

“UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO”

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



**“DETERMINACION DEL COMPORTAMIENTO
FISICO/MECANICO DEL CONCRETO CON AGREGADO GRUESO
RECICLADO PARA USO EN PAVIMENTOS RIGIDOS –JULIACA”**

TESIS

Presentado por:

BACH. DROBER CHOQUE AGUILAR

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRICOLA

PUNO - PERÚ

2011

“UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO”

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA.

**“DETERMINACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO/MECANICO
DEL CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO PARA
USO EN PAVIMENTOS RIGIDOS –JULIACA”**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO
AGRICOLA**

PRESENTADO POR:

BACH. DROBER CHOQUE AGUILAR

APROBADO POR:

PRESIDENTE


.....
M.Sc. JOSE J. VERA SANTA MARIA

1er MIEMBRO


.....
M.Sc. AUDBERTO MILLONES CHAFLOQUE

2do MIEMBRO


.....
M.Sc. GERMAN BELIZARIO QUISPE

DIRECTOR


.....
Ing. TEOFILO CHIRINOS ORTIZ

ÁREA : Ingeniería y Tecnología

TEMA: Ensayo de materiales y control de calidad

LÍNEA: Ingeniería de Infraestructura Rural

DEDICATORIA:

Este trabajo representa uno de mis más grandes anhelos en la vida y lo dedico con cariño, amor y mucho respeto a:

A mis grandes padres, **BRUNO EMILIO** y **FELICITAS** quien con su aliento supieron enseñarme la perseverancia y constancia.

Mi esposa **JHOBYS NELYDA**, hija adorada **BETHY DEIYANIRA** quienes me brindaron, su cariño, estímulo y apoyo constante. ¡Gracias!.

A mis hermanos **GLADIS, FERRER, YOLA Y FIORELA**, con mucho cariño y afecto, por su apoyo y contribución a mi formación profesional. ¡Gracias a ustedes!.

Compañeros todos de la Promoción 2008 II.

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO** y en especial a la **FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**, por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

AGRADECIMIENTOS:

- ❖ A nuestro Padre Celestial. Quien me dio la bendición para ser quien soy en la vida.
- ❖ A mis queridos y amados padres, esposa, hija y hermanos.
- ❖ A mi Alma Mater la Universidad Nacional del Altiplano-Puno y en especial a la Facultad de Ingeniería Agrícola por haberme formado profesionalmente.
- ❖ Catedráticos y personal administrativo de la Facultad de Ingeniería Agrícola quienes con su ayuda contribuyeron a mi formación personal.
- ❖ Director de este trabajo de investigación Ing. Teófilo Chirinos Ortiz
- ❖ Mi más grande agradecimiento a los profesionales de las distintas especialidades de la Ingeniería, que supieron guiarme para la obtención de este proyecto de investigación.
- ❖ Compañeros de la promoción 2008-II en general.
- ❖ A los realmente amigos, que se alegran con nuestros triunfos y se entristecen con nuestros traspiés.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN..... 1

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 1

1.2 ANTECEDENTES..... 2

1.3 JUSTIFICACION:..... 2

II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL 4

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL CONCRETO..... 4

2.1.1. Concreto: 4

2.1.2. Características del concreto 6

2.1.3. Estados del concreto..... 7

2.1.4. Proporcionamiento de mezclas de concreto normal. 8

2.1.5. Elementos constitutivos del concreto..... 9

2.2. CEMENTO 9

2.2.1. Cemento portland:..... 10

2.2.2. Proceso productivo..... 10

2.2.3. Clasificación de cemento Portland 10

2.3 AGREGADOS 11

2.3.1. Por su Naturaleza..... 13

2.3.2. Granulometría de agregados 19

2.4 ASPECTOS GENERALES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS 19

2.4.1 Residuos sólidos de la construcción civil..... 19

2.4.1.1. Residuos sólidos de construcción y demolición en el ámbito nacional y local
..... 20

2.4.1.2. Clasificación de los residuos sólidos. 21

2.4.1.3. Reciclaje de residuos sólidos para obtención de agregados..... 22

2.4.1.4. Descripción de trituradora de quijada serie PE: 25

2.4.1.4. Reutilización de los residuos de concreto en la construcción. 26

2.5. ASPECTOS GENERALES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS 27

2.5.1. Construcción de pavimentos rígidos..... 27

2.5.2. Algunos requisitos del concreto para su uso en pavimentos rígidos..... 27

2.5.3. Materiales necesarios para la elaboración de una estructura de pavimento de
concreto hidráulico..... 28

2.6. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS CONCRETOS NORMALES Y RECICLADOS.	30
2.6.1. Ensayo de resistencia a la compresión simple in - situ no destructivo norma (ASTM C-805, NTP 339.181).....	30
2.6.2 Ensayo de resistencia al desgaste	32
2.6.3. Ensayo del esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto norma ASTM C-39.....	35
2.6.3.1. Resistencia a la compresión.....	35
2.6.4. Ensayo de porcentaje de absorción.....	38
2.6.5. Ensayo de peso específico.....	39
2.6.6. Ensayos de porosidad.	40
2.6.6.1. Porosidad.....	40
2.6.6.2. Importancia de la porosidad.	41
2.6.6.3. Influencia sobre las propiedades:	41
2.6.6.4. Determinación de la Porosidad.....	42
2.6.7.Procedimiento de ensayos de agregados.....	42
2.6.7.1. Diseño de mezclas.	42
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	44
3.1 MATERIALES.	44
3.1.1. Ubicacion Politica.....	44
3.1.2. Accesos y Vias de comunicación.	44
3.1.3. Instrumentos.	44
3.1.4. Ensayos de laboratorio.....	45
3.2. METODOLOGIA.....	46
3.2.1. De la selección de los bloques de pavimento rígido reciclado.	46
3.2.2. Verificación de la resistencia de compresión de bloques de pavimento reciclado.	47
3.2.3. Del diseño de mezclas para los concretos en general (normal y reciclado). ...	51
3.2.4. De la preparacion y mezclado de elementos constituyentes que forman el concreto.....	51
3.2.5. Del ensayo de asentamiento del concreto fresco con el cono de Abrams.	52
3.2.6. De la colocacion del concreto fresco a los moldes.	52
3.2.7. Del desencofrado y curado de los especímenes de concreto normal y reciclado.	53

3.2.8. Del ensayo de rotura de los especímenes.....	54
3.2.8.1. Tolerancia permisible de tiempo de ensayo.....	54
3.2.9. Del ensayo de desgaste los angeles	55
3.2.10. De las propiedades del concreto normal y reciclado.....	56
3.2.11. Del cálculo de porcentaje de Absorción.....	58
3.2.12. De la descripción de la cantera	58
3.2.13. De la trituración del material reciclado.....	59
3.2.14. De la interpretación de resultados obtenidos.....	60
4.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	62
4.1.1. De la prueba de Esclerometro-Martillo de Schmidt.....	62
4.1.2. Diseño de mezclas (concretos normales y reciclados).....	63
4.1.3. Asentamiento del concreto fresco con el cono de Abrams.	68
4.1.4. Resistencia a la compresión del concreto con agregado grueso reciclado y un concreto normal con agregado grueso natural.....	69
4.1.5. Abrasión los Ángeles.....	76
4.1.6. Comparación de las propiedades físicas de los concretos (normal-reciclado)	79
V. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.	83
5.1 CONCLUSIONES.....	83
5.2 SUGERENCIAS.....	85
VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA.....	86

RESUMEN

El presente trabajo de investigación está referido al estudio de las características físico mecánico de mezclas de concreto elaborados con agregado grueso reciclado para su uso pavimentos rígidos. Agregadosde tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " , proveniente de la trituración manual de bloques de concreto extraídos de la renovación de pavimentos rígidos del Jr. Apurímac cuadras 1-2 de la ciudad de Juliaca, capital de la Provincia San Román, departamento de Puno.

Se identifico como problema central; que en muchos de los casos originados por la elaboración de concretos; el material granular tiene que ser transportarlo grandes distancias desde su fuente de origen, con lo cual los costos se incrementan considerablemente y que esto a su vez repercute en la depredación de nuestras materias primas.

El objetivo es determinar el comportamiento de los principales parámetros físico-mecánicos de las diferentes mezclas de concreto con agregado grueso reciclado, con la finalidad de establecer su conveniencia o no de ser utilizados en la construcción de pavimentos rígidos.

El proceso de la metodología empleada para la investigación se sustenta en la realización de ensayos de laboratorio recomendados por normas peruanasy Extranjeras, NTP, ACI, ASTM.

Para la obtención de testigos de concreto se procedió a reunir todos los elementos necesarios componentes de un concreto; y particularmente para el concreto reciclado se recolecto bloques de concreto, para luego por procesos de trituración manual convertirlos en material granular que sirva de agregado grueso en proporciones del 50%, 75% y 100% y sea parte componente de los Concretos Reciclados. Posterior a esto se efectuaron diseños de mezclas tanto del Concreto Convencional y Concreto Reciclado, con dosificaciones iguales de resistencia de 210 Kg/cm².

Los ensayos de laboratorio a los que fueron sometidos los testigos de concreto fueron: Ensayo al desgaste los Ángeles, Resistencia a la Compresión, Ensayos de Pesos Específicos y Absorción a las 24 Hrs.

Los resultados alcanzados por los Concretos Convencionales a los ensayos de Resistencia a la Compresión, llegan con un resistencia promedio de 259.78 Kg/cm², Con lo referente al ensayo de desgaste se aprecia una resistencia al desgaste de 51.30 % del peso total de 5.0 kg. es decir tiene un desgaste de 48.70%. Con respecto a las propiedades físicas, se aprecia que están dentro de los límites de un concreto convencional.

En relación a Concreto Reciclado en un porcentaje de cambio del **50.0%** de Agregado Grueso la resistencia promedio alcanzada a los 28 días es de 190.32 Kg/cm² y la resistencia de desgaste es de 49.16%. Es decir teniendo un desgaste del 50.84% del peso de la muestra total. Y presenta un 13.54% de absorción de agua en 24 horas, referente al concreto con cambio del **75.0 %** la resistencia a la compresión ofrecida es de 185.75 Kg/cm² a los 28 días. Teniendo un déficit de resistencia de 24.25 Kg/cm². Además presenta un desgaste de 54.36 % y una capacidad de absorción de 14.7% en 24 horas y con un porcentaje de cambio total del agregado grueso en el diseño de mezclas, es decir al **100.0%** se tiene que ofrece una resistencia de 185.51 Kg/cm² llegando con un déficit de 24.49 Kg/cm², de igual forma la resistencia de desgaste ofrecida es de 38.20%, con relación a la absorción, este presenta un 15.10% en un promedio de 24 horas.

En conclusión los comportamientos hallados se asemejan a los concretos convencionales e exigidos por reglamento, los mismos que van incrementándose aun más, conforme decrece la proporción de agregado grueso reciclado utilizado. Ofreciendo los mejores resultados en esta investigación el concreto llevado a un porcentaje de cambio del 50%, concluyéndose por este

Palabras Claves: Concreto, Reciclado, Pavimento, Renovación, Absorción, proporción.

estudio que el uso de agregados reciclado es una buena opción para el uso de pavimentos rígidos de baja transitabilidad y otros afines.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El país actualmente cuenta con una vasta extensión de formaciones geológicas de diversa naturaleza; por lo cual se dispone de una gran variedad de rocas que pueden ser empleadas como agregados para la elaboración de Concretos. Sin embargo, en muchos casos, para poder utilizar este material es necesario transportarlo grandes distancias desde su fuente de origen (cantera), con lo cual los costos se incrementan muy considerablemente. Una forma de solucionar este problema consiste en reemplazar parte del agregado grueso natural por el material granular que resulta de la trituración de bloques de concretos de desecho (agregados reciclados) que en muchos casos se utilizan como relleno en zanjas ó son trasladados a botaderos improvisados.

La reutilización del agregado, permitirá además reducir los problemas originados en zonas densamente pobladas, por el incremento de los desechos de la construcción y la carencia de lugares adecuados para su disposición final. Esto, debido a la renovación, reconstrucción y mejoramiento de la infraestructura social y económica de las ciudades, en el marco de los procesos de desarrollo y modernización integral de los grandes polos económicos. Tal como es el caso de la ciudad de Juliaca, importante centro económico del sur del país.

En concordancia con este importante rol, en los últimos años se vienen realizando cambios significativos en la infraestructura económica y social de la ciudad de Juliaca, que ha obligado a la demolición y renovación de muchas de las obras ejecutadas años atrás. Los residuos de concreto generados por dichas acciones, se han ido depositando en las propias calles, en terrenos con gran potencial agrícola, cauces de ríos y botaderos provisionales, afectando el ornato público, la capacidad de los causes naturales, la infraestructura y el medio ambiente.

1.2 ANTECEDENTES.

Trabajos de investigación realizados en nuestro Altiplano de Puno son muy escasos referente a pruebas comparativas de concretos reciclado y convencionales, sin embargo mencionamos el trabajo del Ing. Cesar G. Camargo N. En su Investigación; Reutilización de Residuos Sólidos en la Producción de Pavimentos Rígidos de Bajo Costo en el Distrito de Juliaca (2009). Donde concluye que; el reciclado de los agregados grueso, fino y la posterior elaboración del concreto hidráulico, para ejecutar obras viales de bajo tránsito y consecuentemente económico es una alternativa para evitar el deterioro y la extracción desmesurada de las canteras de río y laderas del distrito de Juliaca.

También consideramos la investigación comportamiento físico-mecánico de hormigones (concretos) reciclados elaborados con canto rodado, elaborada por los Ingenieros C.J. Zega, V.L. Tausy A.A. Di Maio durante el 2006, indicando, que hormigones (Concreto) de razones agua/cemento iguales o menores a 0.50 y elaborados con agregados gruesos reciclados de similares características a los utilizados en este estudio en porcentajes menores al 50%, presentarían un adecuado comportamiento resistente y durable. Por lo tanto, su empleo en la industria de la construcción constituye una alternativa ventajosa tanto desde el punto de vista económico como ecológico.

En su investigación del Ing. Claudio Javier Zega, "Caracterización de los agregados gruesos reciclados" presentado al Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires indica que, los agregados gruesos reciclados generados a partir de la trituración de concretos de desecho, mediante el empleo de una trituradora de mandíbulas, presentan una distribución granulométrica que los hace aptos para su empleo en la elaboración de hormigones, ubicándose dentro de los límites establecidos en la Norma para agregados gruesos naturales de igual tamaño máximo.

1.3 JUSTIFICACION:

La importancia del uso de agregados reciclados, radica en el aprovechamiento de concretos utilizados; es decir concretos provenientes del colapso y renovación de

pavimentos rígidos; haciéndolos de esta forma sostenibles en el tiempo, que finalmente nos lleven a conservar materias primas como es el caso de canteras, indispensables para la producción de concretos, que vienen siendo explotadas indiscriminadamente, la utilización de estos agregados, permitirá a su vez; minimizar los costos de fabricación de un concreto nuevo y disminuir el efecto negativo en el paisaje de ciudades como Juliaca (avenidas, calles, etc).

Por el momento en el Perú, se recicla una cantidad muy limitada de residuos de construcción. La mayoría se deposita o se usa como relleno sin dar los pasos necesarios para evitar la agresión medioambiental. Desde que las cantidades de residuos se incrementan constantemente, hay muchas razones económicas y ambientales para centrarse en el desarrollo de políticas de reciclaje.

Desde un punto de vista puramente económico, el reciclaje de residuos de construcción resulta solamente atractivo cuando el producto reciclado es competitivo con las materias primas en relación al costo y calidad. Los materiales reciclados serán normalmente competitivos donde exista, falta de materias primas y lugares de vertido adecuados (escombreras). Con el uso de los materiales reciclados, se pueden obtener grandes ahorros en el transporte de residuos de la construcción y materias primas.

Esto se nota especialmente en el desarrollo urbano o en los proyectos de reconstrucción donde se reúnen la demolición y la nueva construcción, y donde es posible reciclar una gran cantidad de residuos de la construcción en el mismo lugar de trabajo o en las proximidades.

De cualquier forma, está totalmente justificado el estudio de este material como elementos de construcción, ya que desde un punto de vista tanto técnico como medioambiental, es un agregado totalmente válido, con las consideraciones descritas, que contribuye a solucionar un grave problema de la sociedad, desarrollada como es el excesivo destino de estos, a vertederos improvisados.

II.MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL CONCRETO.

2.1.1 CONCRETO:

NORMA E-060,CAP 01,Es el material constituido por la mezcla de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas.

La pasta es el resultado de la combinación química del cemento y al agua. Se le considera la fase continua del concreto, ya que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto.

El agregado es la fase discontinua del concreto, dado que sus diversas partículas no están unidas o en contacto unas con otras, si no se encuentra separadas por espesores diferentes de pasta reducida.

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto.

Abanto, C. (1999),indica que, 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.

CONCRETO = CEMENTO PORTLAND+ AGREGADOS+ AIRE+AGUA

Además según este autor los componentes del concreto son:

LIGANTES

- cemento.
- agua.

AGREGADOS.

Agregado fino: Arena

Agregado grueso: Grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos.

Alvarado, R. (2007), sostiene que, el concreto es básicamente una mezcla de dos componentes:

Agregado y pasta. La pasta, compuesta de Cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el Cemento y el agua. Además de que este constituye del 25 al 40 % del volumen total del concreto.

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

La calidad del concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta. En un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula de agregado está completamente cubierta con pasta y también todos los espacios entre partículas de agregado.

Norma E-060, Cap.02, Pag.08, indica que, Concreto es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas.

El material que en nuestro medio es conocido como concreto, es definido como hormigón en las normas del comité Panamericano De Normas Técnicas (COPANT), adoptadas por el ITINTEC.

Quispe, M. (2009). Guía de Enseñanza, indica que, en la actualidad el concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados y está constituido por la mezcla de cemento, agua, agregados y opcionalmente los llamados aditivos, los cuales participan en proporciones previamente calculadas y analizadas.

2.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

Dentro de las características principales del concreto, podemos mencionar su resistencia a la compresión, que va de los 150 a los 500Kg/cm².

Su densidad por otra parte, se encuentra en torno a unos 2400Kg/m³ aproximadamente. Otra resistencia con la que cuenta el concreto es la resistencia a la tracción, en especial a la despreciable, cuyo orden es de un décimo de la resistencia que posee a la compresión. En lo que respecta a los tiempos, hay dos: el de fraguado y el de endurecimiento. En el primer caso, se tarda un promedio de dos horas en efectuarse, en el segundo caso: este se sucede de forma progresiva y en función de muchos parámetros extras. Además, en lo que en cuatro semanas es más que factible que se realice la resistencia en su totalidad. Hay que señalar también que el concreto puede dilatarse y contraerse a la misma velocidad con la que se dilata y se contrae el acero, razón por la cual el uso de ambos en la construcción es muy frecuente, siempre y cuando se produzca de manera simultánea.

