueden tomar con una sola mano, que no tengan más de 25 cm de longitud, para manejarlos con facilidad y para que no se partan bajo las cargas del tránsito.

Figura 7. Forma del adoquín.



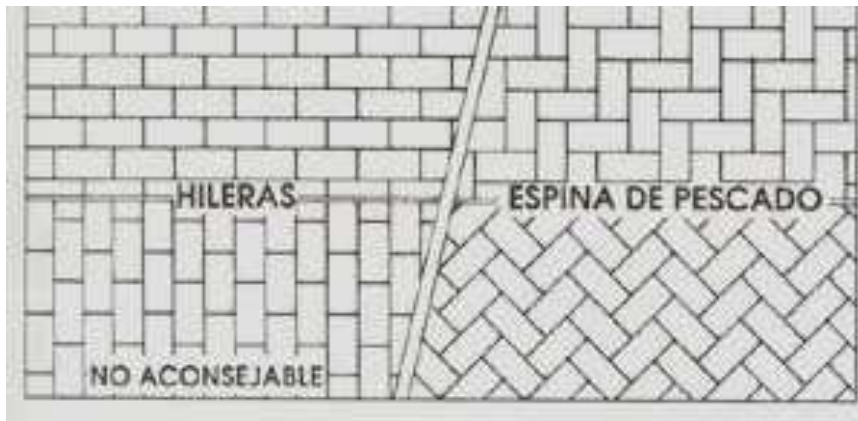
Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

2.2.7.3 Tipos de adoquines.

- **Tipo 1.**

Son los adoquines rectangulares, los más prácticos y populares en todo el mundo por su facilidad para su fabricación y colocación, y porque permiten elaborar más detalles en el pavimento. Tiene 20 cm de largo por 10 cm de ancho. Los hay con paredes rectas, onduladas o anguladas. Los adoquines rectangulares se pueden colocar en patrón de espina de pescado, en hileras trabadas, tejido de canasto, etc. Para tráfico vehicular, sólo se pueden colocar en espina de pescado o en hileras trabadas, atravesadas a la dirección de circulación de los vehículos.

Figura 8. Adoquines tipo 1.

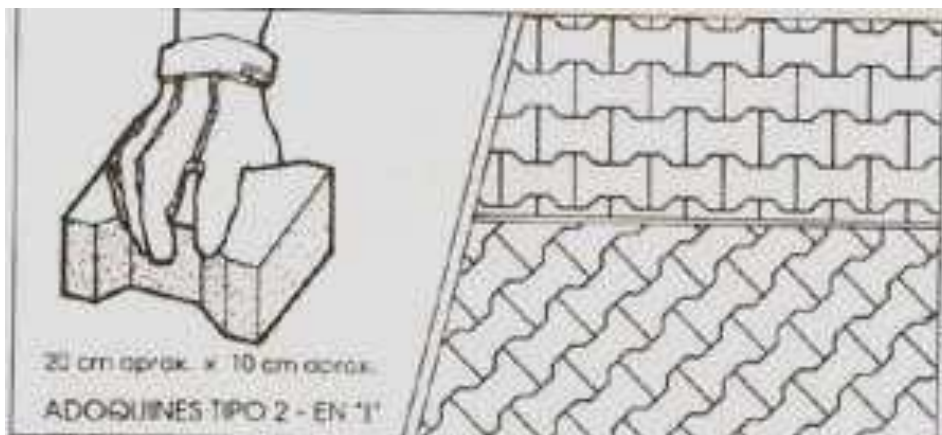


Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

- **Tipo 2.**

Son los adoquines que se pueden tomar con una sola mano pero que no se pueden colocar en patrón de espina de pescado, como los adoquines en forma de "I". Estos se colocan en hilera trabadas y se debe tratar que éstas queden atravesadas a la dirección de circulación de los vehículos.

Figura 9. Adoquines tipo 2.

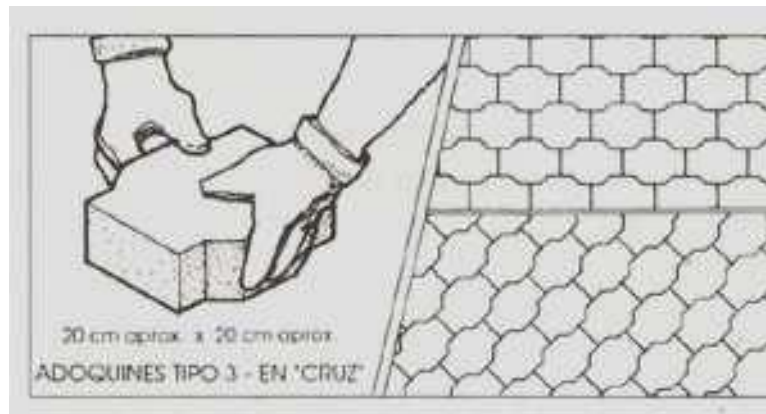


Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

- **Tipo 3.**

Son los adoquines que, por su peso y su tamaño, no se pueden tomar con una sola mano (pues miden unos 20 cm x 20 cm ó más) y sólo se pueden colocar en hilera. También se debe tratar de que las hilera queden atravesadas a la dirección de circulación de los vehículos. A este tipo pertenecen los adoquines con forma de cruz, trébol.

Figura 10. Adoquines tipo 3.



Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

- **Propiedades Físico – Mecánicas del Adoquín**

- **físicos.**

- Dimensiones y características geométricas**

- La longitud y el ancho nominal de los adoquines de concreto no deben ser mayor de 250 mm ni menor de 50 mm. como mínimo, el espesor nominal de los adoquines

- **Tolerancias**

- Promedio de 3 unidades Unidad individual Longitud Ancho Espesor $57 \pm 1,6 \pm 1,6 \pm 3,2$ Nota 4: Las unidades deben cumplir con las tolerancias dimensionales previo a la aplicación de los acabados arquitectónicos.