Riva,L. (2007), indica que, las características del concreto han de ser función del fin para el cual está destinado. Por ello la selección de las proporciones de la unidad cubica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso partículas para el cual la mezcla está siendo diseñada.

Abanto, C. (1999), sostiene que, entre las características que hacen del concreto un material de construcción universal tenemos.

- a) La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aun tenga una consistencia plástica.
- b) Su elevada resistencia a la compresión lo que lo hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos
- c) Su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua.

NORMA E-060, ART. 20, sostiene que la resistencia mínima del concreto simple para fines estructurales medida en testigos cilíndricos a los 28 días de edad será de 140 kg/cm².

2.1.3. ESTADOS DEL CONCRETO.

Carrillo, M. (2009), sostiene que, el concreto pasa por tres estados en su proceso de endurecimiento:

1) Mezcla Fresca:

Al tomar contacto con el agua y durante su proceso de mezclado, su estado es líquido; luego del tiempo necesario para obtener una buena mezcla (90 segundos), toma una consistencia cremosa.

Es importante la trabajabilidad del concreto fresco, su transporte hasta los lugares de moldeo sin producir segregación y llenar los moldes sin que queden huecos ni vacíos, llenando totalmente las armaduras.

La trabajabilidad está relacionada con la consistencia de la mezcla fresca y ésta es medida por su asentamiento a través del cono de Abrams, dependiendo del tipo de elemento estructural a llenar.

2) Fragüe:

A las dos o tres horas comienza el período de fragüe del concreto, durante el cual comienza la reacción química del agua con el cemento que inicia el período de endurecimiento.

Este proceso debe comenzar lo más tardíamente posible para permitir el total llenado de los moldes con mezcla en estado fresco y debe terminar lo antes posible a fin de poder desencofrar las estructuras cuando éstas han alcanzado su punto de resistencia.

3) Endurecimiento:

La mezcla endurecida debe cumplir con una cierta resistencia a determinada edad y al menor costo posible, brindando al concreto la suficiente durabilidad a lo largo del tiempo mediante su impermeabilidad, evitando así la acción destructora de los agentes externos.

El proceso de endurecimiento del concreto sigue produciendo en tanto éste esté en presencia de humedad, de manera que la resistencia aumente con el transcurso del tiempo, aunque no con la misma velocidad que durante los primeros veintiocho días.

2.1.4. PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO NORMAL.

Laura, H. (2010), indica que, el objetivo al diseñar una mezcla de concreto consiste en determinar la combinación más práctica y económica de los materiales con los que se dispone, para producir un concreto que satisfaga los requisitos de comportamiento bajo las condiciones particulares de uso.

El proporcionamiento de mezclas de concreto, más comúnmente llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

- a) Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados, agua y aditivos).
- b) Determinación de sus cantidades relativas “proporcionamiento” para producir un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

Estas proporciones dependerán de cada ingrediente en particular los cuales a su vez dependerán de la aplicación particular del concreto. También podrían ser considerados otros criterios, tales como minimizar la contracción y el asentamiento o ambientes químicos especiales.

Aunque se han realizado gran cantidad de trabajos relacionados con los aspectos teóricos del diseño de mezclas, en buena parte permanece como un procedimiento empírico. Y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño, están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad especificada así como una trabajabilidad apropiada. Además es asumido que si se logran estas dos propiedades las otras propiedades del concreto también serán satisfactorias (excepto la resistencia al congelamiento y deshielo u otros problemas de durabilidad tales como resistencia al ataque químico). Sin

embargo antes de pasar a ver los métodos de diseño en uso común en este momento, será de mucha utilidad revisar, en más detalle, las consideraciones básicas de diseño.

2.1.5. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CONCRETO.

Los elementos que constituyen el concreto son: el cemento en sus diferentes tipos, los agregados tanto fino como grueso, el agua y los aditivos en forma alternativa y/o opcional de acuerdo a las circunstancias y los fines pertinentes requeridos.

2.2.CEMENTO

Abanto, C. (1999), indica que, el cemento 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 clínker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alamina, hierro y sílice en proporciones determinadas.

Riva, L. (2007), indica que, el cemento empleado en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de las siguientes normas:

- Normas ITINTEC 334.009;334.038; o 334.040; o con las normas ASTM C-150.
- Norma ITINTEC 334.044 o con la norma ASTM C-595

No se aceptaran bolsas de cemento que se encuentren averiados, o cuyo contenido hubiera sido evidentemente alterado por la humedad.

Se considerara que la bolsa de cemento tiene un pie cubico de capacidad y un peso de 42.5 Kg. En aquellos casos en que no se conozca el valor real se considerara para el cemento un Peso Específico de 3.15.

Norma E-060, Cap. 02, indica que, cemento es el material pulverizado que por acción de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua en el aire. Quedan excluidas las caleshidráulicas, las calesaéreas y los yesos. Norma ITINTEC 334.001

2.2.1.CEMENTO PORTLAND:

Producto obtenido por la pulverización de Clinker Portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1.0 % en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante.

Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. Norma ITINTEC 334.001.

2.2.2 PROCESO PRODUCTIVO

Abanto, C. (1999), indica que, el cemento es un aglomerante utilizado en obras de ingeniería civil, proveniente de la pulverización del clinker obtenido por fusión incipiente de materiales arcillosos y calizos, que contengan óxidos de calcio, silicio, aluminio y fierro en cantidades dosificadas, adicionándole posteriormente yeso sin calcinar.

El proceso de fabricación del cemento se inicia con la explotación de los yacimientos de materia prima, en tajo abierto.

El material resultante de la voladura es transportado en camiones para su trituración, los mismos que son cargados mediante palas o cargadores frontales de gran capacidad. La fabricación de cemento consiste en cuatro etapas:

2.2.3.CLASIFICACIÓN DE CEMENTO PORTLAND

Abanto, C. (1999), indica que, Cemento portland, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de las normas para el cemento portland (C-150).

TIPO I:

Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.

Según NTP 334.009:2005:

Para uso general, no requiere propiedades de otro tipo.

TIPO II:

Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.

Según NTP 334.009:2005:

Para uso en general y para cuando se desee moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.

TIPO III:

Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a las desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II.

Según NTP 334.009:2005:

Para ser utilizado necesita altas resistencias iniciales.

TIPO IV:

Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.

Según NTP 334.009:2005:

Utilizado cuando se desee bajo calor de hidratación

TIPO V:

Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua del mar.

Según NTP 334.009:2005:

Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

2.3 AGREGADOS

Llamados también áridos, son un conjunto de partículas de origen natural o artificial que pueden ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la NTP. 400.037

Y pueden constituir hasta tres cuartas partes en volumen, de una mezcla típica de concreto, razón por la cual haremos un análisis minucioso y detenido de los agregados utilizados en la zona.

Los agregados fino y grueso deberán de ser manejados como materiales individuales. Si se emplea con autorización del proyectista, el agregado integral ya denominado “hormigón” deberá cumplir con la norma e-060.

Abanto, C. (1999), Indica que, llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros.

La importancia de los agregados radica en que constituye alrededor del 75 % en volumen, de una mezcla típica de concreto.

Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie este libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que pueden debilitar el enlace con la pasta de cemento.

Reyes, S. (2009), Web Construyeaprende (2010), sostiene que, los agregados conforman el esqueleto granular del Concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80-90% del peso total del concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones.

La pasta cementicia (mezcla de cemento y agua) es el material activo dentro de la masa de hormigón y como tal es en gran medida responsable de la resistencia, variaciones volumétricas y durabilidad del concreto. Es la matriz que une los elementos del esqueleto granular entre sí.

Cada elemento tiene su rol dentro de la masa de concreto y su proporción en la mezcla es clave para lograr las propiedades deseadas, esto es: trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

Dependiendo de sus dimensiones la norma técnica peruana (NTP), clasifica y denomina a los agregados en:

2.3.1.POR SU NATURALEZA:

Los agregados pueden ser naturales o artificiales, siendo los naturales de uso frecuente, además los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en: agregado fino, grueso y hormigón (agregado global).

A. AGREGADO FINO.

Abanto, C. (1999), indica que, se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumplen con los límites establecidos en la norma NTP 400.037.

Rivva, L. (2007), indica que, la granulometría seleccionada deberá ser preferente mente continuo, con valores retenidos en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, YN° 100 de la serie de Tyler.

REQUISITOS DE USO

El porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado fino no deberá exceder de los siguientes límites:

- | | |
|--|------|
| • Lentes de arcilla y partículas desmenuzables | 3% |
| • Material más fino que la malla N 200 | 5% |
| • Concretos sujetos a abrasión | 3% |
| • Otros concretos | 0.5% |
| <i>Carbón:</i> | |
| • Cuando la apariencia superficial de concreto es importante | 0.5% |
| • Otros concretos | 1.0% |

Finalmente, la granulometría deberá corresponder a la gradación C de la siguiente tabla (similar a la normalizada por el ASTM).

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

En general, es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites.

Cuadro N° 01: Límites de porcentajes que pasa en el agregado fino.

Tamiz U.S.Standard	Dimensión de la malla (mm)	Porcentaje en peso que pasa
N° 3/8"	9,52	100
N° 4	4,75	95 - 100
N° 8	2,36	80 - 100
N° 16	1,18	50 - 85
N° 30	0,6	25 - 60
N° 50	0,3	10-30
N° 100	0,15	02-10

Fuente: Abanto C. (1999)

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos.

Además se recomienda que el modulo de fineza este entre 2.36 - 3.2, si excede el limite indicado +- 0.2, al agregado podrá hacerse ajustes en las proporciones de la mezcla para compensar las variaciones en la granulometría, estos ajustes no deben de significar reducciones en el contenido de cemento.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

A. AGREGADO GRUESO.

Abanto, C. (1999), indica que, se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N.4) de la norma NTP 400.037 o en la norma ASTM C-33, proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma ya anteriormente mencionada , los cuales están indicados en la tabla.

Cabe mencionar que según la bibliografía el agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc.

B. GRAVAS.

Comúnmente llamado canto rodado, es el conjunto de fragmentos pequeños de piedra, provenientes de la desintegración natural de las rocas, por acción del hielo y otros agentes atmosféricos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural.

Las gravas pesan alrededor de 1600 a 1700 Kg/m³, y el hecho de la denominación de canto rodado, es porque ya estos fragmentos de rocas han perdido sus aristas vivas y se presentan en forma más o menos redondeadas.

C. PIEDRA PARTIDA O CHANCADA.

Se denomina así, al agregado grueso obtenido por la trituración artificial de rocas o gravas. Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente a la vez.

Su función principal es la de dar volumen y aportar su propia resistencia. Los ensayos indican que la piedra partida o chancada da concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedra redondeada.

El peso de las piedras chancadas pesan alrededor de 1450 a 1500 Kg/m³.

TAMAÑO MAXIMO.

El tamaño máximo se fija por la exigencia de que pueda entrar fácilmente en los encofrados y entre las barras de armadura.

En ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que:

- Un quinto, de la menor dimensión, entre caras de encofrados.
- Un tercio de la altura de las losas.
- Tres cuartos del espacio libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o ductos de pre-esfuerzo.

Estas limitaciones están dirigidas a que las barras de refuerzo queden convenientemente recubiertas y no presenten cavidades de las llamadas “cangrejas”. Sin embargo pueden omitirse por excepción, si el ingeniero responsable comprueba que los métodos de puesta en obra y trabajabilidad del concreto lo permiten.

Se considera que cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta 1 ½”. En tamaños mayores, solo es aplicable a concretos con bajos contenidos de cemento.

REQUISITOS DE USO.

Al igual que el agregado fino, el agregado grueso deberá cumplir lo siguiente:

- Deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- Las partículas deberán estar libre de tierra, polvo, limo, humus, escamas, materia orgánica, sales u otras sustancias.
- Se recomienda que las sustancias dañinas no excedan los porcentajes máximos siguientes.

1. Partículas deleznales:	5.0%
2. Mat. Más fino que malla N 200:	1.0%
3. Carbón y lignito:	0.5%

CUADRO Nº 02 REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO.

A.S.T.M.	Tamaño Máx. Nominal	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS (Entiéndase valores en %)													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25.0 mm	19.0 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	300 mm
1	90 mm a 37.5 mm	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 15						
2	63 mm a 37.5 mm		100	90 a 100	100	35 a 70	0 a 15	0 a 5							
3	50 mm a 25.1 mm				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	0 a 5						
357	50 mm a 4.75 mm				100	95 a 100	35 a 70	10 a 30			0 a 5				
4	37.5 mm a 19.0 mm					100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5					
467	37.5 mm a 4.75 mm					100	95 a 100	35 a 70	10 a 30	10 a 30	0 a 5				
5	25.0 mm a 12.5 mm						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
56	25.0 mm a 9.5 mm						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	25.0 mm a 4.75 mm						100	95 a 100				0 a 5	0 a 5		
6	19.0 mm a 9.5 mm							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	19.0 mm a 4.75 mm							100	90 a 100	20 a 55	20 a 55	0 a 5	0 a 5		
7	12.5 mm a 4.75 mm								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	9.5 mm a 2.36 mm									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9.5 mm a 1.18 mm									100	50 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	
9	4.75 mm a 1.18 mm										100	85 a 100	10 a 40	0 a 5	

Fuente: Abanto C. (1999)

D. HORMIGON.

Es una mezcla natural, en proporciones arbitrarias, de agregado grueso y fino procedente de río o cantera.

Abanto, C. (1999), indica que, en general solo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión hasta de 100 Kg/cm² a los 28 días, y el contenido mínimo de cemento será de 255Kg/m³.

Rivva, L. (2007), indica que, en lo que sea aplicable se seguirán para el hormigón las recomendaciones correspondientes a los agregados fino y grueso.

REQUISITOS DE USO.

El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, materia orgánica, u otras sustancias dañinas para el concreto. Su granulometría deberá estar comprendida entre la malla de 2" como máximo y la malla N 100 como mínimo.

El hormigón deberá ser manejado, transportado y almacenado de manera tal de garantizar la ausencia de contaminación con materiales que podrían reaccionar con el concreto.

E. AGREGADOS RECICLADO.

Zega, C.(2008), sostiene que, los desechos de concreto a partir de los cuales se obtienen los agregados reciclados (AR), pueden provenir de diversos orígenes, desde desperdicios de obras en construcción, hasta de la demolición parcial o total de estructuras, ya sea que se originen en reconstrucciones como así también de desastres naturales.

Comité 555 American Concrete Institute, (ACI-2002), sostiene que, los agregados reciclados generados por medio de una trituradora de mandíbulas son las que mejor una mejor distribución de tamaño de partículas para la elaboración de concretos.

2.3.2.GRANULOMETRIA DE AGREGADOS

Alvarado,R. (2007), dice que, La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla No. 100(150 micras) hasta 9.52 mm.

Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D 448 enlista los trece números de tamaño de la ASTM C-33, más otros seis números de tamaño para agregado grueso. La arena o agregado fino solamente tiene un rango de tamaños de partícula.

La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

Badillo,j. – Rodríguez,R. (1998), indica que, Son propiedades mecánicas de los suelos que depende directamente de la distribución de las partículas constituyentes según su tamaño.

2.4 ASPECTOS GENERALES DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

2.4.1 RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCION CIVIL

SEGUN REG. DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONST.YDEMOLICIÓN (2004), sostiene que, los residuos sólidos de la construcción y demolición tienen su origen en las actividades relacionadas con la construcción de edificaciones, infraestructura vial, de equipamiento en las actividades de demolición, excavación, movimiento de tierras, entre otros. Para las mismas actividades se incorporan los residuos generados en una situación de desastre natural, antrópico y emergencia ambiental de estos residuos se realizará

de conformidad con lo establecido en el Decreto Supremo N° 057-2004-PCM. Reglamento de la ley.

En concordancia con la Norma Técnica Peruanas-NTP 400.053; referida al manejo de residuos de construcción (Concreto), estos pueden ser obtenidos en bloques o reducidos en partículas pequeñas mediante fresado de construcciones civiles de concreto simple, armado o tensado (muros de contención, cimentaciones, puentes, alcantarillas, canales, tuberías de cemento o concreto sin asbesto, losas de pavimentos de concreto, columnas, veredas y pisos de viviendas), que no contengan elementos peligrosos tal como se indica en el anexo 5 de este reglamento, de tal forma que se puedan usar como agregados en la fabricación de nuevos concretos, como material de relleno no portante y otros que no contravengan la normativa vigente.

2.4.1.1. RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL ÁMBITO NACIONAL Y LOCAL

En el Perú, los residuos de construcción y demolición es una mezcla de compuesta por ladrillos, fragmentos de concreto, mortero, concreto armado, acero (alambres de diferentes diámetros), plástico, madera en poca proporción.

En el Perú y en general en la mayoría de departamentos, como Puno, los residuos de construcción y demolición provienen o se están generando en gran parte por la renovación del cambio de pavimentos rígidos por pavimentos flexibles de calles y avenidas por parte de las autoridades, así mismo por la demolición de edificaciones que cumplieron ya con su periodo de vida útil.

En su gran mayoría en nuestro ámbito local; estos residuos son: fragmentos de concreto simple (Pavimento Rígido), concreto armado, albañilería, cerámica, acero (sobre todo alambres de diferentes diámetros).

Y en forma general los residuos de la construcción y demolición están compuestos de origen mineral como el mortero, concreto y cerámica. Y La composición de estos puede variar significativamente y está condicionada a características específicas de la región generadora.

Con respecto al transporte de los residuos de construcción y demolición generados, la disposición final en calles y botaderos informales no es una alternativa correcta. De acuerdo con esta investigación, este procedimiento puede resultar en desperdicio de materia prima, emisión de poluentes indeseables y pérdidas de energía y espacio, a pesar que este sea una práctica común en la gestión de estos materiales.

2.4.1.2. CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Según el Reglamento Para la Gestión de Residuos Sólidos de La Construcción y Demolición; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2004, TITULO III, la Clasificación de los residuos. Es la siguiente.

1. Residuos no peligros (reutilizables o reciclables).
2. Residuos peligrosos.

Los agregados reciclados provenientes de la trituración de pavimentos rígidos, tienen la finalidad de sustituir parcialmente o totalmente el material natural empleado. De acuerdo al Ing. Cesar G. Camargo N. en su investigación Titulada Reutilización De Residuos Sólidos en la Producción de Pavimentos Rígidos de Bajo Costo en el Distrito De Juliaca, y que a su vez presenta información de la *Universidad Tecnológica de Sídney-UTS (1999), Recycled construction and demolition materials for use in roadworks and other local government activities*, indica que las grandes diferencias verificadas entre los concretos reciclados y los naturales se pueden resumir (a) forma del grano y textura superficial, en el material reciclado tiende a ser más irregular; (b) la densidad, normalmente es menor en los agregados reciclados debido a su alta porosidad y (c) absorción de agua, que es la diferencia más mercante entre los dos materiales, en lo referente a sus propiedades físicas¹.

¹UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SYDNEY (UTS), centre for built infrastructure research, Recycled construction and demolition materials for use in roadworks and other local government activities. Disponible en: <http://www.eng.uts.edu.au/Research/researchers/rasiah.htm>

De forma general el reciclado en América Latina, es poco significativo y está en el orden de 3% de los residuos de la construcción generados.

La diferencia que existe en la reutilización y reciclaje de los diferentes países ocurre en función de sus legislaciones vigentes, el grado de desarrollo local, la disponibilidad de recursos naturales o aún el costo del proceso de extracción o de transporte. En nuestro caso en el Perú actualmente no hay norma que establezca el acopio, manejo y reutilización de los concretos reciclados.

2.4.1.3. RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA OBTENCIÓN DE AGREGADOS.

El reciclaje debe implementarse desde un programa, o un plan integral, que deberá adecuarse a cada situación particular, considerando el impacto y consumo de recursos, teniendo en cuenta: la composición de los residuos, la disponibilidad de mercados para los materiales reciclados, la situación económica de la región, el clima político de la comunidad, la participación de la comunidad.

En líneas generales este proceso comprende un conjunto de operaciones unitarias que pueden ser divididas en:

- A. Segregación
- B. Trituración o chancado
- C. Tamizado
- D. Auxiliares

A. OPERACIÓN DE SEGREGACIÓN.

Los residuos de construcción y demolición están compuestos por componentes minerales mezclados con otros materiales como madera, metales, pinturas y esmaltes y yeso. Siendo así los residuos reciclados en diversas obras viales debe estar sometido al retiro de sustancias extrañas a la fracción mineral.

La operación de concentración se resume a la separación de diferentes componentes de residuo de la construcción y demolición por procesos de

separación manual, o separación magnética, pueden ser hecha antes y/o después de la operación de reducción.

B. OPERACIÓN DE TRITURACIÓN O CHANCADO

La operación de trituración o chancado consiste en reducir las dimensiones del material para adecuar el tamaño de los granos para su finalidad o las operaciones subsecuentes. Luego de la trituración y chancado los granos se tornan más resistentes a la compresión, si se comparan al residuo bruto, una vez que la fragmentación será en el plano de menor resistencia de material.

Además de ello se forman fracciones finas que favorecen al soporte las partículas grandes. La trituración o chancado puede ser hecha en diferentes tipos de equipamientos, siendo estos los mismos o una adaptación de aquellos utilizados en la minería. El tipo de trituración en capas de influir en algunas características de los agregados reciclados como la gradación, la forma.

Durante la investigación se verificó que en la producción de agregados se ha realizado una trituración primaria y algunas veces hasta una trituración o chancado secundario, que consiste en someter al material en proceso de chancado una o varias veces respectivamente. Se hace uso de trituradoras o chancadoras de impacto, de mandíbula o aún de molinos de martillo.

La trituradora y chancadora de impacto es uno de los tipos de maquinaria más usada en las recicladoras y puede ser usada tanto en la trituración primaria como en la trituración secundaria. Se afirma que este equipo es el más adecuado en la producción de agregados reciclados para el uso de pavimentación, en función de la granulometría que presenta. Este tipo de trituradora o chancadora la fragmentación de los residuos se realiza por la colisión de material en placas fijas de impacto. Dentro de las principales características de este equipamiento se tiene la significativa reducción de las dimensiones del material, la producción de granos cúbicos y de mayor cantidad de finos, en comparación a trituradoras y chancadoras de otros tipos.

La trituradora o chancadora de mandíbula, el chancado de material se da por compresión y se utiliza como trituradora primaria para generar gran cantidad de granos gruesos, habiendo luego la necesidad general de triturar en forma secundaria. El uso del triturador de mandíbula es adecuado para materiales abrasivos, el mismo es indicado para la producción de agregados reciclados que presenta un desgaste relativamente alto en comparación con otros materiales.

El molino de martillo a su vez, es un equipo donde la trituración del material se da por impacto y en parte por fricción. Dentro de las características que tiene este equipo se puede verificar la producción de granos cúbicos y la cantidad de finos. Es diferente a la trituradora de mandíbula, el molino de martillo no es indicado para la trituración de materiales abrasivos.

C. OPERACIÓN DE TAMIZADO

La operación de tamizado consiste en seleccionar granulométricamente los granos pasando por tamices.

La operación de tamizado puede ser cancelada del proceso de reciclaje en los casos en los que se tenga interés por material, sin clasificación granulométrica.

D. OPERACIONES AUXILIARES

Las operaciones auxiliares son procedimientos que tienden a dar apoyo al proceso de reciclaje como por ejemplo el uso de fajas transportadoras y de sistemas nebulizantes.

Los procesos de reciclaje puede producir diferentes tipos de agregados reciclados de concreto, albañilería y mixta para la utilización en sub bases de obras viales. Se tiene como ejemplo la producción de agregados reciclados de dos tipos de concreto, los denominados blancos o plateados y están compuestos básicamente de concreto y mortero; el mixto también

llamado rojo, cuya composición incluye diversos materiales como son ladrillos, cerámica.

2.4.1.4. DESCRIPCIÓN DE TRITURADORA DE QUIJADA SERIE PE:

Es un equipo de trituración de alto rendimiento y ahorro energético desarrollado con toda dedicación integrando las experiencias exitosas de los productos del mismo tipo en el interior y exterior.

Se destina en mayor parte a la trituración de granulosidad media de los diferentes minerales y materias de gran tamaño de la resistencia a la compresión no mayor a 320Mpa, y se divide en la trituración gruesa y la fina. Los productos de esta serie llevan las especificaciones completas y se aplican ampliamente en distintas industrias tales como las minas, metalurgia, material constructivo, carretera, ferrocarril, obras hidráulicas y química etc.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO LA TRITURADORA DE QUIJADA SERIE PE:

En el funcionamiento, el motor eléctrico rota por medio de que la polea conduce el eje excéntrico, dejando la mandíbula móvil acercar y distanciar periódicamente a la mandíbula fija, realizando las múltiples trituraciones tales como extrusión, frotación y enrodillamiento etc., para que las materias se cambien de lo grande a lo pequeño cayendo gradualmente hasta que se evacuen por la salida. La trituradora de mandíbula se conviene para a mineral de hierro sulfúrico, mineral fosfático, baritina, celestina, carburo cálcico, coque, caliza etc.

CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LA TRITURADORA DE QUIJADA SERIE PE:

1. Tiene profunda cavidad de trituración sin zona muerta, elevando la capacidad de alimentación y la producción.
2. Alta relación de reducción, y granulosidad homogénea de productos.
3. El dispositivo regulador de modo arandela en la salida de materias es fiable, accesible, y de gran alcance de ajuste, aumentando la flexibilidad del equipo.

4. El sistema de lubricación es fiable y seguro, las piezas se cambian con facilidad, y es de poco mantenimiento.
5. Estructura sencilla, funcionamiento fiable y poco coste de operación.
6. Ahorra energía: una máquina unitaria ahorra 15%-30% de energía, ahorrando mayor a una vez.
7. La salida de material dispone gran alcance, pudiendo satisfacer los diferentes requisitos de clientes.
8. Es de poco ruido y poco polvo.

2.4.1.5. REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN.

Los agregados reciclados obtenidos por procesos de selección y trituración, puede ser una alternativa de solución tanto económicamente y ambientalmente; sustentada en la recuperación de materias para la elaboración de tecnologías renovables y sustentables en el tiempo.

Los agregados reciclados pueden ser utilizados en diferentes partidas de ingeniería como pavimentación de baja transitabilidad, canales, elaboración de bloques de concreto (muros), estabilización de suelos expansibles o que tengan baja capacidad de soporte, y demás que conlleven a la reutilización de estos.

Los agregados reciclados pueden además ser utilizados también en la producción de concreto y mortero para diferentes usos, como son canales, contrapisos, albañilería, infraestructura urbano/rural como son bloques, sardineles, veredas, buzones, etc.

Los agregados reciclados también se pueden usar en la regularización y lastrados de calles de tierra.

Además de todas las posibilidades de uso dichas anteriormente, las principales aplicaciones de los agregados reciclados de residuos de construcción y demolición pueden ser usadas en capas de los pavimentos.

2.5. ASPECTOS GENERALES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

2.5.1. CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.

Nicholas J. y Lester A. (2005), sostienen que, Los pavimentos rígidos se construyen normalmente, con concreto de cemento portland. Y tienen algo de resistencia a la flexión, que les permite sostener una acción como viga a través de irregularidades menores, los pavimentos de concretos bien diseñados y construidos tienen largas vidas de servicio, y en general su mantenimiento es menos costoso que el de los pavimentos flexibles y el espesor de estos pavimentos de concreto en carretera va de 6 a 13 Pulg.

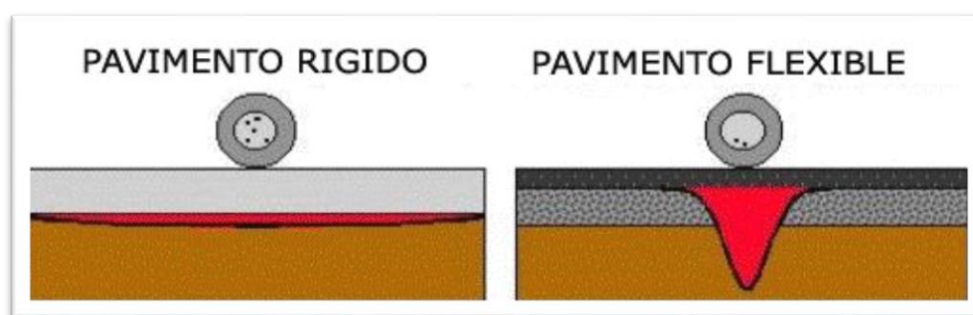


Figura N° 01: Flexión entre pavimentos Rígido -Flexible.

2.5.2. ALGUNOS REQUISITOS DEL CONCRETO PARA SU USO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.

NORMA TÉCNICA CE.010, PAVIMENTOS URBANOS (2008), sostiene en sus párrafos que, previamente a la colocación de la mezcla de concreto hidráulico, se presentara el diseño de mezcla. El profesional responsable definirá el tipo y cantidad de ensayos necesarios para el diseño de mezcla.

Una vez aprobado el diseño de mezcla se hará un control directo de las cantidades de agregados, agua y cemento portland que intervienen en la mezcla.

El control de la mezcla en obra se podrá hacer mediante ensayos de compresión de probetas cilíndricas que deberán cumplir los criterios de aceptación indicados.

Los requisitos mínimos impuestos por nuestra norma técnica CE.010 pavimentos urbanos indica que se tendrá que cumplir que la resistencia de Fc será igual o mayor de 175 Kg/cm² (17.5 Mpa).

Conjuntamente con la resistencia de diseño del concreto van acompañadas las pruebas ensayo de valor relativo soporte (CBR), cuyo objetivo es el de determinar la resistencia de un suelo que está sometido a esfuerzos cortantes, además evaluar la calidad relativa del suelo para subrasante, sub-base y base de pavimentos.

2.5.3. MATERIALES NECESARIOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO.

El concreto de cemento que se usa en general para los pavimentos rígidos consiste en cemento portland, agregado grueso, agregado fino y agua. Pueden usarse varillas de acero de refuerzo, de acuerdo con el tipo de pavimento que se vaya a construir. En las secciones siguientes se presenta una descripción de los requisitos de calidad de cada uno de los materiales básicos.

CEMENTO PORTLAND.

El cemento portland se fabrica triturado y pulverizado de caliza, marga y arcilla o pizarra, y quemando una mezcla a alta temperatura (unos 2800° F), para formar un clinker. A continuación se deja enfriar el clinker, se agrega una cantidad de yeso y en seguida se muele la mezcla hasta que pasa más del 90% del material por la malla del número 200. Los componentes químicos principales del material son silicato tricálcico (C₃S), Silicatos dicálcicos (C₂S), y aluminoferrito de tetracalcio (C₄AF).

El material se transporta por lo general en sacos de 1 pie³, pesando cada unidad un total de 94 libras.²

La mayoría de las construcciones a nivel nacional usan las especificaciones de la American Society For Testing Materials (ASTM en la norma C150) o las de la American Association Of State Highway And Transportation Officials (AASHTO en la norma M85).

AGREGADO FINO Y GRUESO

Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimentos. (2002), indica que, los agregados finos deberán cumplir con las normas AASHTO M6, clase B. Los agregados gruesos pueden ser gravas, piedras trituradas o sin procesar, de acuerdo con la norma AASHTO M80. El agua será de preferencia potable, limpia y libre de contaminantes y el aditivo debe cumplir con las normas AASHTO M295, en el caso de mezclas con ceniza volante. Si es químico debe cumplir con las normas AASHTO M159, para inclusores de aire y M194 para reductores de agua y acelerantes.

Como parte de los procedimientos de diseño es necesario realizar un estudio del costo y ciclo de vida de las alternativas de pavimentos, que permitan al profesional tomar una decisión sobre el tipo de pavimentos más conveniente.

AGUA PARA MEZCLADO

El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero. El agua de mar no debe usarse para concreto hidráulico.

²Libro, Ingeniería de tránsito y de carreteras By Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel(2002)

El agua proveniente de abastecimientos o sistemas de distribución de agua potable, puede usarse sin ensayos previos²

En donde el lugar de abastecimiento sea poco profundo, la toma debe hacerse de forma que excluya sedimentos, toda hierba y otras materias perjudiciales.³

2.6. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS CONCRETOS NORMALES Y RECICLADOS.

Si bien es cierto que esta investigación no contempla la totalidad de las pruebas que se pueden hacer de acuerdo a las normas nacionales y/o internacionales, se tomaron en cuenta los ensayos siguientes:

2.6.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE IN - SITU NO DESTRUCTIVO NORMA (ASTM C-805, NTP 339.181)

ESCLEROMETRO-MARTILLO DE SCHMIDT

Es un instrumento de medición empleado, generalmente, para la determinación de la resistencia a compresión en concretos ya sea en pilares, muros, pavimentos, etc.; por ende este proyecto contempla la utilización de este para verificar la resistencia del concreto reciclado (pavimento rígido), para posteriormente obtener los agregados gruesos reciclados por la trituración mecánica.

El esclerómetro es de sencillo manejo y se utiliza fundamentalmente en el sector de la construcción, además de otros sectores industriales (comprobación de la dureza Wickel de la mercancía en rocas).

Este esclerómetro en forma de martillo, para comprobar la resistencia del concreto, se basa en el principio de medición de Schmidt. La comprobación se realiza siempre bajo una misma energía de prueba de 2207 J. La energía cinética de rebote inicial viene dada en el esclerómetro como una medida de la

³ Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, Guatemala, Noviembre del 2002.

dureza del concreto, de la presión sobre la superficie o de la resistencia a la presión (kg/cm^2 o su conversión a N/mm^2). La calidad del concreto se valora principalmente por su resistencia a la presión, ya que es un valor orientativo para comprobar la capacidad de carga y la durabilidad de las construcciones de concreto. La resistencia a la presión se representa con una serie de cifras y letras. Quiere decir que se trata de un concreto normal con una resistencia a la presión de 25 N/mm^2 .

La resistencia a la presión se define generalmente como la medición de la resistencia a la ruptura al aplicar una carga de presión en un eje durante un periodo breve de tiempo. La resistencia a la presión del concreto se determina teniendo en cuenta la influencia de las siguientes magnitudes:

- Resistencia del bloque de cemento.
- Composición y compactación del concreto
- Tiempo y condiciones de almacenado.
- Dimensiones y forma del elemento de comprobación
- Tipo y duración de la carga.

La resistencia a la presión se determina normalmente en laboratorio en cubos de concreto o en cilindros rectos circulares. En el caso de los cilindros, una vez retirado el concreto sobrante se recomienda establecer inmediatamente una capa de ajuste que será muchas veces necesaria para obtener una superficie de presión lisa y plana. Los cilindros se endurecen constantemente. Puesto que en la práctica no se puede realizar una comprobación con métodos de laboratorio, se utiliza el esclerómetro con forma de martillo de sencillo manejo y que proporciona una precisión considerable.

Toda prueba esclerométrica deberá ser supervisada por un especialista, el cual deberá de realizar la interpretación de los resultados teniendo en cuenta los factores de corrección del equipo, así como las condiciones en las que se desarrollaron las pruebas de control, y tener los reportes de calibración con las que se certifica el instrumento.

El método también puede dar una referencia con respecto a la resistencia del concreto, siempre considerando que para un concreto el número de rebotes puede ser afectado por:

- La humedad.
- La superficie de ensayo.
- La forma de rigidez del espécimen.
- Tipo de agregado grueso.
- La edad y condición de humedad del concreto.
- La profundidad de carbonatación, etc.



Figura N° 02: Esclerómetro - Martillo de Schmidt

2.6.2 ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESGASTE

A. ABRASIÓN LOS ANGELES

El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Ángeles (Norma de ensayo ASTM C-131) no podrá ser mayor de cincuenta por ciento (50%).

- Saber que tan resistente es el agregado que se va a utilizar ya sea para base, sub-base o carpeta asfáltica, en el presente estudio para la elaboración de

concreto con agregado reciclado; ya que este material estará expuesto a una constante agresión física.

- Determinar la dureza del agregado utilizando un método indirecto cuyo procedimiento se encuentra descrito en las Normas de Ensayo de Materiales para los agregados gruesos.

La resistencia a la abrasión, desgaste, o dureza de un agregado, es una propiedad que depende principalmente de las características de la roca madre. Este factor cobra importancia cuando las partículas van a estar sometidas a un roce continuo como es el caso de pisos y pavimentos, para lo cual los agregados que se utilizan deben estar duros.

B. LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.

La Máquina de los Ángeles. Esta, es un aparato constituido por un tambor cilíndrico hueco de acero de 500 mm de longitud y 700 mm de diámetro aproximadamente, con su eje horizontal fijado a un dispositivo exterior que puede transmitirle un movimiento de rotación alrededor del eje. El tambor tiene una abertura para la introducción del material de ensayo y de la carga abrasiva; dicha abertura está provista de una tapa que debe reunir las siguientes condiciones:

- Asegurar un cierre hermético que impida la pérdida del material y del polvo.
- Tener la forma de la pared interna del tambor, excepto en el caso de que por la disposición de la pestaña que se menciona más abajo, se tenga certeza de que el material no puede tener contacto con la tapa durante el ensayo.
- Tener un dispositivo de sujeción que asegure al mismo tiempo la fijación rígida de la tapa al tambor y su remoción fácil. Para determinar la dureza se utiliza un método indirecto cuyo procedimiento se encuentra descrito en las Normas de Ensayo de Materiales para los agregados gruesos, consiste básicamente en colocar una cantidad especificada de agregado dentro de la Máquina de los Ángeles. Se añade una carga de bolas de acero y se le aplica un número determinado de revoluciones.