- **Absorción de agua**

- Absorción total de Agua (W_a) partiendo de una probeta a $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, empapada hasta masa constante (M_1), y que posteriormente se seca igualmente hasta masa constante.

- **Mecánicos.**

- **Resistencia a la compresión**

- Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un adoquín y su sección.

- El ensayo para medir la Resistencia a Rotura de un adoquín se, consistirá en ejercer una fuerza F sobre el mismo transmitida por medio de dos semicilindros y piezas rectangulares de compresión.

La sección de corte de compresión se escogerá atendiendo a los siguientes criterios:

- Adoquines rectangulares: eje de simetría longitudinal
- Adoquines cuadrados, hexagonales o similar: menor eje de simetría
- Otras formas: sección de corte más larga de forma que diste al menos 0,5 veces el espesor del adoquín de cualquier cara lateral en, al menos, el 75% del área de dicha sección

➤ **Resistencia al desgaste por abrasión**

La resistencia al desgaste por abrasión se determina mediante el ensayo de disco ancho, que consiste en el desgaste de la cara vista de un adoquín con material abrasivo (corindón o aluminio blanco fundido) bajo circunstancias normalizadas.

FUENTE: (NTP.399.611)

➤ **El curado**

El curado de los adoquines consiste en mantenerlos húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los Adoquines como cualquier otro producto de concreto.

Los adoquines se deben colocar en rumas de máximo cuatro unidades y dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación de aire.

Para curar los Adoquines se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los Adoquines al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua.

El curado se puede realizar también sumergiendo los Adoquines en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días. Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los Adoquines. FUENTE: (Ing. Enrique Peña herrera)

- **Materiales – adoquines – calidad.**

Los adoquines de hormigón forman la superficie del pavimento, por lo cual serán de buena calidad para que soporten el tránsito de las personas, animales y vehículos, al menos durante 40 años; y tendrán una buena apariencia por ser la parte visible del pavimento.

Para evaluar la calidad de los adoquines, de la producción de una planta o los que se van a utilizar en una obra, se siguen las recomendaciones siguientes:

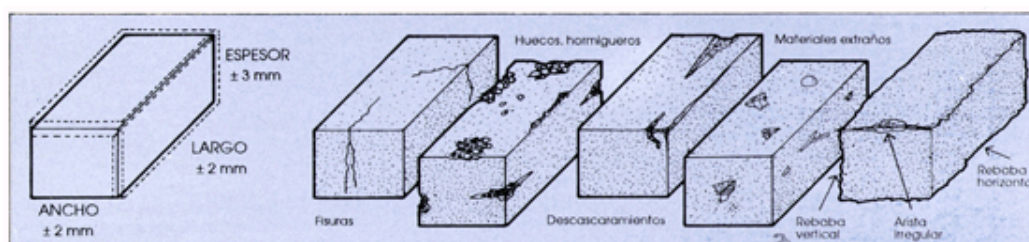
Aunque los adoquines se hacen a máquina, en una planta, no todos salen con el mismo tamaño, apariencia o resistencia. Esto se debe a las variaciones de los materiales (arena, agregado grueso, cemento, agua), en los moldes de las máquinas, en el manejo de éstas y en el curado y transporte de los adoquines terminados.

Dimensiones. El tamaño y la forma de los adoquines serán lo más uniformes posibles, para que traben unos con otros y la superficie final sea plana. Para esto, la diferencia máxima en las dimensiones con respecto a las dadas por el productor, no será de más de 2 mm para el largo y ancho, y de 3 mm para el espesor.

Superficie. Las **superficies** de los adoquines serán de color uniforme, parejas, es decir sin fisuras, huecos, hormigueros, descascaramientos o materiales extraños (madera, semillas, piedras grandes). El color y tipo (rugosidad) de la superficie se acordará entre el productor y el comprador porque no existe una forma práctica para medirlos.

Aristas y esquinas. Los **bordes** o aristas serán agudos, es decir sin desbordamientos, abombamientos o torceduras; y no tendrán rebabas horizontales (en la cara inferior), ni verticales (en la cara superior del adoquín). Esto mismo se debe cumplir para las esquinas y para el bisel.

Figura 11. calidad del adoquín.

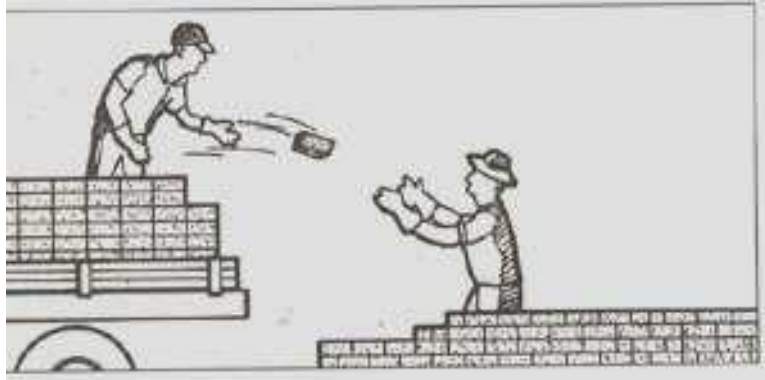


Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

- **Manejo de los adoquines.**

El transporte y el manejo de los adoquines, desde la planta y dentro de la obra, se hará de la manera más ordenada posible, para evitar que se deterioren y para evitar los retrasos debidos al desorden y poder alcanzar el máximo rendimiento en la construcción del pavimento.

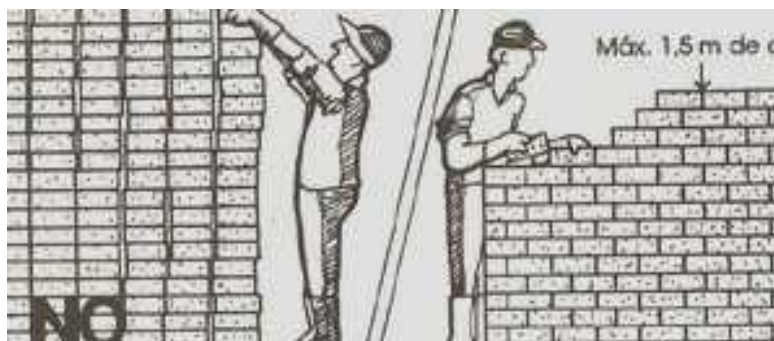
Figura 12. Transporte de los adoquines.



Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

Los adoquines se transportan de la planta a la obra, en volquetas o en camiones plataforma, siempre en cargas ordenadas. Tanto el cargue como el descargue se hará a mano, por “voleo”, como para los ladrillos, nunca como piedras con un cargador, ni se descargarán por “volteo” de la volqueta, porque se pueden despicar o desbordar.

Figura 13. Manejo de los adoquines.



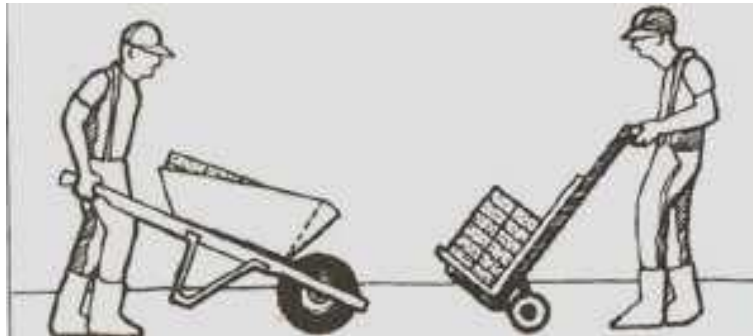
Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

Las cargas de adoquines en la obra no tendrán más de 1,5 m de altura, para que no se derrumben. Estas cargas no se harán en torres, sino con alguna traba en cada capa. Tampoco se harán cargas contra muros porque se pueden recostar sobre ellos y tumbarlos.

- **Equipos y herramientas.**

En la construcción de un pavimento de adoquines se requiere sólo de equipos y herramientas sencillos para el transporte y corte de los adoquines; la colocación de la capa de arena, de los adoquines y del sello de arena, y adicionalmente, el equipo para la compactación de los adoquines.

Figura 14. Equipos y herramientas.



Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

Para el transporte de los materiales y las herramientas en la obra se emplean coches de los que se utilizan en la construcción. Para la distribución de adoquines se emplean carretillas como las que se usan para transportar cajas de gaseosas, colocándoles una tabla en la base y otra que sirva como respaldo, para poder apilar los adoquines.

Figura 15. Cortado de adoquines.



Fuente. (www.icpa.org.ar, s.f.)

Con el fin de llenar los espacios que quedan contra el confinamiento, se parten trozos de adoquines con cinceles, hachuelas, cizallas mecánicas o sierras circulares con disco metálico. Mientras más refinado sea el equipo, los ajustes serán más precisos, pero también será más costoso.

2.3 Hipótesis

2.3.1 hipótesis General

El rango en que oscilan las magnitudes de las propiedades físico mecánicas de un adoquín 8 tipo II se aproximan al rango prescrito por la Norma Técnica Peruana NTP 399.611.

2.3.2 Sub Hipótesis

Hipótesis Específica Nro. 01.

La resistencia a la compresión mínima varía en el rango 350 kg/cm² a 380 kg/cm² de adoquín fabricado con concreto reciclado como agregado grueso y agregados finos de las canteras de Cunyac y Vicho.

Hipótesis Específica Nro. 02.

El porcentaje de absorción máximo de un adoquín 8 tipo II es de 6 % promedio de 3 unidades y 7.5% por unidad individual.

Hipótesis Específica Nro. 03.

Las dimensiones de los adoquines 8 tipo II fabricados con agregado grueso reciclado y agregado fino de las canteras de vicho y cunyac y agua potable de la red pública son semejantes a los prescritos por la norma NTP 399.611.

Hipótesis Específica Nro. 04.

El agregado grueso reciclado cumple con las características físico mecánicas mínimas para la elaboración de los adoquines 8 tipo II.

Hipótesis Específica Nro. 05.

El agregado fino de las canteras de Cunyac y Vicho cumple con las características físico mecánicas mínimas para emplearse en la fabricación de adoquines 8 tipo II para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad del Cusco.



2.4 Variables e Indicadores

2.4.1 Variables Independientes.

X1: Agregados:

Definición: Se define los agregados como elementos inertes componentes del concreto.

Indicador: Kilogramo (kgf)

X2: Cemento Portland IP:

- Definición:

Conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas.

- Indicador:

Kilogramo (kgf)

X3: Agua:

- Definición:

Compuesto químico muy estable, formado por átomos de hidrogeno y oxígeno.

- Indicador:

Litros (lt)

2.4.2 Variables Dependientes

Y1: Resistencia a Compresión:

- Definición:

Esfuerzo axial, carga por Unidad de área.

- Indicador:

valor de la resistencia a la compresión (Kgf/cm²)



Y2: Porcentaje de absorción:

- Definición:

El aumento en la masa del agregado es 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 de la masa seca.