Cuadro N° 03: Masa y número de bolas de Acero

TIPO	NUMERO DE ESFERAS	MASA DE LAS ESFERAS (GRS.)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 25

Fuente: Norma ASTM C-131.

El choque entre el agregado y las bolas da por resultado la abrasión y los efectos se miden por la diferencia entre la masa inicial de la muestra seca y la masa del material desgastado expresándolo como porcentaje inicial⁴.

C. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Abrasión, determinar la granulometría en % retenidos de la muestra, a fin de elegir el método de acuerdo a los tamices que tiene el mayor porcentaje de retenidos. Prepara el material (5kg o 10kg) dependiendo si la muestra de agregados es mayor a 2" o menor a 2". Material <2" → ASTM C-131 (5 kg) Material >2" → ASTM C-535 (10 kg) Revisar si la máquina de los ángeles está en buen estado, ya que si contiene residuos mayores a 2mm se requiere limpiarla; luego se coloca la muestra, luego colocar la muestra abrasiva, para finalmente hacer girar la máquina a 30-33 rpm, durante 500 revoluciones. Luego el material es retirado y tamizado por la malla # 12.

⁴Cachay Huaman Diseño de mezclas UNI

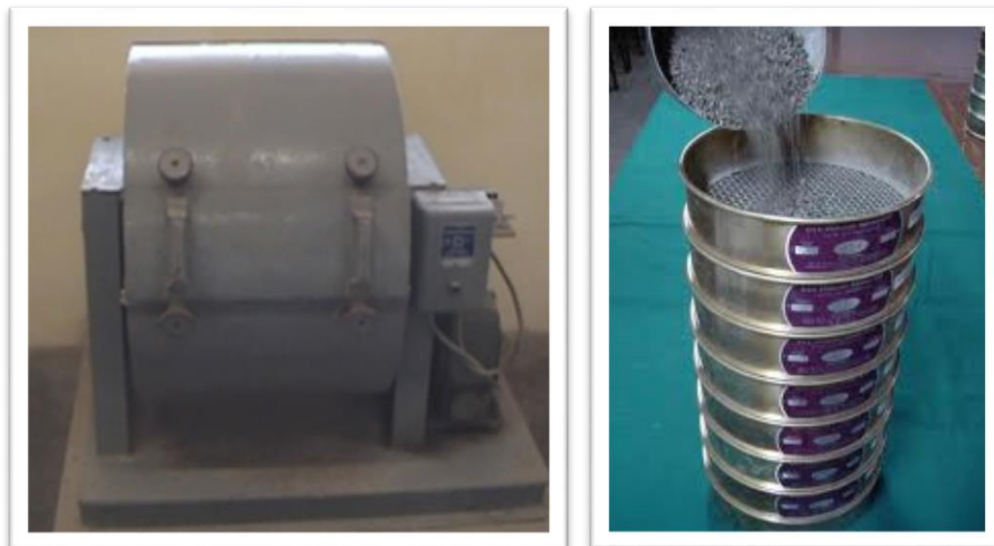


Foto N° 01: Máquina de ensayo de Desgaste los Ángeles

2.6.3. ENSAYO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN EN ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO NORMA ASTM C-39.

2.6.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Este método de ensayo es usado para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos preparados y curados de manera estándar.

La interpretación de resultados es delicada debido a que la resistencia no es una propiedad característica o intrínseca del concreto realizado con materiales proporcionados, sino depende de muchos factores como tamaño y forma del espécimen, la mezcla, el procedimiento de batido, los métodos de muestreo, el moldeado y fabricación. Además de la edad, temperatura, y condiciones de curado de los especímenes.

Los resultados de este método son usados como base para un control de calidad de la proporción, mezclado, y colocación del concreto; determinación de la conformidad de las especificaciones y control para evaluar la efectividad de las adiciones.

A. MÁQUINA DE ENSAYO.

La máquina de ensayo deberá tener la suficiente capacidad para abastecer el índice de cargas solicitadas. La calibración de la máquina se debe verificar de acuerdo a la Norma ASTM E4 y en las siguientes condiciones:

- Se debe calibrar la máquina por lo menos cada 13 meses.
- En la instalación original o relocalización de la máquina.
- Si se tiene duda de su precisión o exactitud.

La máquina deberá ser operada con energía y será capaz de aplicar una carga continua durante todo el proceso de ensayo. El porcentaje de error permitido para máquinas de ensayo no debe exceder el ± 1.0 % de la carga indicada.

Equipo adicional. Está compuesto de los siguientes materiales:

Escuadras metálicas. Deben ser como mínimo de 30cm. de longitud, para chequear la perpendicularidad.

Equipo de láminas graduadas. El cual está provisto de láminas de espesor determinado que sirve para ver la planeidad y las depresiones en las caras del espécimen de concreto.

Flexómetro. Dispositivo para medir.

Tornillo micrométrico. Se lo utiliza para medir el diámetro del cilindro, con una aproximación de 0.25mm, (0.01 pulg).

B. MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS.

Las probetas cilíndricas de concreto deberán cumplir con lo siguiente:

Medir dos diámetros en ángulo recto en la parte media de la altura del espécimen, con una aproximación de 0.25 mm. (0.01 pulg).

Si un diámetro difiere del otro en más del 2.0 % los especímenes no serán probados

Chequear que el eje axial de perpendicularidad y los extremos planos del espécimen, no se alejen más de 0.5° (1 mm en 100 mm).

Los especímenes que no tengan sus extremos planos dentro de 0.05 mm (0.002 pulg.) se pulirán, esmerilaran o capearán según la Norma ASTM C617 o ASTM C1231.

La longitud debe ser medida con precisión de 1mm. En tres lugares espaciados alrededor de la circunferencia.

Cuando la determinación de la densidad no es requerida y cuando la relación de la longitud con el radio es menor que 1.8 o mayor que 2.2, se debe medir la longitud del espécimen con una precisión de 0.05 D.

TIPOS DE FALLAS.

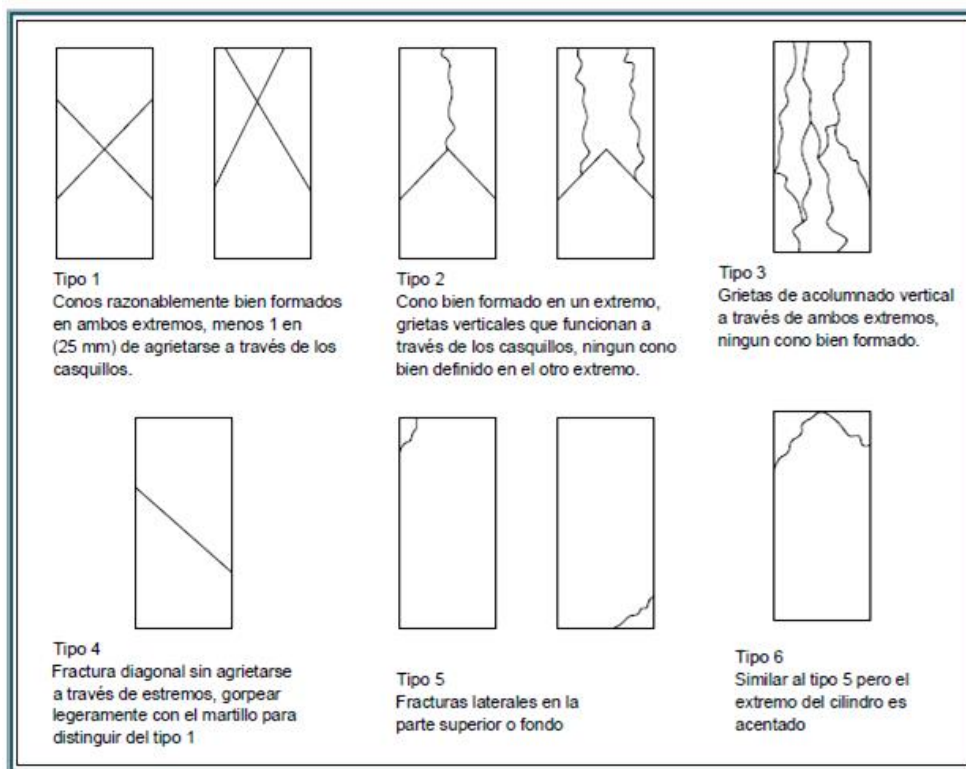


Figura N° 03: Tipos de fracturas para una muestra de concreto.

2.6.4. ENSAYO DE PORCENTAJE DE ABSORCION.

Los agregados pueden tener algún grado de humedad lo cual está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de poros.

Las partículas de agregado pueden pasar por cuatro estados, los cuales se describen a continuación:

Totalmente seco. Se logra mediante un secado al horno a 110°C hasta que los agregados tengan un peso constante (generalmente 24 horas).

Parcialmente seco. Se logra mediante exposición al aire libre.

Saturado y Superficialmente seco. (SSS). En un estado límite en el que los agregados tienen todos sus poros llenos de agua pero superficialmente se encuentran secos. Este estado sólo se logra en el laboratorio.

Totalmente Húmedo. Todos los agregados están llenos de agua y además existe agua libre superficial.

El contenido de humedad en los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$P = [(W - D) / D] * 100$$

Donde:

P : Es el contenido de humedad [%]

W : Es la masa inicial de la muestra [g]

D : Es la masa de la muestra seca [g]

También existe la Humedad Libre donde esta se refiere a la película superficial de agua que rodea el agregado; la humedad libre es igual a la diferencia entre la humedad total y la absorción del agregado, donde la humedad total es aquella que se define como la cantidad total que posee un agregado. Cuando la humedad libre

es positiva se dice que el agregado está aportando agua a la mezcla, para el diseño de mezclas es importante saber esta propiedad; y cuando la humedad es negativa se dice que el agregado está quitando agua a la mezcla.

Esta propiedad está regido por la Norma Técnica Peruana, norma extranjera ASTM C127 "Determinación del Contenido de Humedad " donde explica el procedimiento a seguir para realizar el ensayo para determinar dicha propiedad. Este método no se puede aplicar en aquellos casos en el que el calor pueda alterar al agregado, o donde se requiere una determinación más refinada de la humedad.

2.6.5. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO

Peso Específico: Es el Cociente entre el peso de un cuerpo y su Volumen. Se calcula dividiendo el peso de un cuerpo o porción de materia entre el volumen que éste ocupa y de acuerdo a la norma internacional **ASTM D 854**, las formulas a aplicarse son las siguientes:

$$M_{PW,T} = M_P + (V_P - \rho_{W,T})$$

Donde:

$M_{PW,T}$ = Masa del picnómetro lleno de agua a la temperatura de ensayo.

$\rho_{W,T}$ = Densidad del agua a la temperatura del ensayo gr/ml o gr/cm³.

V_P = Volumen de calibración del picnómetro a la temperatura del ensayo en cm³.

$$G_T = \frac{M_S}{(M_{PW,T} - (M_{PWC,T} - M_S))}$$

Donde:

M_S = Masa de la muestra secada al horno en gr.

$M_{PWC,T}$ = Masa del picnómetro, del agua y de la temperatura de ensayo en gr.

$M_{PW,T}$ = Masa del picnómetro lleno de agua a la temperatura de ensayo.

2.6.6. ENSAYOS DE POROSIDAD.

2.6.6.1. POROSIDAD.

Es el volumen de espacios dentro de las partículas de agregado. Tiene una gran influencia en todas las demás propiedades de los agregados, por ser representativa de la estructura interna de las partículas.

No hay un método estándar ASTM para evaluarla, sin embargo existen varias formas de determinación por lo general complejas y cuya validez es relativa. Una manera indirecta de estimarla es mediante la determinación de la absorción, que da un orden de magnitud de la porosidad normalmente un 10% menor que la real, ya que como hemos indicado en el párrafo anterior, nunca llegan a saturarse completamente todos los poros de las partículas.

Los valores usuales en agregados usuales pueden oscilar entre 0 a 15 %, aunque por lo general el rango común es del 1 al 5%. En agregados ligeros, se pueden tener porosidades del orden del 15 al 50%.

Normalmente, el concreto es una mezcla de cuatro ingredientes básicos: arena, gravilla, cemento, y agua. En el proceso de mezcla, una cierta cantidad de aire se mezcla en el concreto. El agua y el aire toman espacio dentro del concreto aún después que el concreto es derramado en el lugar y durante las primeras etapas de la fragua.

Cuando el concreto es trabajado en su lugar y comienza a "cuajarse" o endurecerse, los ingredientes más pesados tienden a asentarse en el fondo mientras los ingredientes más livianos flotan arriba. Siendo el agua el más liviano de los cuatro ingredientes básicos, flota hacia arriba donde se evapora o se exprime por los lados ó el fondo. Según se exprime, se mueve en todas direcciones. El agua, al ocupar espacio, deja millones de huecos entrecruzados en todas direcciones. Según el aire escapa, tiene el mismo efecto.

Estos espacios huecos se atan entre sí creando lo que llamamos poros. Frecuentemente los poros crean unas quebraduras finísimas dentro del concreto, debilitando el concreto. Según la acción capilar del concreto atrae el agua hacia el concreto, ó la lluvia golpea los lados de la pared de concreto, ó la hidrología del

agua va contra la pared de un sótano, el agua viaja por los poros a través del concreto.

Los poros están entretejidos y entre conectados, permitiendo así el pasaje lento del agua a través del concreto. Mientras más denso el concreto, más apretados los poros y menos agua puede pasar a través.

2.6.6.2. IMPORTANCIA DE LA POROSIDAD.

La porosidad del agregado tiene influencia sobre la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad de las partículas, siendo todas estas propiedades menores conforme aumenta la porosidad del agregado.

Igualmente, las características de los poros determinan la capacidad y velocidad de absorción, la facilidad de drenaje, el área superficial interna de las partículas, y la porción de su volumen de masa ocupado por materia sólida.

2.6.6.3. INFLUENCIA SOBRE LAS PROPIEDADES:

La velocidad de la reacción química de los agregados en el concreto, así como su estabilidad química, están influenciadas por las características de su porosidad. Los agregados que tienen alto porcentaje de poros, especialmente si estos son pequeños, tienen una mayor superficie específica susceptible de ataque químicos que aquella que pueden presentar agregados en los que hay un menor superficie de poros o estos son de gran tamaño.

Las características térmicas del agregado están influenciadas por la porosidad. Cambios importantes en el coeficiente de expansión, la difusibilidad y la conductividad del agregado pueden ocurrir por modificaciones del contenido de humedad del mismo. En la actualidad se considera que las características de los poros probablemente influyen en las propiedades térmicas del agregado seco.

La adherencia de la pasta a las partículas de agregado está determinada por algunas propiedades de la superficie del mismo, incluidas la rugosidad y características de los poros de la zona superficial, las cuales pueden afectar la textura superficial y bondad de la adherencia de la pasta.

2.6.6.4. DETERMINACIÓN DE LA POROSIDAD.

Los actuales métodos de laboratorio solo permiten medir la porosidad total del agregado del agregado más no el tamaño, perfil y continuidad de los poros. Ello nos permite establecer una forma adecuada, una correlación entre la duración del concreto y la porosidad del agregado.

2.6.7. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS DE AGREGADOS

2.6.7.1. DISEÑO DE MEZCLAS.

En lo referente a diseños mezclas, existen diversos métodos, entre los más usados y confiables debido a su fácil manejo son los siguientes:

Método del Comité 211 del A.C.I.

Método de Walker.

Método del modulo de finura de la Combinación de los agregados.

Método por la relación Agua/Cemento.

Para esta investigación, se obtuvo un diseño de mezclas obtenido por el Método del Comité 211 del A.C.I., proporcionado por el laboratorio de mecánica de suelos, donde se realizó los ensayos respectivos para obtener las proporciones de: cemento, agua, agregado fino, agregado grueso.

Independientemente de los resultados obtenidos por el laboratorio, la secuencia utilizada para efectuar estos ensayos es el siguiente:

Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia a la compresión especificada y la desviación estándar de la compañía constructora.

Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Selección del asentamiento.

Selección del volumen unitario del agua de diseño.

Selección del contenido de aire.

Selección de la relación Agua/Cemento por resistencia y durabilidad.

Determinación del factor de cemento.

Determinación del contenido de agregado Grueso.

Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.

Determinación del volumen absoluto del agregado fino.

Determinación del peso seco del agregado fino.

Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino y agregado grueso.

Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.

Determinación de la proporción en peso, de diseño y de obra.

Determinación de los pesos por tanda de una bolsa.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 MATERIALES.

CARACTERISTICAS GENERALES.

3.1.1 UBICACION POLITICA.

La siguiente investigación fue desarrollada en la ciudad de Juliaca.

Distrito	: Juliaca
Provincia	: San Román
Región	: Puno
País	: Perú

3.1.2 ACCESOS Y VIAS DE COMUNICACIÓN.

La siguiente investigación se llevo a cabo en la ciudad de Juliaca, y el cuadro de distancias se muestra a continuación.

DESDE	A	TIPO DE VIA	TRANSP.	KM	TIEMPO
Puno	Juliaca	pista	Vehículo motorizado	45	45 min
Juliaca	Cantera (Isla)	trocha	Vehículo motorizado	3.0	10 min

3.1.3. INSTRUMENTOS.

Con el fin de conseguir o materializar los especímenes de concreto que comprenden las pruebas de campo y selección de materiales se emplearon los siguientes materiales e instrumentos.

- ✓ Pavimentos reciclados para obtener el agregado grueso reciclado.
- ✓ Agregados de cantera del rio Isla (fino y grueso respectivamente).
- ✓ Aglomerantes (Cementos de peso de 42.5 Kg. Portland tipo IP).
- ✓ Cono de Abrams de 8 Pulg. x 4 Pulg. x 12 Pulg. para el ensayo de Asentamiento del concreto fresco.

- ✓ Probetas metálicas para el ensayo a la Compresión del Concreto.
- ✓ Flexómetro dispositivo para medir.
- ✓ Martillo de goma de aproximadamente 0.6 ± 0.2 Kg para liberar las burbujas de aire en la probetas cilíndricas vaciadas.
- ✓ Varilla de acero de $5/8''$ con punta de bala aprox. de 24 pulg. para la compactación del concreto fresco.
- ✓ Malla metálica de 4.75mm según norma para efectuar la separación del agregado fino del grueso.
- ✓ Herramientas de mano como palas, cubetas, espátulas, niveladores y alisadores de madera y metal para la superficie del concreto.
- ✓ Combas de aproximadamente 5.0 Kg, 3.0 Kg para la trituración manual del pavimento reciclado. Además de recipientes de metal, para el muestreo y mezclado, de capacidad suficiente.

3.1.4. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Esta investigación contempla lo siguiente.

- Diseño de mezcla para concreto normal con un $F'c=210\text{Kg/cm}^2$.
Cantera del Rio Isla.
- Diseño de mezcla para Concreto Reciclado con un $F'c=210\text{Kg/cm}^2$.,
proveniente de la trituración del pavimento rígido reciclado del Jr. Apurímac Cuadras 1-2.
- Ensayo de resistencia a la compresión simple in - situ no destructivo. Para la determinación de la resistencia promedio del pavimento rígido reciclado, equipo utilizado que se encuentra debidamente calibrado, normas NTP 339.181 o ASTM C 805.
- Ensayo de porcentaje de Absorción, normas ASTM C-127, ASTM C-128, ASTM C 642.

- Ensayo de Resistencia a la Abrasión, maquina de Abrasión los Ángeles, norma ASTM C-131,C-535;AASHTO T-96, Norma de ensayo MTC E 207).
- Ensayo de Rotura de Briquetas, pruebas de resistencia a la compresión, normas NTP 339.037, ASTM C-39, ASSHTO T-22.
- Ensayos de Pesos específicos (densidad relativa), normas ASTM D-854.

3.2.METODOLOGIA.

La presente investigación es del tipo **DESCRIPTIVO EXPERIMENTAL**. Por el tratamiento que se le da a la misma. Y es aplicativa a la vez por utilizarse de un conocimiento pre existente

Esta investigación contempla y analiza algunas características relevantes tanto físicas como mecánicas de un concreto normal y un concreto reciclado, para su uso en pavimento rígido, este ultimo proveniente del colapso y renovación de los pavimentos de la ciudad de Juliaca tal cual es el Jr. Apurímac, los cuales fueron recolectados y llevados para su tratamiento respectivo en un volumen de 15 m³, posterior a esto se evaluó in situ la calidad de este material. Luego se retiro cualquier otro material que no fuese de concreto como (terrones de arcilla, materia orgánica, plásticos, entre otros que no eran de competencia del proyecto).

Los ensayos realizados para esta investigación se efectuaron en la empresa Consultora de nombre GEOMECS. SRLtda, la intervención del laboratorio de suelos y concretos de la Provincia de Espinar, con los cuales se apoya los resultados de los ensayos de compresión obtenidos,para que se tenga una mejor representación y comportamiento en el tratamiento.

3.2.1. DE LA SELECCIÓN DE LOS BLOQUES DE PAVIMENTO RÍGIDO RECICLADO.

El muestreo y selección de bloques de pavimento reciclado, para el presente trabajo de investigación, se realizo a través del Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.), las muestras o bloques de concreto en estudio fueron tomadas del total de la población o agrupación de bloques de concreto, de modo que cada elemento o bloque tuvo igual probabilidad de ser seleccionado, en este caso

explicito de las 02 primeras cuadras del Jr. Apurímac de la ciudad de Juliaca como se aprecia.



LUGAR	MUESTRA	CARACTERISTICA
1ra Cuadra Jr. Apurímac.	Bloques de Concreto de espesor 0.20 mts. $V_{total}: 02 \text{ Cuadras} = 15m^3$	Pavimento rígido extraído por renovación y mejoramiento de la ciudad.
2da Cuadra Jr. Apurímac.	Bloques de Concreto de espesor 0.20 mts. $V_{total}: 02 \text{ Cuadras} = 15m^3$	Pavimento rígido extraído por renovación y mejoramiento de la ciudad.

3.2.2. VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE BLOQUES DE PAVIMENTO RECICLADO.

Esta investigación contempló, que un factor importante para la utilización del agregado grueso reciclado, proveniente de la trituración de pavimentos rígidosreciclados, es la resistencia de compresión con la que fue diseñada y ejecutada inicialmente la misma. Para tal efecto se realizó el ensayo de

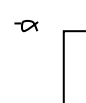
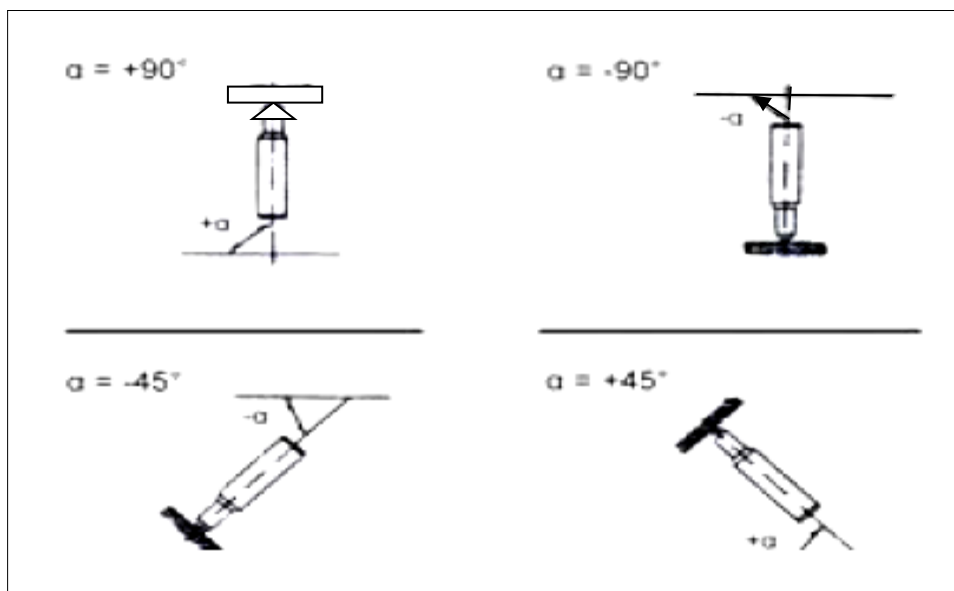
resistencia a la compresión simple in - situ no destructivo norma (ASTM C-805, NTP 339.181), procediéndose de la siguiente manera: se escogió un bloque representativo para el ensayo, para lo cual el esclerómetro se oriento perpendicularmente respecto al elemento representativo y La comprobación se realizo siempre bajo una misma energía de prueba de 2207 J.

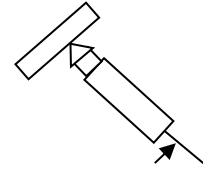
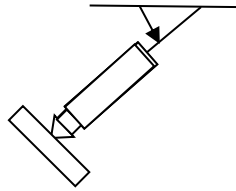
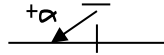
El grado de dureza se adquirió de forma exacta a través de la medición de dureza que se efectúo con el cuerpo de rebote es decir del pavimento reciclado (valor de rebote R) sobre la superficie del concreto y con la ayuda de la tabla de conversión que trae nuestro esclerómetro se pudo conocer la resistencia promedio (kg/cm²), con la que fue diseñada.

El medidor de dureza puede aplicarse de cualquier posición, en vertical, en horizontal y boca abajo, para lo cual en nuestro estudio se aplico en el piso teniendo este un ángulo de -90 según su manejo y principio de funcionamiento del equipo.

Representación de inclinaciones a las que puede estar sometido el equipo.

FiguraNº 04: Tipos de inclinaciones funcionales del Esclerómetro.





Cuadro 04: Valoración de Resistencia según valor de rebote R.

No	(R) VALOR DE REBOTE	(α)= - 90(kg/cm ²)	(α)= -45 (kg/cm ²)	(α)= 0 (kg/cm ²)	(α)= +45 (kg/cm ²)	(α)= +90 (kg/cm ²)
1	20	125	115			
2	21	135	125			
3	22	145	135	110		
4	23	160	145	120		
5	24	170	160	130		
6	25	180	170	140	100	
7	26	198	185	158	115	
8	27	210	200	165	130	105
9	28	220	210	180	140	120
10	29	238	220	190	150	138
11	30	250	238	210	170	145
12	31	260	250	220	180	160
13	32	280	265	238	190	170
14	33	290	280	250	210	190
15	34	300	290	260	220	200
16	35	320	310	280	238	218
17	36	335	320	290	250	230
18	37	350	340	310	265	245
19	38	370	350	320	280	260
20	39	380	370	340	300	280
21	40	400	380	350	310	295
22	41	410	400	370	330	310
23	42	425	415	380	345	325
24	43	440	430	400	360	340
25	44	460	450	420	380	360
26	45	470	460	430	395	375
27	46	490	480	450	410	390
28	47	500	495	465	430	410
29	48	520	510	480	445	430
30	49	540	525	500	460	445
31	50	550	540	515	480	460
32	51	570	560	530	500	480
33	52	580	570	550	515	500
34	53	600	590	565	530	520
35	54	600	600	580	550	530
36	55	600	600	600	570	550

Fuente: Norma ASTM C-805

3.2.3. DEL DISEÑO DE MEZCLAS PARA LOS CONCRETOS EN GENERAL (NORMAL Y RECICLADO).

Para esto se efectuó la recolección del agregado del lecho de la cantera del río Isla procediéndose a recolectar un peso representativo para su posterior análisis granulométrico y ensayos de propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezclas que fue efectuado por el método ACI 211.1.74 con un requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días, por lo que se estipuló según cálculo que su resistencia promedio $F_{cr} = 280 \text{ Kg/cm}^2$ y según las condiciones de colocación permitieron un asentamiento de 3" a 4" y cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de $\frac{3}{4}$ " (19.05 mm).

Según el instituto americano del concreto (A.C.I.), la resistencia a la compresión promedio está dada de acuerdo a la tabla siguiente:

Cuadro N° 05: Resistencia a la compresión promedio

F'_c	F'_{cr}
Menos de 210	✓ F'_c+70
210 a 350	F' _c + 84
Sobre 350	F' _c +98

Fuente: Rivva L. (2007).

Para los ensayos del concreto reciclado, el proceso fue el mismo sin olvidar que, se separó el agregado fino del grueso con la malla N° 4 según norma gracias a la trituración manual y posterior a ello se desarrolló con el mismo proceso tal cual si fuera un agregado natural dándonos como resultado el proporcionamiento de cemento, agregados, agua en peso y tandadas para mezcladora de 9 pies cúbicos.

3.2.4. DE LA PREPARACION Y MEZCLADO DE ELEMENTOS CONSTITUYENTES QUE FORMAN EL CONCRETO.

El proceso que se llevó a cabo fue primeramente la inserción de los agregados (grueso y fino), mas el cemento (Rumi) portland tipo IP. Posterior a esto se efectuó el mezclado correspondiente, llevándose este proceso en forma manual

por tratarse de volúmenes pequeños (moldes briqueteros $V=0.0013 \text{ m}^3$), de igual forma posterior a esto se inserto el agua correspondiente según diseño de mezclas. Ya sea para concretos normal o convencional y reciclado que contemplaron nuestra investigación y terminando ese proceso de inserción se procedió al mezclado de todos los componentes estructurales de nuestro concreto. Y como proceso final se procedió al vaciado de mezclas a los moldes correspondientes para su posterior curado según noma **ASTM C 31**.

3.2.5. DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS.

Que consistió en el llenado del molde en tres capas de igual volumen, la primera capa a una profundidad de 70 mm, la segunda hasta 160 mm y la tercera hasta el borde superior del molde, con 25 penetraciones de varilla distribuidos en toda la superficie de cada capa. Obteniéndose una caída o desmoronamiento comprendido entre 3” y 4” respectivamente cumpliendo y constatando de esta forma el diseño de mezcla efectuado para esta investigación de esta forma cumpliendo la noma **ASTM C 143**.

Cuadro Nº 06: División del Slump o Asentamiento.

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0” a 2”	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3” a 4”	trabajable	Vibración ligera chuseada
Fluida	Mayor a 5”	Muy trabajable	chuseado

Fuente: Abanto C. (1999).

3.2.6. DE LA COLOCACION DEL CONCRETO FRESCO A LOS MOLDES.

Al igual que el ensayo de Asentamiento, esta se realizo de la misma forma teniendo en cuenta que en este ensayo se tuvo que golpear ligeramente con un mazo de goma de 10 a 15 oportunidades, según (Norma ASTM C 31) esto para liberar las burbujas que quedaron atrapadas.

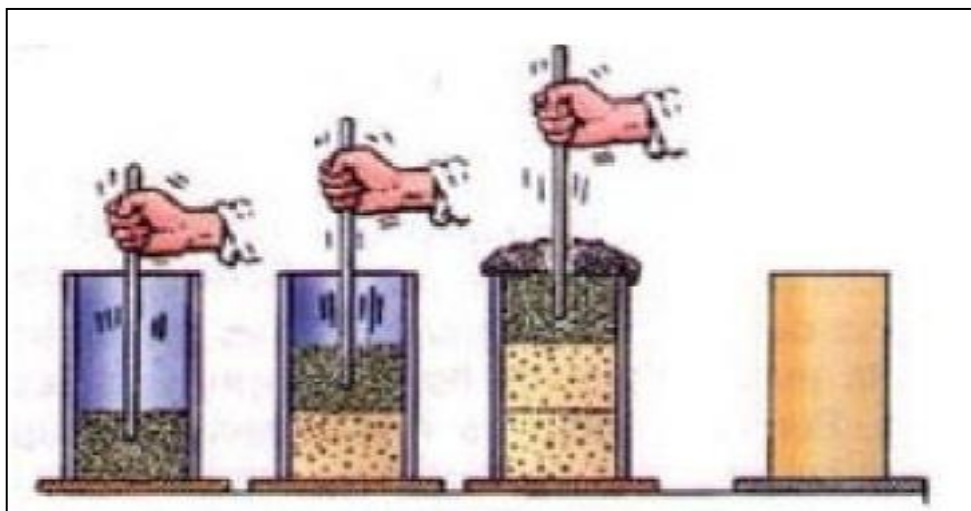


Figura N° 05: Varillado por capas de concreto endurecido.

3.2.7. DEL DESENCOFRADO Y CURADO DE LOS ESPECIMENES DE CONCRETO NORMAL Y RECICLADO.

Los desencofrado respectivo de los testigos de concreto (Convencional - Reciclado), se efectuaron entre las 18 y 24 horas después de moldeadas. Para posterior a este proceso ser sumergidas en recipientes de agua por un periodo intercalado y progresivo de 6, 13 y 27 días respectivamente. Para ser sometidos a los ensayos necesarios de 7, 14 y 28 días según indica la norma de la ASTM y según la proporción de mezclas al 50%, 75% y 100% de cambio de agregado grueso por natural; además claro esta del concreto convencional con su diseño de mezcla.

Cabe destacar que el curado se llevo a temperatura ambiente (20° C); por lo que no se conto de una cámara húmeda, que controle la temperatura a la que, las normas se rigen.

Cada espécimen en la parte superior consto de una descripción de la fecha de vaciado, porcentaje de cambio y diferencia entre un concreto normal y reciclado.

Con respecto al número de testigos de concreto, en total se sometieron a prueba **52.00 Und.**; dentro de los cuales un total de **36.00 Und.** Para ensayos de Rotura, **8.0 Und.**, Para el ensayo de Desgaste los Ángeles y **8.0 Und.** Para las propiedades físicas.(peso específico, Absorción, Porosidad)

3.2.8. DEL ENSAYO DE ROTURA DE LOS ESPECIMENES.

La resistencia a la compresión de nuestros concretos (convencionales y reciclados) según las normas nacionales e internacionales son alcanzadas en un periodo de 28 días, después de vaciado y realizado el curado respectivo.

El equipo usado por nuestro proyecto tuvo un error permitido del ± 1.0 % de la carga indicada.

CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.

$$R=P/A$$

Donde::

R= Esfuerzo a la compresión del espécimen (KG/CM²).

P= Máxima carga aplicada (KG).

A= Área de la cara axial del espécimen (CM²).

3.2.8.1. TOLERANCIA PERMISIBLE DE TIEMPO DE ENSAYO.

La esta norma ASTM C-39 establece lo siguiente:

Cuadro N° 07: Tolerancia mínima de tiempo de ensayo.

EDAD	TOLERANCIA PERM. DE TIEMPO DE ENSAYO
24 HRAS	+0.5 H o 2.1 %
3.0 DIAS	2 H o 2.8 %
7.0 DIAS	6 H o 3.6 %
28 DIAS	20 H o 3.0 %
90 DIAS	2 Días o 2.2 %

Fuente: Norma ASTM C 39.

El promedio de la resistencia de cilindros en condiciones de campo de la misma muestra no debe variar en más de 8% para 2 resultados y en más de 9.5 % para tres resultados.

Cuadro N° 08: Rango aceptable en fuerza individual de cilindros según la norma ASTM C 39.

	COEF.DE VARIACIÓN	RANGO ACEPTABLE EN FUERZA INDIVIDUAL DE CILINDROS	
		2 Cilindros	3 Cilindros
6x12 pulg. 150x300mm		2 Cilindros	3 Cilindros
Condiciones de laboratorio	2,40%	6.60 %	7.80 %
Condiciones de campo	2,90%	8.00 %	9.50 %
4x8 pulg. (100x200 mm) Condiciones de laboratorio.	3,20%	9.00 %	10.60 %

Fuente: Norma ASTM C 39.

3.2.9. DEL ENSAYO DE DESGASTE LOS ANGELES

Este proceso se llevo acabo de acuerdo a las características granulométricas del material (5kg o 10kg), dependiendo si la muestra de agregados es mayor a 2" o menor a 2". Material <2" → ASTM C-131 (5 kg) Material >2" → ASTM C-535 (10 kg). Y se utilizo el método de gradación de tipo "A", que comprende la el peso retenido en el tamiz 1" = 1250 gr, 3/4" =1250 gr, 1/2" = 1250 gr, 3/8" =1250gr, haciendo un peso total de 5000 gr. Como indica la norma **ASTM C-131**.

Cuadro Nº 09: peso de agregado y número de esferas para agregados gruesos hasta 1 1/2".

METODO		A	B	C	D
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr)			
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz				
1 1/2"	1"	1 250±25			
1"	3/4"	1 250±25			
3/4"	1/2"	1 250±10	2 500±10		
1/2"	3/8"	1 250±10	2 500±10		
3/8"	1/4"			2 500±10	
1/4"	Nº4			2 500±10	
Nº4	Nº8				5 000±10
PESO TOTAL		5 000±10	5 000±10	5 000±10	5 000±10
Nº de esferas		12	11	8	6
Nº de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación (minutos)		15	15	15	15

Fuente: Norma ASTM C 39.

Posterior al procedimiento efectuado se introducen la totalidad de agregado junto con la carga abrasiva (12 billas) en la máquina de losángeles enseguida haciéndola rotar por un periodo de tiempo de 15 minutos equivalentes a 500 revoluciones.