- Indicador:

Porcentaje (%)

Y3: La tolerancia dimensional:

- Definición:

Cantidad total que se permite variar en la fabricación de una pieza respecto de lo indicado en el plano.

- Indicador:

Milímetros (mm).



2.4.3 Cuadro de Operacionalización de Variables.

TIPO DE VARIABLE	DENOMINACION DE VARIABLE	DEFINICION DE LA VARIABLE	NIVEL DE LA VARIABLE	INDICADOR	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DEL INDICADOR
INDEPENDIENTE	X1: AGREGADOS	Elementos inertes componentes del concreto	Agregado grueso reciclado	Kilogramo (Kg)	Guías de investigación
			Arena fina de la cantera de Cunyac		
			Arena fina de la cantera de Vicho		
X2: CEMENTO	Conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas	Cemento IP	Kilogramo (Kg)	Guías de observación de laboratorio, formatos de evaluación de la calidad y de sus propiedades físicas.	
X3: AGUA	Compuesto químico muy estable, formado por átomos de hidrogeno y oxigeno	Potable	Litros (Lt)	Guías de observación de laboratorio, formatos de evaluación de la calidad y de sus propiedades físicas	
DEPENDIENTE	Y1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Esfuerzo Axial Carga por unidad de área	7 Días	Kg/cm ²	Guías de observación de laboratorio, formatos de resistencia a la compresión, NTP 399.611
			14 Días		
			28 Días		
	Y2: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	Es el incremento de la masa del agregado debido al agua en los poros del material.	Promedio de 3 unidades 6	Porcentaje (%)	Guías de observación de laboratorio, formatos de evaluación de porcentaje de absorción, NTP 399.611.
			Unidad Individual 7,5		
	Y3: TOLERANCIA DIMENSIONAL	Cantidad total que se permite variar en la fabricación de una pieza respecto de lo indicado en el plano	Longitud 1,6	Milímetros (mm)	Guías de observación de laboratorio, formatos de evaluación de tolerancia dimensional, NTP 399.611.
Largo 1,6					
Ancho 3,2					



CAPÍTULO III : METODOLOGÍA.

3.1 Metodología De La Tesis

3.1.1 Enfoque de la investigación.

De acuerdo a su enfoque es una investigación cuantitativa secuencial y probatorio. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se desarrolla un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas (con reiteración utilizan métodos estadísticos), y se establece una serie de conclusiones respecto de las hipótesis.

Investigación Según su Finalidad.

La presente investigación tiene es una investigación Aplicada, ya que busca nuevos conocimientos y nos permite aplicarla para poder ser aplicados en el campo de la ingeniería civil.

Investigación Según su Fuente.

La presente investigación tiene como Fuente los datos obtenidos en los ensayos del laboratorio como son los agregados y a los adoquines fabricados.

3.1.2 Nivel o alcance de la investigación.

Según HERNANDEZ, FERNANDEZ, & BAPTISTA, 2010, el enfoque será del tipo **Descriptivo**, debido a que se demostraran hipótesis mediante el valor de las propiedades del concreto que será reemplazado con roca volcánica.

Implementamos las teorías iniciales de investigación de las cuales derivamos la hipótesis, medimos las variables formuladas en la matriz de consistencia, evaluamos estas mediciones y elaboramos conclusiones al finalizar la investigación.

3.1.3 Método de la investigación.

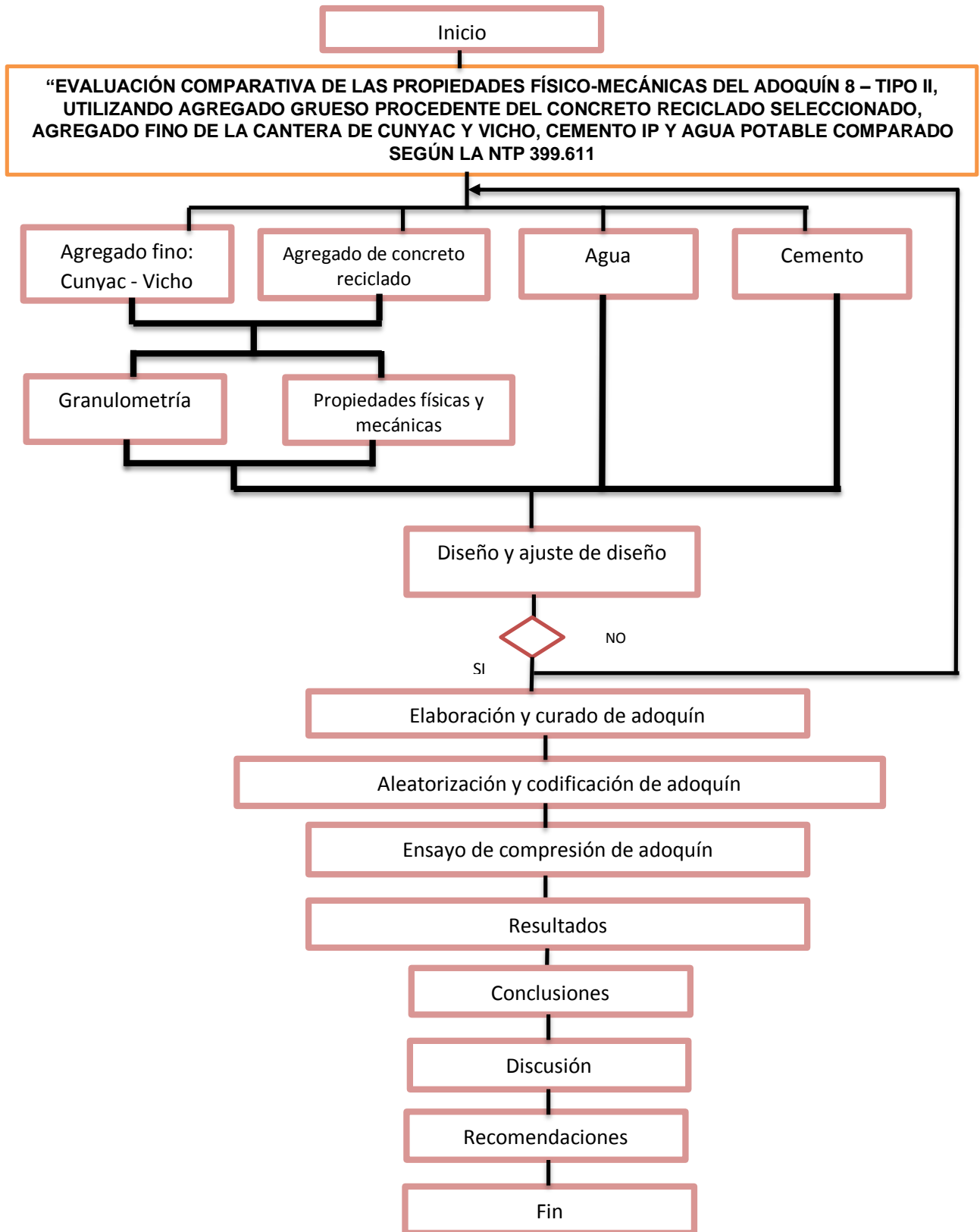
La investigación que se realiza tiene como método el Hipotético-Deductivo.