Finalizado el tiempo de rotación, se sacó el agregado y se tamizó por la malla N°12.

El resultado del ensayo se expresó en porcentaje de desgaste, calculándose como la diferencia entre el peso inicial y final de la muestra de ensayo con respecto al peso inicial.

$$\% \text{ desgaste} = \frac{P_{\text{inicial}} - P_{\text{final}}}{P_{\text{inicial}}} \times 100$$

3.2.10. DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO NORMAL Y RECICLADO.

De acuerdo a las normas establecidas (ASTM D 854). Para el cálculo de la densidad relativa (pesos específicos) cabe mencionar que para efectos de cálculos se obtuvieron muestras reducidas a fin de tener los agregados necesarios.

Este método de prueba cubre la determinación de la densidad de una cantidad de partículas de agregado grueso (no incluye el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa (gravedad o peso específico) y la absorción del agregado. Dependiendo del procedimiento usado, la densidad (kg/m^3) o (gr/cm^3) se expresa como seca al horno (OD), saturada superficialmente seca (SSS) o como densidad aparente, igualmente la densidad relativa (peso específico).

Para los ensayos de laboratorio se obtuvieron muestras de agregado representativas aleatoriamente, posterior a esto se efectuaron los siguientes pasos.

Calibrar el picnómetro limpio, seco y registre la masa y volumen promedio del mismo.

Reducir a una cantidad necesaria, todo material pasante de tamiz 4.75 mm (N°4), cribado en seco, lavando y removiendo el polvo u otros recubrimientos de superficie.

- Posterior a esto se seco la muestra de prueba hasta masa constante a una temperatura 110 ± 5 °C.
- El material se enfría en un ambiente por un lapso de 1 a 3 horas.
- Seguidamente se pesó la muestra de suelo representativo y se vertió el suelo total en el picnómetro, agitándolo hasta formar la mezcla.
- Llenamos el picnómetro con agua destilada por encima o debajo de la marca de calibración ($1/3$ y/o $1/2$ de la profundidad del picnómetro).
- Medimos y registramos la masa del picnómetro, suelo y agua ($M_{pw,t}$) con una precisión de 0.01g.
- Vertimos la mezcla del picnómetro en un recipiente y verificamos que toda la mezcla sea transferida, seguidamente secamos esta muestra a 110 ± 5 °C, hasta obtener masa constante
- Pesamos la masa del suelo secada al horno (M_s) con una precisión de 0.01g.
- Terminando todos los procesos anteriores los resultados se obtuvieron de las formulas siguientes:

$$M_{PW,T} = M_P + (V_P - \rho_{W,T})$$

Donde:

$M_{PW,T}$ = Masa del picnómetro lleno de agua a la temperatura de ensayo.

$\rho_{W,T}$ = Densidad del agua a la temperatura del ensayo gr/ml o gr/cm³.

V_P = Volumen de calibración del picnómetro a la temperatura del ensayo en cm³.

$$G_T = \frac{M_S}{(M_{PW,T} - (M_{PWC,T} - M_S))}$$

Donde:

M_S = Masa de la muestra secada al horno en gr.

$M_{PWC,T}$ = Masa del picnómetro, del agua y de la temperatura de ensayo en gr.

$M_{PW,T}$ = Masa del picnómetro lleno de agua a la temperatura de ensayo.

3.2.11. DEL CÁLCULO DE PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.

- Para el cálculo de Absorción interpretado a partir de los ensayos de densidad en sus diferentes formas, se aplica la fórmulasiguiente de acuerdo a las normas **ASTM C-127, ASTM C-128, ASTM C 642.**

$$\text{Absorción \%} = \left[\frac{(B-A)}{A} \right] \times 100$$

Donde:

A= Masa de la muestra seca al horno, (gr).

B= Masa de la muestra en estado saturado superf. seco, (gr)

3.2.12. DE LA DESCRIPCIÓN DE LA CANTERA

En este acápite se presenta información sobre la cantera, obtenida de la investigación realizada por el Ing. Cesar G. Camargo N. En su investigación Reutilización de Residuos Sólidos en la Producción de Pavimentos Rígidos de Bajo Costo en el Distrito de Juliaca (2009).

3.2.12.1. CANTERA ISLA (CANTERA UTILIZADA PARA LA INVESTIGACION).

Ubicación y acceso

Se encuentra ubicado en la comunidad de Isla a una distancia de 7,50 Km de la ciudad de Juliaca, con un recorrido de 25 a 30 minutos, en el lado Oeste de la misma ciudad, con acceso de 0.50 Km de la trocha carrozable Juliaca – Puentes Isla, el yacimiento está emplazado aguas arriba del Puente Isla y el margen derecho del río Cabanillas.

Discriminación

El depósito se encuentra ubicada en la cuenta del río Cabanillas, en el antiguo y actual cauce de la misma, es un material compuesto de grava y arena limosa mal graduado, con clastos de origen volcánico de tamaños de 1 ½”, de formas redondeadas, de color gris oscuro a gris parduzco, al nivel freático se encuentra a una profundidad entre 1.00 a 1.50 m.

Para poder realizar su explotación se debe realizar el desbroce de material de cobertura y orgánico en promedio de 0.50 m de espesor, una vez realizado el desbroce se aprecia los estratos de hormigón y arena limpia en forma de deposición horizontal de 0.40 m. de espesor, para ser empleados en la preparación de concreto, mezcla de suelos, filtro. El área de la cantera es aplica donde se pueden extraer materiales para diferentes usos.

Presenta una, densidad máxima seca de 2.16 g/cm³ y con una humedad óptima de 8.10%.

La cantera presenta volúmenes regulares para atender y satisfacer las necesidades de demanda para la ejecución de los proyectos. En el Tabla 06, se presentan los formatos de los resultados de los análisis de la cantera.

Potencia : 30 000 m³

Explotación : Todo el año, con cargador frontal, excavadora y tractororuga.

Material : De rio, grava arenosa, gravas de 1 ½”.

Cuadro N° 10: Usos, rendimiento y tratamiento de la cantera Isla.

USOS	RENDIMIENTO	TRATAMIENTO
Relleno	100 %	Natural
Concreto	100 %	Zarandeado
Pavimentos y Terraplenes	100 %	Mezclado y zarandeo

Fuente: Inv. Camargo N. (2009).

3.2.13. DE LA TRITURACIÓN DEL MATERIAL RECICLADO.

Seguido a la verificación y retiro de los materiales no aptos, se procedió al tendido de un material que sirva de base a los concretos reciclados (lona impermeable), posterior a esto se procedió al chancado y triturado de los concretos reciclados provenientes del pavimento reciclado en mención. Cabe aclarar que la acción causada hacia los concretos fue hecha muy cuidadosamente y a la vez manualmente con tres combos de diferente peso, esto para no decrecer y disminuir la adherencia existente entre los elementos (concreto endurecido) y los agregados propiamente dicha.



Foto N° 02: Agregado-Equipo de triturado del agregado reciclado.

3.2.14. DE LA INTERPRETACION DE RESULTADOS OBTENIDOS.

Para la obtención e interpretación de resultados de este proyecto de tesis se efectuaron los siguientes pasos.

- Obtención y recopilación de datos(Revisión Bibliográfica).
- Pruebas de laboratorio.
- Procesamiento – tabulación de datos.
- Análisis e Interpretación de datos para determinar la correlación entre variables de estudio.

Todos los datos que se obtienen de los ensayos están sujetos a variaciones, para lograr el máximo de información, debe efectuarse una cantidad mínima suficiente de pruebas, con lo cual se pueda estimar las variaciones de las propiedades de los concretos, permitiendo la utilización de los procedimientos estadísticos que son empleados en la interpretación de los resultados de las pruebas, dichos procedimientos estadísticos son la mejor herramienta para interpretar los resultados y así determinar la resistencia y calidad del concreto en sus propiedades ya antes mencionadas.

Promedio: llamada también media aritmética es la medida de tendencia central más común, utilizada para describir una distribución de frecuencias. La media aritmética de n observaciones de la variable X se denota por la expresión:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N}$$

Desviación Estándar: es una medida que se utiliza para evaluar la dispersión de datos respecto al promedio. Se denota por la siguiente expresión:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x}')}{n}}$$

Coeficiente de Variación: el coeficiente de variación es el resultado de dividir la desviación estándar entre el promedio. Se puede observar en la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\delta}{\bar{x}'}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

4.1.1. DE LA PRUEBA DE ESCLEROMETRO-MARTILLO DE SCHMIDT

En el cuadro siguiente se presenta el comportamiento efectuado por los paviménto rígidos reciclados, ejercidos con una presión de 2207J de martillo o esclerómetro propiamente dicha.

Cuadro Nº 11: Ensayo de resistencia a la Compresión simple In Situ no destructivo.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE IN - SITU NO DESTRUCTIVO.															
ELEMENTO ESTRUCTURA	ANGULO DE DISPARO (°)	LECTURA DE DISPARO										CALCULO DE LA MEDIA	RESISTENCIA COMPRESION KG/CM2	DESVIACION ESTÁNDAR DE LECTURAS	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
PRUEBA 1															
PAV. REC. S-1	-90	34	36	33	35	36	35	36	37	35	36				
PAV. REC. S-1		34	36	33	35	36	35	36	37	35	36	35.30	320	1.2	
PRUEBA 02															
PAV. REC. S-2	-90	37	35	35	34	36	35	36	36	37	35				
PAV. REC. S-2		37	35	35	34	36	35	36	36	37	35	35.60	335	1.0	
PRUEBA 03															
PAV. REC. S-3	-90	35	34	35	36	34	36	36	34	36	35				
PAV. REC. S-3		35	34	35	36	34	36	36	34	36	35	35.10	320	0.9	
PRUEBA 04															
PAV. REC. S-4	-90	34	35	35	34	36	36	36	35	36	34				
PAV. REC. S-4		34	35	35	34	36	36	36	35	36	34	35.10	320	0.9	
													324	0.97	

EQUIPO	DENOMINADO ESCLEROMETRO MARCA ILLINOIS SERIE 6547 N° 421
PROTOCOLO DE LOS ENSAYOS DE CONTROL	SE UBICAN LOS PUNTOS QUE CORRESPONDEN A LO LARGO O ALTO DE LA ESTRUCTURA SEGUN SEA EL CASO. SE LIMPIAN LOS RESTOS DE CONCRETO SUELTO, TARRAJEO, O CUAQUIER ORTO MATERIAL QUE IMPIDA EL CONTACTO DIRECTO DEL APARATO CON EL CONCRETO SE PROCEDE A EFECTUAR LOS DISPAROS ESPACIADOS A NO MENOS DE 5 CM. ENTRE SI
OJO →	SE CALCULA EL PROMEDIO DE LOS VALORES DE REBOTE QUE REGISTRA EL APARATO.
OJO →	SE DESCARTAN LAS LECTURAS ELEVADAS Y MENORES AL RANGO NORMAL ESTADISTICO DESV. ESTAND > 3
OBSERVACIONES:	SE RELACIONA EL VALOR DE REVOTE PROMEDIO CON EL VALOR DE RESISTENCIA A LA COMPRESION POR MEDIO DE TABLAS PROPORCIONADAS POR EL FABRICANTE DEL EQUIPO. EL CONCRETO CORRESPONDE A EDADES MAYORES A LOS 28 DIAS. Y EN ESTE CASO A UN CONCRETO RENOV. DE UNA EDAD MAYOR A LOS 15 AÑOS DE ANTIGUEDAD. SE HA REALIZADO EL DESCARTE DE LOS VALORES ELEVADOS Y MINIMOS SEGUN LA DESVIACION ESTANDAR NO MAYOR DE 3 EL CONCRETO NO PRESENTA EXCESO DE HUMEDAD. LOS ENSAYOS SE REALIZARON CON LA PRESENCIA DEL INGENIERO RESPONSABLE DEL PROYECTO. OJO → LOS RESULTADOS REFIEREN UNA RESISTENCIA OPTIMA PARA TRABAJOS A COMPRESION DEL CONCRETO ANALIZADO. OJO → SE HA EFECTUADO EL INCREMENTO SEGUN METROLOGIA DEL APARATO CALIBRADO PARA CASOS DE PROTECCION ESTETICA DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL. SE HA CONSTATADO LA CALIBRACION DEL APARATO CON LA PRENSA DE ROTURA DE BRIQUETAS LA CUAL SE ENCUENTRA CALIBRADA

Como se aprecia el cuadro N° 11, la resistencia a la compresión In situ; da un valor promedio de **324 Kg/Cm²**, resultando de esta manera que nuestros concreto reciclados, tuvieron una resistencia de diseño inicial de 210 Kg/Cm², destacando también que nuestro valor promedio está ligado a la capacidad textural (distribución) del suelo de fundación del pavimento rígido (sub base).

4.1.2. DISEÑO DE MEZCLAS (CONCRETOS NORMALES Y RECICLADOS).

A continuación se presenta el cuadro del análisis mecánico-granulométrico del agregado grueso y fino (**agregado normal**), de la cantera Isla separándolos por intermedio del tamiz N° 4 equivalente a 4.75 mm. Para su respectivo análisis individual.

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{Kg./cm.}^2$ a los 28 días, por ende, la resistencia promedio $F'cr = 280 \text{Kg./ cm.}^2$ y las condiciones de colocación permitieron un asentamiento de 3" a 4", cerciorado esto con el cono de Abrams, el diámetro máximo nominal con el que se trabajo fue de $\frac{3}{4}$ "(19.05 mm).

Los resultados obtenidos por los ensayos ejecutados en el laboratorio se presentan a continuación.

Cuadro N° 13: Resultados obtenidos de propiedades físicas de los agregados.

CARACTERISTICAS FISICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e SSS	2.56	2.54
P.U. Varillado	1773	1706
P.U. Suelto	1596	1458
% de Absorción	2.56	3.07
% de Humedad Natural	2.21	3.99
Modulo de Fineza		3.67

Se uso agregado disponible en la localidad, el cual tiene un diámetro nominal de 19.05 mm y se tomo en consideración que, no se utilizo incorporador de aire. Además la estructura (pavimentos rígidos), se asume que estará sometido a intemperismo severo, por lo que el aire atrapado será del 2.0 %. La cantidad

aproximada de agua de mezclado para producción de asentamiento trabajable indicado fue de 200 Lt/m³

Como se considero que nuestro concreto (convencional) no será atacado por sulfatos entonces la relación agua/cemento (a/c) fue de 0.57 y de acuerdo a la información obtenida en los ítems anteriores, el requerimiento de cemento fue de:

$$0.53 \times 1773 = 939.7 \text{ Kg/m}^3$$

Posteriormente con las cantidades de agua cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se calculo el contenido de arena como sigue:

Cuadro Nº 14: Volúmenes ocupados por componentes del concreto para 1.0 m³.

Volúmen absoluto de agua	= (200) / (1000)	= 0.200
Volúmen absoluto de cemento	= (351) / (3.11 * 1000)	= 0.113
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (940) / (2.56 * 1000)	= 0.368
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.700

Por consiguiente el volumen absoluto de arena será:

$$(1.000 - 0.700) = 0.300 \text{ m}^3$$

$$(0.300) \times (2.54) \times 1000 = 760 \text{ Kg/m}^3.$$

De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tuvo % de humedad, por las que se las corrigió los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (940) * (1.0221)	= 960 Kg.
Agregado Fino húmedo (760) * (1.0399)	= 791 Kg.

El agua de absorción no forma parte de agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$200 - 940 * \left(\frac{2.21 - 2.56}{100} \right) - 760 \left(\frac{3.99 - 3.07}{100} \right) = 196$$

Por último la dosificación resultante es:

Por volumen:

Cuadro N° 15: Resumen de dosificación expresada en volumen para 1 m³.

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO	PROPORCION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO	PROPORCION EN VOLUMEN
	(Kg/m3)		(Kg/m3)	PESO HUMEDO
Cemento	351	1.00	351	1.00
Agua	200	0.57	196	0.56
Agreg. Grueso	940	2.68	960	2.74
Agreg. Fino	760	2.17	791	2.25
Aire	2.0 %		2.0 %	

Esto para una cantidad de 8.30 bolsas/m³.

Por peso:

Cuadro N° 16: Resumen de dosificación expresado en peso para 1.0 bls de cemento.

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	95.25 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	115.7 Kg.
Agua efectiva	:	23.65 Kg.

Para el diseño de mezclas para la obtención de nuestros **Concretos Reciclados** se procedió de la misma e idéntica secuencia. Claro está, que el agregado grueso en este caso expícito se trata de un concreto triturado y el agregado fino es tomado de la misma cantera (Isla), con su respectivo análisis granulométrico, distinto al concreto convencional. Para tal efecto se presenta el resumen del proporcionamiento del concreto reciclado.

Por volumen:

Cuadro N° 17: Resumen de dosificación expresada en volumen para 1 m³.

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³)	PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO
Cemento	351	1.00	351	1.00
Agua	200	0.57	300	0.86
Agreg. Grueso	616	1.76	616	1.76
Agreg. Fino	973	2.77	982	2.80
Aire	2.0 %		2.0 %	

Esto para una cantidad de 8.30 bolsas/m³.

Por peso:

Cuadro N° 18: Resumen de dosificación (Concreto Reciclado), expresado en peso para 1.0 bls de cemento.

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	118.31 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	74.2 Kg.
Agua efectiva	:	36.14 Kg.

4.1.3. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON EL CONO DE ABRAMS.

El control del asentamiento o slump se llevo a cabo mediante la norma ASTM C-143. Que indica utilizar el cono de Abrams. Y de acuerdo al diseño de mezclas más la corrección in situ, se consiguió tenerla en un promedio de 3" a 4".

Cuadro N° 19: Asentamientos conseguidos en pruebas efectuadas

SLUMP APROX.(CM.)	CONCRETO NORMAL	CONCRETO C- 50% DE A.G.	CONCRETO C- 75% DE A.G.	CONCRETO C- 100% DE A.G.
3.0"	8.5 CM	8.5 CM	8.75 CM	8.00 CM
4.0"	ok	ok	ok	ok

Como se aprecia el promedio para cada mezcla de concreto se tiene en promedio un valor que está dentro de los parámetros de un Slump plástico en pocas palabras se obtiene una mezcla trabajable.

4.1.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL CON AGREGADO GRUESO NATURAL.

La resistencia a la compresión de las mezclas de concreto se obtuvo siguiendo el procedimiento establecido en la Norma ACI 211.1.74 – 211.181. Las resistencias a la compresión obtenidas se presentan en las Tablas siguientes:

Cuadro N° 20: Resistencia a la Compresión de los concretos, con agregado grueso normal.

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF. KG/CM2	EDAD DIAS	AREA NETA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2	%	PROMEDIO
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	7	176.63	30591.00	173.19	82.47	30455.04
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	7	176.63	29367.36	166.26	79.17	
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	7	176.63	31406.76	177.81	84.67	
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	14	176.63	34669.60	196.28	93.47	34873.67
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	14	176.63	35689.50	202.06	96.22	
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	14	176.63	34261.92	193.98	92.37	
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	28	176.63	46090.44	260.94	124.26	45886.50
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	28	176.63	45886.50	259.79	123.71	
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	28	176.63	45682.56	258.63	123.16	

De los resultados obtenidos y presentados en el cuadro N° 20 se desprende que las resistencias alcanzadas por nuestro concreto convencional alcanzan hasta ya un **96.22%** de resistencia a los 14 días, después del vaciado y con una resistencia máxima alcanzada de **258.63 Kg/Cm2**; sobrepasándose la resistencia requerida para este trabajo de investigación.

Cuadro N° 21: Ensayo de rotura de briquetas con cambio de agregado grueso reciclado en un 50.0%.

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF. KG/CM2	EDAD DIAS	AREA NETA CM2	CARGA KG	ESP. DE ROTUR KG/CM2	%	PROMEDIO
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 50%	210	7	176.63	23249.16	131.63	62.68	22637.34
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 50%	210	7	176.63	22433.40	127.01	60.48	
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 50%	210	7	176.63	22229.46	125.85	59.93	
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 50%	210	14	176.63	28347.66	160.49	76.42	28789.53
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 50%	210	14	176.63	29163.42	165.11	78.62	
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 50%	210	14	176.63	28857.51	163.38	77.80	
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 50%	210	28	176.63	33854.04	191.67	91.27	33616.11
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 50%	210	28	176.63	33344.19	188.78	89.90	
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 50%	210	28	176.63	33650.10	190.51	90.72	

Lzxvas resistencias alcanzadas por los concretos con un porcentaje de inserción al 50% de agregado grueso, muestran que como valor máximo 191.67 Kg/Cm², llegando de esta forma al 91.27% de especificación de rotura, consiguiendo así, valores cercanos a los que fueron diseñados inicialmente.

Cuadro Nº 22: Ensayo de rotura de briquetas con cambio de agregado grueso reciclado en un 75.0%.

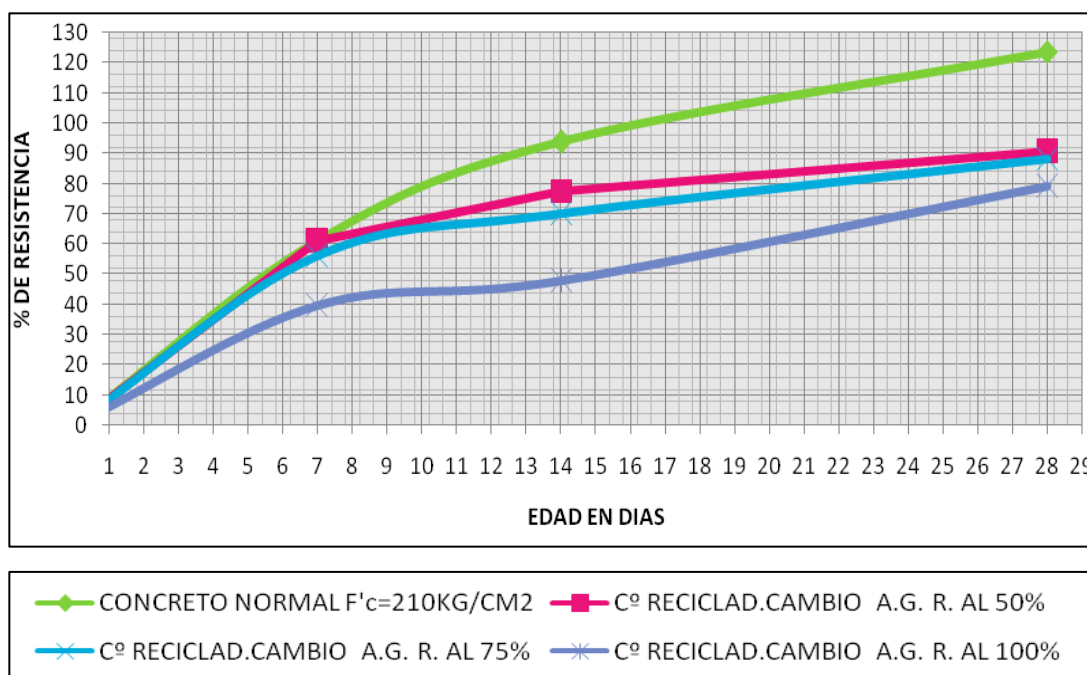
Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF. KG/CM2	EDAD DIAS	AREA NETA CM2	CARGA KG	ESP. DE ROTUR KG/CM2	%	PROMEDIO
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	7	176.63	20597.94	116.62	55.53	20801.55
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	7	176.63	20394.00	115.46	54.98	
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 50%	210	7	176.63	21412.70	121.23	57.73	
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	14	176.63	25900.38	146.64	69.83	25968.36
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	14	176.63	26512.2	150.10	71.48	
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	14	176.63	25492.5	144.33	68.73	
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	28	176.63	32630.4	184.74	87.97	32766.36
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	28	176.63	33446.16	189.36	90.17	
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	28	176.63	32222.52	182.43	86.87	

Del mismo modo las resistencias, con cambio al 75.0% de agregado grueso reciclado, indican que son inferiores en los ensayos de 7,14 días, pero que asu vez a los 28 días, alcanza una resistencia de rotura 189.36 Kg/Cm² resultando entonces que se trata de un concreto que va, de tener resistencias inferiores en los primeras semanas y que se recupera e incrementa al termino de los 28 días.

Cuadro N° 23: Ensayo de rotura de briquetas con cambio de agregado grueso reciclado en un 100%.

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF. KG/CM2	EDAD DIAS	AREA NETA CM2	CARGA KG	ESP. DE ROTUR KG/CM2	%	PROMEDIO
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	7	176.63	15295.5	86.60	41.24	14683.68
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	7	176.63	14479.74	81.98	39.04	
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	7	176.63	14275.8	80.82	38.49	
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	14	176.63	17538.84	99.30	47.28	17742.78
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	14	176.63	18354.6	103.92	49.48	
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	14	176.63	17334.9	98.14	46.73	
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	28	176.63	29367.36	166.26	79.17	29299.38
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	28	176.63	29775.24	168.57	80.27	
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	28	176.63	28755.54	162.80	77.52	

Grafico N°01: representación grafica de resistencias de compresión.



Se presentan las resistencias a la compresión $F'c$ a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Ahora bien, se puede observar claramente que a menor inserción

porcentual de *agregado grueso reciclado* la resistencia a la que es sometida las muestras aumenta, caso contrario como se aprecia en la tabla las resistencias decrecen significativamente. Como es el caso del cuadro N° 23 donde el valor máximo llega a 168.57 Kg/Cm², con lo que se aprecia que para proporciones menores la resistencia disminuye. Pero que a su vez, no se desmerecen para el uso de los mismos.

Debemos tener en cuenta que los diseños de mezcla obtenidos por laboratorio sugieren un mayor consumo de agua, esto es por la misma composición del material reciclado, que en su composición tiene concreto endurecido; además está influenciada directamente con las propiedades de porosidad y capacidad de absorción que tienen las mismas

De la misma forma el Asentamiento ofrecido por los concretos diseñados normalmente están en un margen de 3"-4". Siendo este un Slump plástico, teniendo así una mezcla de concreto trabajable.

Hay que tomar en cuenta que los concretos reciclados requieren de mayores consumos de agua que los naturales para alcanzar revenimientos similares a estos.



Foto N° 03: Materiales y equipo para la elaboración de las probetas de Concreto con Agregado Reciclado y Normal.



Foto Nº 04: Verificando el buen estado de los Probetas, y por supuesto realizando la limpieza de los mismos

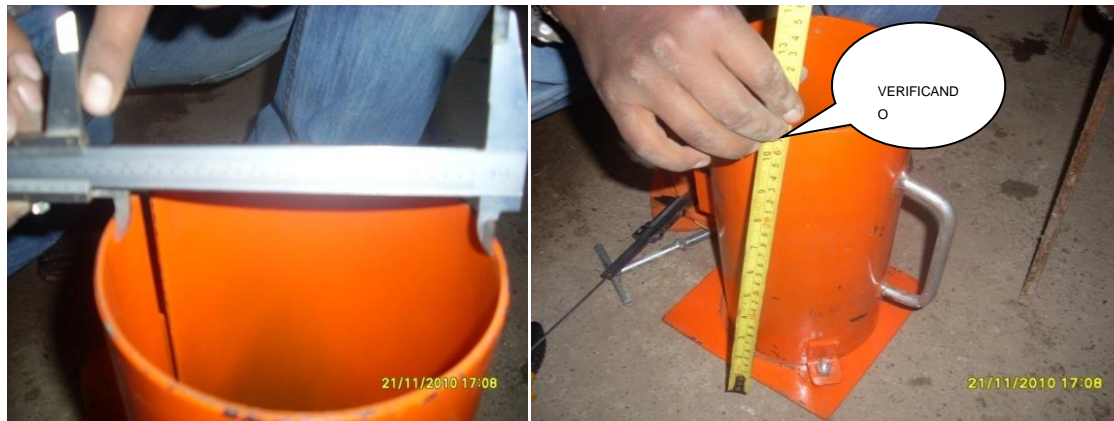


Foto Nº 05: Probetas para el ensayo a la compresión del concreto Materiales propios del Tesista.



Foto Nº 06: Colocación del Concreto fresco en las probetas.



Foto N° 07: Procedimiento de mezclado manual de los componentes.



Foto N° 08: Procediendo del ensayo a la compresión del concreto normal y concreto reciclado en la Prensa hidráulica Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfaltos – GEOMECS.

4.1.5. ABRASIÓN LOS ÁNGELES.

Para el Concreto normal-convencional, F'c-210 Kg/cm², se tiene un desgaste de 48.70%, teniendo una resistencia de desgaste de 51.30%; los concretos reciclados con F'c-210 Kg/cm², con cambio de agregado grueso reciclado del 50 %, tienen un desgaste de 50.84%,ofreciendo un resistencia al desgaste de 49.16%; de la misma forma los concretos reciclados con cambio del 75% de agregado grueso reciclado tiene un desgaste de 54.36%, ofreciendo una resistencia al desgaste de 45.64%, y por ultimo con concretos reciclados con cambio a la totalidad del concreto grueso natural, es decir al 100%, se tiene un desgaste de 61.80%, ofreciendo una resistencia al desgaste de 38.20%. Para mayor entendimiento se presentan los siguientes cuadros.

Con los resultados obtenidos el material grueso, el desgaste de los ángeles, es aceptable debido a que por Norma el desgaste debe de ser menor o igual al 50%, ofreciendo este requisito el concreto convencional y el concreto con cambio del 50% de agregado reciclado y en relación a los dos restantes (75% y100% de cambio A.G.R.), estos se encuentran muy cercanos a los requerimientos según norma.

De acuerdo a las resistencias ofrecías, y de acuerdo a norma no menores del 50% del peso total

Cuadro Nº 24: Ensayo de desgaste los ángeles del concreto normal o convencional.

	PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA (gr)	PESO SECO FINAL RET. EN EL CEDAZO Nº 12 (gr)	PESO DEL MATERIAL QUE PASA CEDAZO Nº 12 (gr)	% DE PERDIDA DE MATERIAL
CONCRETO NORMAL	5000.00	2565.00	2435.00	48.70

Cuadro Nº 25: Ensayo de desgaste los ángeles concretos con cambio de agregado grueso reciclado en un 50%.

	PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA (gr)	PESO SECO FINAL RET. EN EL CEDAZO Nº 12 (gr)	PESO DEL MATERIAL QUE PASA CEDAZO Nº 12 (gr)	% DE PERDIDA DE MATERIAL
CONCRETO 50%CAMB.	5000.00	2458.00	2542.00	50.84

Cuadro Nº 26: Ensayo de desgaste los ángeles concretos con cambio de agregado grueso reciclado en un 75%.

	PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA (gr)	PESO SECO FINAL RET. EN EL CEDAZO Nº 12 (gr)	PESO DEL MATERIAL QUE PASA CEDAZO Nº 12 (gr)	% DE PERDIDA DE MATERIAL
CONCRETO 75% CAMB.	5000.00	2282.00	2718.00	54.36

Cuadro Nº 27: Ensayo de desgaste los Ángeles, concreto con cambio de agregado grueso reciclado en un 100%.

	PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA (gr)	PESO SECO FINAL RET. EN EL CEDAZO Nº 12 (gr)	PESO DEL MATERIAL QUE PASA CEDAZO Nº 12 (gr)	% DE PERDIDA DE MATERIAL
CONCRETO 100% CAMB.	5000.00	1910.00	3090.00	61.80



Foto Nº 09: Muestra de agregado reciclado, detrás maquina los Ángeles. Laboratorio de mecánica de suelos, concretos y asfaltos (GEOMECS).



Foto Nº 10: Muestra del agregado grueso y fino después del ensayo realizado por 15'15.00" Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfaltos –(GEOMECS).



Foto Nº 11: Peso retenido por el tamiz Nº12, del total de la muestra ingresada a la Maquina de Ángeles 5.0 kg. Laboratorio de mecánica de suelos, (GEOMECS).

4.1.6.COMPARACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LOS CONCRETOS (NORMAL-RECICLADO)

Cuadro N° 28:Comparación De Las Propiedades Físicas de los concretos.

PROPIEDADES FISICAS OBTENIDAS PARA CONCRETOS					
CONCRETOS	Ab 24Hs (%)	Ab 24Hs (%) Relativa	Pe sólidos	Dsss	Dsss relativa
C.C.	8.089	100.00	2.285	2.470	100.00
C.R.-C-50%AG	13.543	167.42	2.120	2.407	97.449
C.R.-C-75%AG	14.700	181.73	2.047	2.348	95.061
C.R.-C-100%AG	15.109	186.78	1.879	2.163	87.571

PROPIEDADES FISICAS OBTENIDAS PARA CONCRETOS			
CONCRETOS	Ds (Bulk)	P.relativa(%)	P.relativa(%)
C.C.	2.285	18.483	100.000
C.R.-C-50%AG	2.120	28.711	155.335
C.R.-C-75%AG	2.047	30.091	162.800
C.R.-C-100%AG	2.010	30.37	164.305

Segun tabla N'3, C.J.Zega,V.L. Taus y A.A. Di Maio,Comp.Fis.Mec.de horm. Recicl. Elab.con Canto Rodado, Caracas nov. 2006
GGrafico N° 02: Comparativo de Absorción a las 24 Hrs.

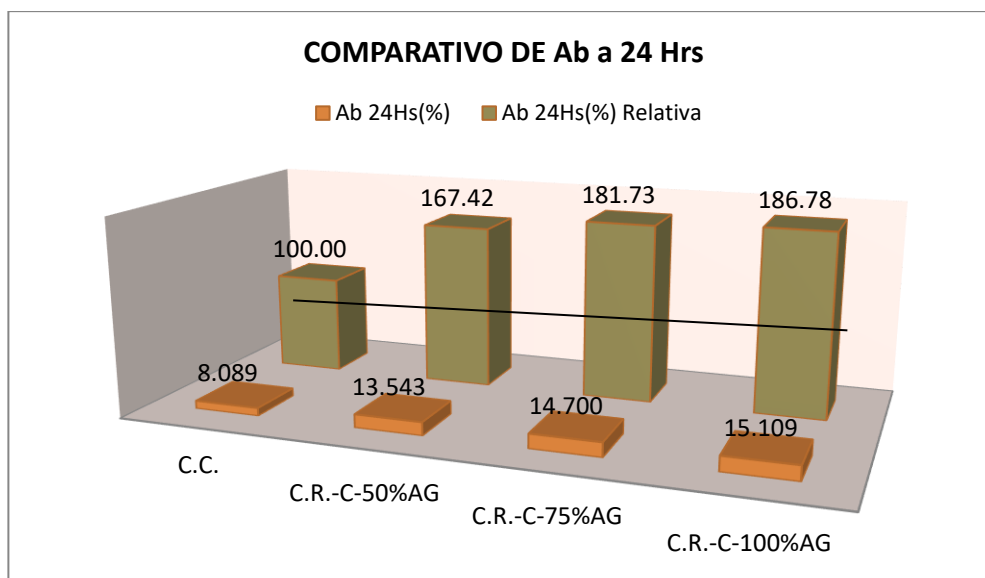


Grafico N° 03: Comparativo de Densidad Saturada Superficialmente seca.

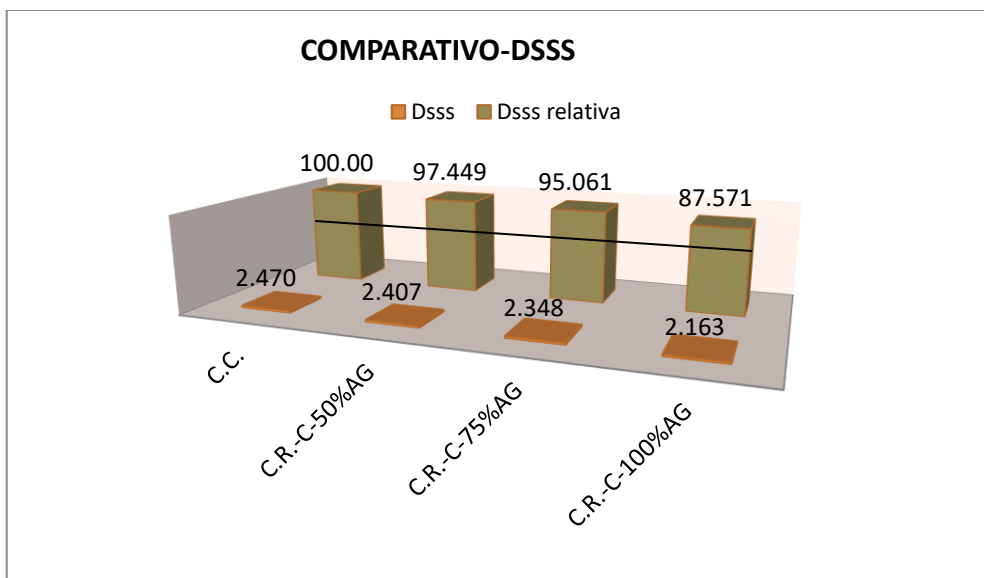


Grafico N° 04: Comparativo de Peso EspecificoSeco.