3.2 Diseño de la Investigación.

3.2.1 Diseño metodológico.

El diseño de la investigación es experimental del tipo pre-experimental.

3.2.2 Diseño de ingeniería.



3.3 Población y Muestra.

3.3.1 Población.

3.3.1.1 Descripción de la población.

La población está constituida por todos los adoquines 8 Tipo II fabricados con concreto reciclado.

Estos adoquines están elaborados con los insumos:

3.3.1.2 Cuantificación de la población.

La cuantificación de la población son adoquines 8 tipo II de concreto reciclado utilizando agregado grueso reciclado provenientes de la fractura de briquetas de concreto de calidad $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y agregado fino natural provenientes de la cantera de Vicho y Cunyac.

Tabla 20. Adoquines evaluados

ADOQUÍN 8 – TIPO II	Resistencia a la Compresión			Resistencia a la Absorción			Tolerancia Dimensional		
	NTP-399-611			NTP-399-611			NTP-399-611		
	$f'c-380\text{kg/cm}^2$			$f'c-380\text{kg/cm}^2$			$f'c-380\text{kg/cm}^2$		
	Testigos de Compresión			Testigos de Absorción			Testigos de Compresión		
Días	7	14	28	7	14	28	7	14	28
Cantidad	9	9	9	9	9	9	9	9	9

3.3.2 Muestra.

3.3.2.1 Descripción de la muestra.

La muestra está constituida por 84 unidades de adoquines 8 tipo II de concreto reciclado, los cuales serán sometidos a diferentes ensayos según la NTP 399.611.

3.3.2.2 Cuantificación de la muestra.

La cuantificación de la muestra se limita al tamaño de la población con 84 adoquines 8 tipo II, fabricados manualmente.

3.3.2.3 Método de muestreo.

Se empleó el método no probabilístico o intencional, que es el resultado de un proceso de selección y es una muestra finita. Los testigos en una muestra no

probabilística generalmente son seleccionados en función de su accesibilidad o a criterio personal e intencional del investigador.

3.3.2.3 Criterios de evaluación de la muestra.

El criterio de evaluación de los adoquines 8 tipo II fabricados con:

- Agregado grueso reciclado procedente del triturado de briquetas de calidad $f'c=210$ Kg/cm² del laboratorio de concreto de la Universidad Andina del Cusco, cuyo tamaño máximo nominal es de $\frac{1}{2}$ " , según la NTP 400.012.
- Agregado fino 1 procedente de la cantera de cunyac al 50% y agregado fino 2 procedente de la cantera de vicho al 50%, según la NTP 400.037.
- Agua proveniente de la red pública.
- Cemento portland tipo IP, según la NTP 334.009.

Serán sometidos a los ensayos de: resistencia a la compresión, tolerancia dimensional y absorción, los cuales deberán cumplir con los requisitos exigidos en la NTP 399.611.

La evaluación de los adoquines de concreto reciclado se dará en las cantidades y ensayos mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 21. Adoquines evaluados

N°	Tipo de ensayo	Cantidad
1	Resistencia a la Compresión	27
2	Tolerancia Dimensional	30
3	Absorción	27
Total		84

Fuente. Elaboración Propia.



3.4 Instrumentos

3.4.1 Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Relaciones de Datos

Para la recolección de datos realizados se utilizaron los formatos con diseño propio y los formatos proporcionados por la Corporación Ayar S.A.C. las cuales se muestran a continuación:



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO Nº ____

PRUEBA ABSORCIÓN DEL ADOQUÍN DE CONCRETO.

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 – TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

• CANTERA:.....

2. DATOS ESPECÍFICOS.

2.1 ABSORCIÓN.

Nº	DESC.	PESO SSS. (KG)	PESO SECO (KG)	ABSORCIÓN %	PROMEDIO ABSORCIÓN CADA 3 ADOQUINES %
1					
2					
3					
4					
5					
6					

3. OBSERVACIONES.

.....
.....
.....

FECHA:/...../.....

FICHA Nº



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO Nº _____

PRUEBA TOLERANCIA DIMENSIONAL DEL ADOQUÍN DE CONCRETO.

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 - TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1.- DATOS GENERALES:

- FECHA DE MEDICIÓN:.....

2.- DATOS ESPECÍFICOS.

Table with 5 columns: N°, DESCRIPCIÓN, LARGO, ANCHO, ESPESOR. Rows 1-8.

3.- OBSERVACIONES.

.....
.....
.....
.....
.....

FECHA:/...../..... FICHA N°



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO N° __

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOQUÍN DE CONCRETO.

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 - TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1.- DATOS GENERALES:

• FECHA DE ROTURA:..... FECHA DE MOLDEO:.....EDAD:.....

2.- DATOS ESPECÍFICOS.

DESCRIPCIÓN	DISEÑO	FUERZA	L	A	ÁREA	RESISTENCIA	PORCENTAJE	PROMEDIO	
	F'C	KG-F	CM.	CM.	CM2.	KG/ CM2	%	RESISTENCIA	%
AR 10									
AR 11									
AR 12									
AR 13									
AR 14									
AR 15									
AR 16									
AR 17									
AR 18									

FECHA: ___/___/___ FICHA N°



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO N° ____

PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (CONCRETO RECICLADO).

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 - TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

• CANTERA:.....

2. DATOS ESPECÍFICOS.

2.1 HUMEDAD.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A		gr.
PESO DE LA MUESTRA SECA	B		gr.
CONTENIDO DE AGUA	A-B		gr.
PORCENTAJE DE HUMEDAD	$(A-B)/B$		%

3. OBSERVACIONES.

.....

.....

.....

.....



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



ENSAYO N° _____

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO (CONCRETO RECICLADO).

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 – TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

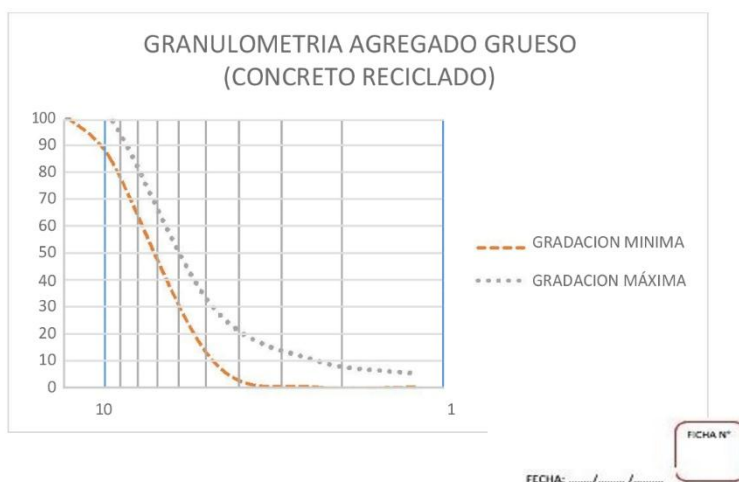
• **CANTERA:**.....

• **PESO DE LA MUESTRA:**.....

2. DATOS ESPECÍFICOS.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido(gr)	Peso retenido (%)	Peso retenido acumulado (%)	1- Peso retenido acumulado (%)
1"	25.00				
3/4"	19.00				
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				
N° 4	4.75				
Fondo	-				
Suma de muestra ensayo					

3. GRAFICO GRANULOMÉTRICO





**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



ENSAYO N° ____

RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS (CONCRETO RECICLADO).

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 – TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1.- DATOS GENERALES:

- **CANTERA:**.....
- **PESO DE LA MUESTRA:**.....

2.- DATOS ESPECÍFICOS.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso seco inicial (gr)	P1		gr.
Peso luego de proceso de abrasión (gr)	P2		gr.
Pérdida de peso (gr)	P1 - P2		gr.
% DE DESGASTE			%

3.- OBSERVACIONES.

.....
.....
.....

FECHA: ____/____/____





**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



ENSAYO N° ____

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (CONCRETO
RECICLADO).**

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL
ADOQUÍN 8 – TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL
CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA
DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA
NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

• **CANTERA:**.....

2. DATOS ESPECÍFICOS.

2.1 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

Nº DE ENSAYOS	SÍMBOLO	CANT.	UNID.
Peso de la muestra seca en el aire	A		gr.
Peso de la muestra SSS en el aire	B		gr.
Peso en el agua de la muestra saturada	C		gr.
Peso Específico de la masa (P_{em}) = $A/(B-C)$	Pem		gr/cm ³
Peso específico de una masa saturada con superficie seca (P_{eSSS}) = $B/(B-C)$	PeSSS		gr/cm ³
Peso específico aparente (P_{ea}) = $B/(B-C)$	Pea		gr/cm ³
Absorción (A_b) = $((B-A)/A)X100$	Ab		%

3. OBSERVACIONES.

.....
.....
.....
.....

FECHA: / / FICHA N°



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO N° ____

PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (CONCRETO RECICLADO).

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 - TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

• CANTERA:.....

2. DATOS ESPECÍFICOS.

2.1 HUMEDAD.

Table with 4 columns: DESCRIPCIÓN, SÍMBOLO, CANTIDAD, UNIDAD. Rows include: PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA (A, gr.), PESO DE LA MUESTRA SECA (B, gr.), CONTENIDO DE AGUA (A-B, gr.), PORCENTAJE DE HUMEDAD ((A-B)/B, %).

3. OBSERVACIONES.

.....
.....
.....
.....

FECHA:/...../..... FICHA N°



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO N° _____

PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO GRUESO (CONCRETO RECICLADO).

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 – TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

• CANTERA:.....

2. DATOS ESPECÍFICOS.

2.1 PESO UNITARIO COMPACTO.

Nº DE ENSAYO	1	UNIDAD
PESO DEL MOLDE		kg
PESO DEL MOLDE + PESO MUESTRA		kg
PESO DE LA MUESTRA		kg
VOLUMEN DEL RECIPIENTE		m ³
PESO UNITARIO COMPACTO		kg/m³

3. OBSERVACIONES.

.....
.....
.....
.....

FECHA: ____/____/____ FICHA N°



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



ENSAYO N°__

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO (CONCRETO RECICLADO).

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 - TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

• **CANTERA:**.....

2. DATOS ESPECÍFICOS.

2.1 PESO UNITARIO SUELTO.

Nº DE ENSAYO	1	UNIDAD
PESO DEL MOLDE		kg
PESO DEL MOLDE + PESO MUESTRA		kg
PESO DE LA MUESTRA		kg
VOLUMEN DEL RECIPIENTE		m3
PESO UNITARIO SUELTO		kg/m3

4. OBSERVACIONES.

.....
.....

FECHA:/...../.....

FICHA N°



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO N° ____

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 – TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

• CANTERA:.....

2. DATOS ESPECÍFICOS.

2.1 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

Table with 4 columns: Nº DE ENSAYOS, SÍMBOLO, CANT., UNID. It lists various tests and their corresponding symbols and units, including formulas for Pem, PeSSS, Pea, and Ab.

3. OBSERVACIONES.

.....
.....
.....
.....
.....

FECHA:/...../..... FICHA N°



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO N° ____

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO.

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 – TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

- CANTERA:.....
- PESO DE LA MUESTRA:.....

2. DATOS ESPECÍFICOS.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido(gr)	Peso retenido(%)	Peso retenido acumulado (%)	1- Peso retenido acumulado (%)
3/8"	9.50				
N° 4	4.75				
N° 8	2.36				
N° 16	1.18				
N° 30	0.600				
N° 50	0.300				
N° 100	0.150				
N° 200	0.075				
Fondo	-				
Suma de muestra ensayo					

3. GRAFICO GRANULOMÉTRICO

4. OBSERVACIONES.

.....

.....

.....

FECHA: / /

FICHA N°



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO N°

PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 – TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

• CANTERA:.....

2. DATOS ESPECÍFICOS.

2.1 HUMEDAD.

Table with 4 columns: DESCRIPCIÓN, SÍMBOLO, CANTIDAD, UNIDAD. Rows include: PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA (A, GR.), PESO DE LA MUESTRA SECA (B, GR.), CONTENIDO DE AGUA (A-B, GR.), PORCENTAJE DE HUMEDAD ((A-B)/B, %).

3. OBSERVACIONES.

.....
.....
.....
.....

FECHA:/...../..... FICHA N°



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO N° ____

PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO FINO.

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 – TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

• CANTERA:

2. DATOS ESPECÍFICOS.

2.1 PESO UNITARIO COMPACTADO.

Table with 3 columns: Nº DE ENSAYO, 1, UNIDAD. Rows include: PESO DEL MOLDE (kg), PESO DEL MOLDE + PESO MUESTRA (kg), PESO DE LA MUESTRA (kg), VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3), PESO UNITARIO COMPACTO (kg/m3).

3. OBSERVACIONES.

Four horizontal dotted lines for recording observations.

FECHA:/...../..... and FICHA N° []



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO N° ____

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO.

TESIS:

"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN 8 - TIPO II, UTILIZANDO AGREGADO GRUESO PROCEDENTE DEL CONCRETO RECICLADO SELECCIONADO, AGREGADO FINO DE LA CANTERA DE CUNYAC Y VICHO, CEMENTO IP Y AGUA POTABLE COMPARADO SEGÚN LA NTP 399.611"

1. DATOS GENERALES:

• CANTERA:

2. DATOS ESPECÍFICOS.

2.1. PESO UNITARIO SUELTO.

Table with 3 columns: Nº DE ENSAYO, 1, UNIDAD. Rows include PESO DEL MOLDE (kg), PESO DEL MOLDE + PESO MUESTRA (kg), PESO DE LA MUESTRA (kg), VOLUMEN DEL RECIPIENTE (m3), PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3).

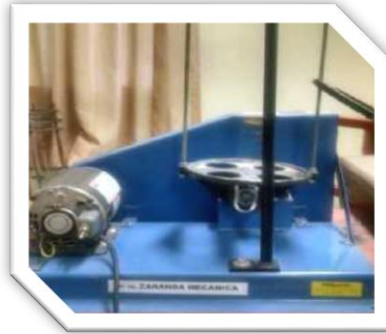
3. OBSERVACIONES.

.....
.....

FECHA: / / FICHA N°

3.4.2 Instrumentos de Ingeniería

Fotografía 1: Agitador mecánico de tamices. 1



Fuente. Elaboración Propia.

Fotografía 2. Serie de tamices estándar 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4"



Fuente. Elaboración Propia.

Fotografía 3. Balanza de precisión de 600 gr. Precisión de 0.01 gr-m



Fuente. Elaboración Propia

Fotografía 4. Balanza de precisión de 8000 gr. Precisión de 0.1 gr-m



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 5. Brocha de 3 pulgadas



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 6. Pala de mano



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 7 Mezcladora de Concreto



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 8. Horno digital.



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 9. Máquina de abrasión de los ángeles



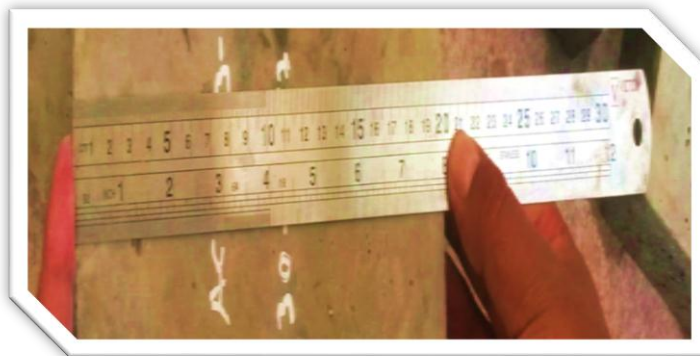
Fuente. Elaboración propia

Fotografía 10. Equipo de compresión



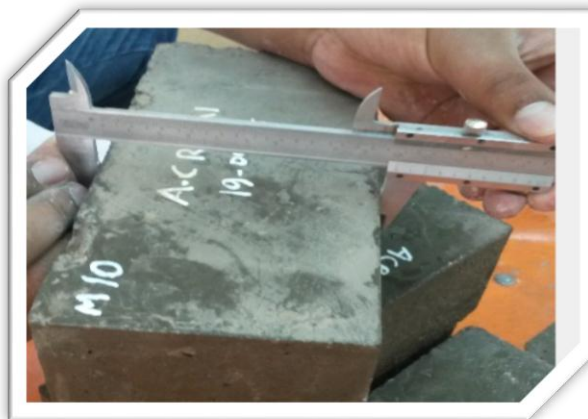
Fuente. Elaboración propia

Fotografía 11. Regla.



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 12. Vernier



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 13. Barra compactadora de 5/8" de 60 cm con punta semiesférica.



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 14. Termómetro digital.



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 15. Martillo de goma



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 16. Flexo metro



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 17. Briqueteras (moldes de adoquín) de 20x10x8 cm



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 18. Cilindros para almacenar el agregado



Fuente. Elaboración propia

3.5 Procedimiento de Recolección de Datos.

El Cemento

Portland tipo I es el indicado para el diseño de mezcla de concreto, para este trabajo de investigación, cuya característica principal es proporcionar de la adherencia.

Agregados

Los agregados que se determinan para esta investigación se basaron según las NTP: 400.012 con todas sus características, así como.

- Agregado fino. - la cantera Cunyac y Vicho, ya que estas canteras poseen materiales idóneos para la elaboración de adoquines de concreto.
- El agregado grueso que se obtuvo de la recolección de material de reciclaje procedente de la fractura de 150 briquetas de concreto de calidad 210 kg/cm², obtenidas de la Universidad Andina del Cusco, en la cual mediante el chancado mecánico y tamizado con mallas de 1/2" y 1/4" se obtuvo agregado grueso de Tamaño máximo nominal de 1/2".

Muestras Representativas para los Agregados

Las muestras representativas que se utilizaron, para obtener las propiedades físico, mecánicas y químicas de los agregados, son los siguientes:

- Agregado Fino: 780.80 gr. Cantera de Vicho.
- Agregado Fino: 1420.30 gr. Cantera de Cunyac.
- Agregado grueso del concreto reciclado: 2544.00 gr.

Para la muestra representativa tanto para agregados grueso como para agregado fino se harán los siguientes pasos:

- Se procede a formar un montón de agregado, que se extiende con una pala hasta darle base circular y espesor uniforme.
- Luego dividimos en cuatro partes por el método de cuarteo, tomamos la muestra representativa (sectores opuestos), y las otras la desechamos.

- Se repite los dos primeros pasos Luego se mezclan las partes elegidas y se
- reinicia la operación con el material elegido. Este ensayo se le denomina cuarteo.

Fabricación del Agregado Gruso Reciclado

Los medios para la colecta de las briquetas son exclusivos del laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco.

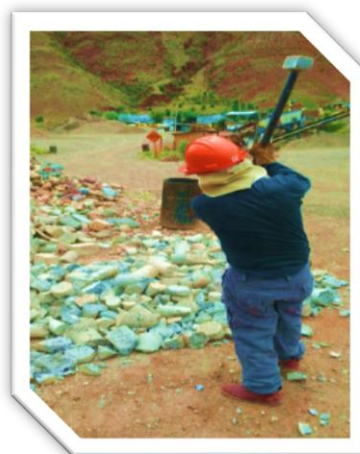
A fin de obtener el agregado grueso reciclado con las características deseadas, se llevó al chancado o trituración de las briquetas a la planta de tratamientos de la Municipalidad Central del Cusco.

Fotografía 19. Traslado de briquetas a chancadora ubicada en oropesa.



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 20. Chancado previo al ingreso a tolva de trituración.



Fuente. Elaboración propia

Equipo Y Maquinaria

Método de trituración

El proceso de trituración consiste inicialmente en la reducción de tamaño del cilindro, se pasa el material por los diferentes tamices de la maquinaria hasta llegar a la forma requerida por las especificaciones usadas según la NTP 339.611.

Fotografía 21. Traslado de material a la tolva de trituración.



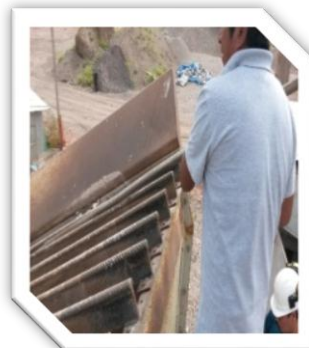
Fuente. Elaboración propia

Fotografía 22. Tolva de trituración.



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 23. Verificación del chancado de briquetas.



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 24. Chancado de briquetas, tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ ".



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 25. Producto final (agregado grueso reciclado)



Fuente. Elaboración propia

Fotografía 26. Equipo de trabajo



Fuente. Elaboración propia