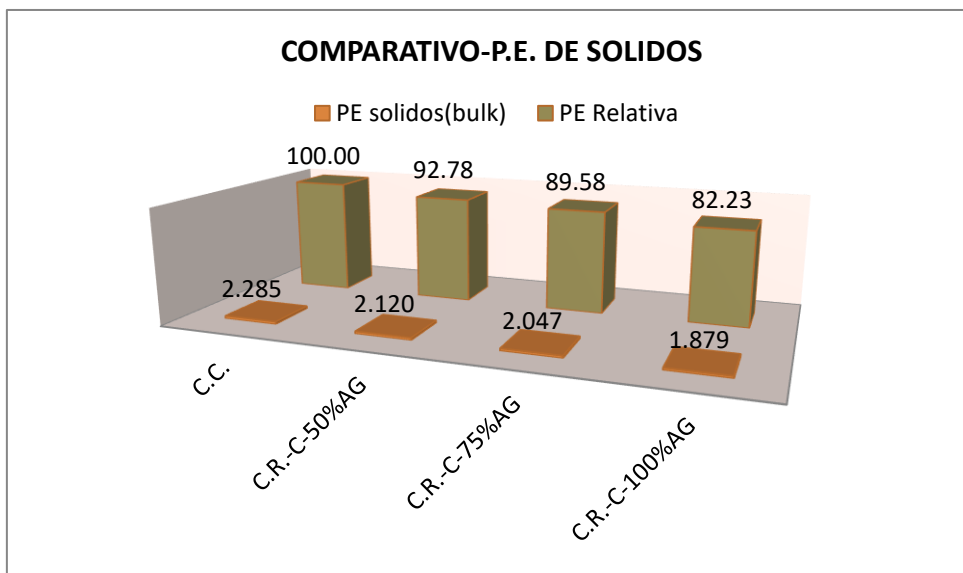
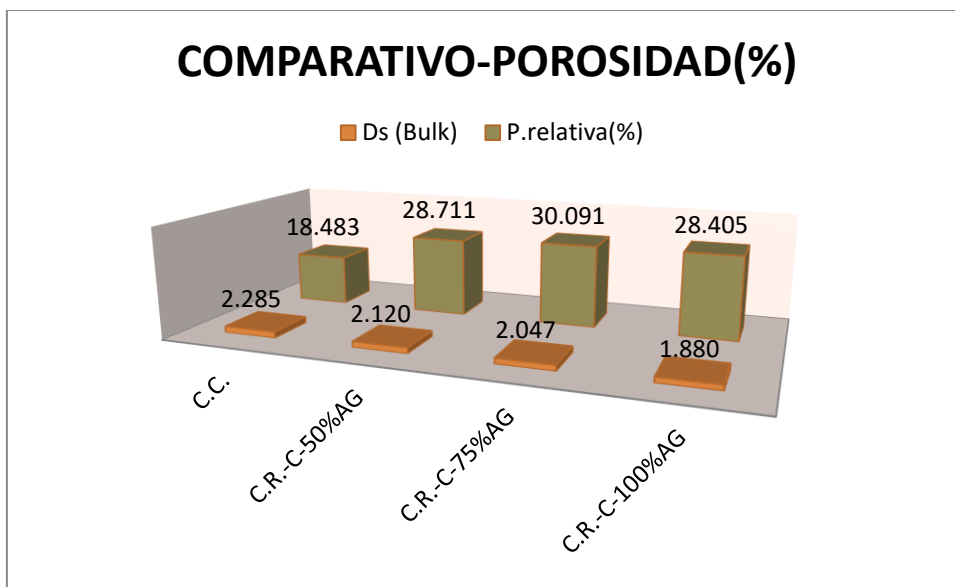


Grafico N° 05: Comparativo de Porosidad.



PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.

El concreto reciclado fabricado presenta un coeficiente de absorción superior al del concreto convencional. Cuando la sustitución es del 50% del agregado grueso la absorción experimenta un incremento medio del 67%. Si la sustitución es del 75% el incremento es del 81%. Cuando la sustitución es del 100% del árido grueso el incremento de la absorción es del 87%. La calidad de los agregados reciclados utilizados en este estudio también influye de manera determinante en el coeficiente de absorción del concreto reciclado.

La diferencia radica mayormente por la presencia de mortero como parte constituyente del agregado grueso reciclado y por ende presenta deduciblemente mayor porcentaje (%) de Absorción y menor peso específico por la participación de los mismos en la elaboración de concretos nuevos.

PESO ESPECÍFICO.

El peso específico húmedo del concreto con inserción del 100% de agregado grueso reciclado es de 2.163, y su peso específico seco (Bulk), es de 1.879, para concretos con cambio del 75%, el peso específico húmedo es de 2.34, y su peso específico seco es de 2.047, de igual manera para concretos de cambio del 50% el peso específico húmedo es 2.407, y su peso específico seco da un resultado de 2.120, de acuerdo a las especificaciones de agregados naturales (mas no de

concretos triturados), el peso específico debe de estar entre 2.4 y 2.9 para que produzca concretos de peso específico que varía entre 2200 y 2550 kg/m³ (MTC). El agregado grueso reciclado tiene un peso específico menor porcentualmente en comparación del concreto normal, ello se debe a que el agregado grueso reciclado es más poroso que el agregado natural. Esto se pudo verificar de acuerdo a los resultados de laboratorio dando el peso específico húmedo un valor de 2.470, y un peso específico seco de 2.285.

POROSIDAD.

Con sustitución al 50% de presenta un 28.71% de porosidad relativa, con 75% presenta 30% y por ultimo al cambio del 100% de árido, presenta 28.5%.

Como se aprecia la porosidad se incremento, con relación al cambio del 100%, viendo de esta forma que concretos reciclados tendrán un menor peso específico y mayor porosidad, determinada por la inserción de áridos reciclados y viendo según este trabajo que para porcentajes de cambio al 50% y 100% las porosidades se asemejan. Esto a su vez presentando de todas maneras mayor capacidad de absorción al aumentar la cantidad de árido.

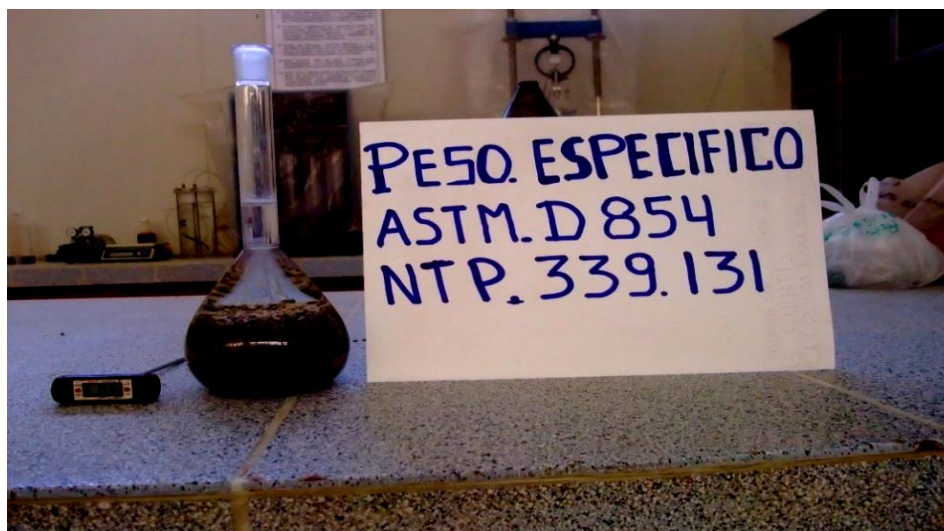


Foto N° 12: Ensayo del procedimiento del peso específico con el MatrazLaboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfaltos – GEOMECS

V. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

5.1 CONCLUSIONES.

- El comportamiento de un concreto reciclado varía por el cambio porcentual de agregados gruesos reciclados en su estructura, es decir a menor inserción de agregado reciclado, mejor será el comportamiento mecánico - físico en general de nuestros concretos. Existiendo, diferencias tanto físicas como mecánicas, pero que estos a su vez no aíslan o impiden que este concreto sea útil para la construcción de pavimentos rígidos, debido a que esta investigación comprobó y determinó primordialmente que los ensayos sobre todo mecánicos indican que se aproximan. Por lo que el uso en la construcción de pavimentos rígidos está justificada.
- La resultante del diseño de mezclas efectuado en laboratorio indica que para concretos reciclados, la inserción de agua será mayor que el diseño de un concreto normal. Esto puesto que la composición de agregado grueso reciclado está acompañado o lleva adherido concreto, resultando que su peso específico es menor y por consiguiente la capacidad de absorción de agua será mayor. y aparentemente pareciera que los diseños de mezclas darán proporciones iguales estas no son semejantes debido al material granular reciclado.
- Se ha realizado los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con la inserción del agregado grueso reciclado en 50%, 75% y 100%, de los cuales los ensayos indican que llevándolos en porcentajes de inserción menor, estos se encuentran dentro los parámetros para la producción de concreto para pavimentos rígidos de baja transitabilidad. Cabe indicar también que no obstante que los resultados no sean semejantes son muy aceptables para su uso.

No obstante su uso también puede estar en cimientos corridos, solados, sobrecimientos, canales, bermas, construcciones de viviendas rurales, posos, en relación al cambio del 100% de agregado grueso, son utilizables en la producción de concretos no estructurales; como la fabricación de bloquetas de diámetros funcionales utilizables en la construcción de cualquier infraestructura urbano-rural.

- Respecto al desempeño durable de los concretos reciclados, se observa un comportamiento satisfactorio y similar al del concreto convencional usado en

pavimentos rígidos (ensayos de rotura, desgaste los ángeles). Y de acuerdo a las especificaciones de norma nacional CE.010 pavimentos urbanos, indica que se tendrá que cumplir que la resistencia de $F'c$ será igual o mayor de 175 Kg/cm² (17.5 Mpa), para su uso en pavimentos rígidos, cabe indicar que consecuentemente esto vaya acompañado con la resistencia de un suelo que está sometido a esfuerzos cortantes, además evaluar la calidad relativa del suelo para subrasante, sub-base y base de pavimentos.

5.2 SUGERENCIAS.

- Se sugiere que la Municipalidad Provincial de San Román implemente la gestión de residuos sólidos de la construcción y demolición, dentro del Distrito de Juliaca; que, permitirá la sostenibilidad de las obras y por ende, las materias primas de la zona: no sean sobreexplotadas para la producción de concretos nuevos.
- Los residuos sólidos de la construcción y demolición en particular del concreto deben ser llevados a una disposición final, llamados escombreras, para realizar el tratamiento de dichos residuos, para posteriormente ser reutilizados en la producción de concreto para pavimentos rígidos de bajo tránsito y bajo costo, y de esa forma evitar el impacto ambiental de dichos residuos así como la reducción de consumo de combustible que se utiliza en el transporte de los agregados naturales; que cada vez están más distanciados de la ciudad de Juliaca.
- Se sugiere a los estudiantes y profesionales Ingenieros inmersos en el tema de construcción, seguir realizando investigaciones en el tema de reciclado de agregados para la elaboración de concreto hidráulico, en el ámbito regional, para optimizar los ensayos y resultados.

VI.REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

1. Abanto, C. F. 1999. "Tecnología Del Concreto". Editorial San Marcos. Lima - Peru.
2. Cachay H. 1995. "Diseño de mezclas".Facultad de Ingenieria Civil.UNI – Lima-Perú.
3. Carrillo, M. A. 2009. "Tecnología DelHormigón". Buenos Aires-Argentina.
4. Camargo N. C, G. 2009."Reutilización de Resíduos Sólidos enlaProducción de Pavimentos Rígidos de Bajo Costoenel Distrito de Juliaca"
5. Crespo, V. C. 1987. "Problemas Resueltos de Mecânica de Suelos y de Cimentaciones". Editorial Limusa S.A. de C. V. México. D. F.
6. Charaja C. F. 2003. "Investigación Científica- Enfoque Sistémico". Editorial Nuevo Mundo. Puno - Perú.
7. Comité 555 American Concrete Institute, ACI- Edición 2002.
8. Dias, F. J. 1994. "Tecnología de los Materiales". Facultad de Ingenieria Civil. UNSAAC – Cusco.
9. Dos Santos, M. R. "Estudolaboratorial de agregado reciclado de residuo solido da construcao civil para aplicacaoempavimentacao de baixovolume de trafego" Trabajo de Titulación de maestría en Ingenieria de Transportes. Sau Paulo, EscolaPolitecnica da Universidade de Sao Paulo, 2005.
10. Juárez, B. A., Rico, R. E. 2004 "Mecánica de suelos".Editorial Limusa S. A. UNAM – México.
11. Laura, H. S. 2010."Diseño de mezclas de concreto"Facultad de Ingenieria Civil. UNA- Puno.
12. Ley N 27314- Ley General de Residuos Sólidos. Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú, publicada el 21 de julio del 2000.

13. Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, Guatemala, Noviembre del 2002
14. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición.
15. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento Proyecto de Norma Técnica de Edificación CE.-010 Pavimentos Urbanos. 2008. Lima – Perú.
16. Nicholas, J. G., Lester, A. H. (2002). “Ingeniería de tránsito y de carreteras”. 3ra edición, Editorial: Thomson. México.
17. Norma Técnica Peruana. 2001. Diario Oficial el peruano. Lima - Perú.
18. Quispe, M. O. 2009.”Tecnología del Concreto”.Facultad de Ingeniería Agrícola. UNA – Puno.
19. Rivva, L.E.1992. “Diseño de Mezclas” Editorial San Carlos. Lima - Perú.
20. Tafur, P. R. 1995.” La Tesis Universitaria” Editorial Mantaro. Lima – Perú.
21. Zega, C. J. 2003. “Caracterización de los Agregados Gruesos Reciclados” Facultad de Ingeniería Civil. UNC – Buenos Aires- Argentina.
22. Zega, C. J., Taus, V. L. y Di Maio, A. A. 2006. ”comportamiento Físico-Mecánico de Hormigones Reciclados elaborados con canto rodado” la Plata- Argentina.

Páginas web visitadas para esta investigación.

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Cemento>.
- <http://www.slideshare.net/mdm/concreto-en-obra>.
- <http://www.buenastareas.com/ensayos/Control-De-Calidad-Del-Concreto-En/518023.html>.
- <http://blogs.utpl.edu.ec/mfvalarezo/files/2009/05/cilindros.pdf>.
- <http://blogs.utpl.edu.ec/mfvalarezo/files/2009/05/resumen-astm-c-128.pdf>.
- <http://blogs.utpl.edu.ec/mfvalarezo/files/2009/05/asentamiento.pdf>.
- <http://html.rincondelvago.com/concreto.html>.
- <http://es.scribd.com/doc/26178199/propiedades-mecanicas-del-concreto>.

ANEXOS



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Moho 130
 Cel. 950974941
 Cel. 961610504

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS

OBRA : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECIC. Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
SOLICITA : TESISTA DROBER CHOQUE AGUILAR
LUGAR : JULIACA
CANTER : ISLA - JULIACA
FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2010

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF.	EDAD	AREA NETA	CARGA	ESF. DE ROTURA	%
		KG/CM2	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	7	176.63	30591.00	173.19	82.47
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	7	176.63	29367.36	166.26	79.17
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	7	176.63	31406.76	177.81	84.67
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	14	176.63	34669.60	196.28	93.47
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	14	176.63	35689.50	202.06	96.22
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	14	176.63	34261.92	193.98	92.37
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	28	176.63	46090.44	260.94	124.26
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	28	176.63	45886.50	259.79	123.71
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CONCRETO NORMAL Fc=210KG/CM2	210	28	176.63	45682.56	258.63	123.16

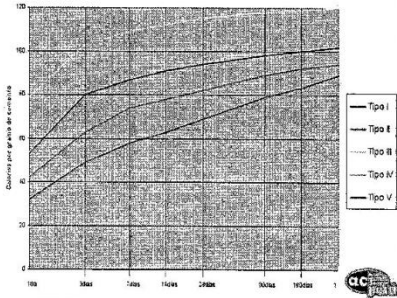
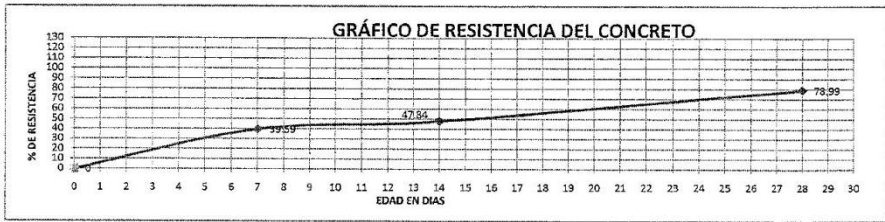
GEOMECS INGENIEROS S.R.L.

 Drober Choque Aguilar
 INGENIERO CIVIL

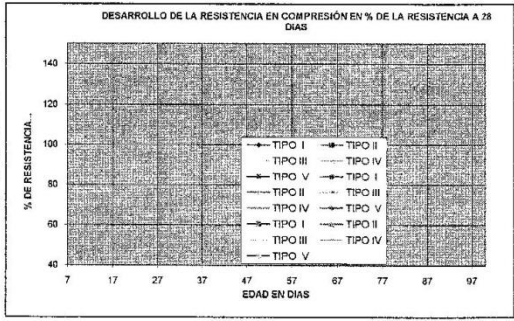
**CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

Odra : DET. DEL COMPORT. FIS.MEC. DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL
 Solicitante : BACH. GROBER CHOQUE AGUILAR
 Ubicación : DISTRITO DE JULIACA -PROVINCIA DE SAN ROMAN
 F'c : 210 Kg/cm²
 Fecha : ENERO DEL 2011
 Ing. RESP : Luis E. Rodriguez Palao

Nº	DESCRIPCION PROBETAS	FECHA DE MOLDEO	EDAD Dias	FECHA DE ROTURA	LCCT. PROM. DEL DIAL EN kg/cm ² .	DIAMETRO (ø)	AREA cm ²	RESISTENCIA Kgr/cm ²	DISEÑO f'c = Kg/cm ² .	% RESISTENCIA
1	C ² RECICLAD.CAMBIO A.G. R. AL 100	06/12/2010	7	13/12/2010	14.683.58	15,00	176.63	83.13	210	39.59
2	C ² RECICLAD.CAMBIO A.G. R. AL 100	06/12/2010	14	20/12/2010	17.742.78	15,00	176.63	100.45	210	47.84
3	C ² RECICLAD.CAMBIO A.G. R. AL 100	06/12/2010	28	03/01/2011	29.299.38	15,00	176.63	165.88	210	78.99



DESVIACION ESTANDAR % 20.78



OBSERVACIONES:
 LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLDEADOS POR LOS INTERESADOS LOS MISMOS QUE A LA FECHA DE ROTURA. DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD, NO CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS Y NO ESTAN EN EL INTERVALO DE PORCENTAJE %DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.

GEOMEC S.R.L.
Geomet
 Claudio Caza Madrid
 ING. CIVIL GEOMEC
 T. 051 985 123456



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Moho 130
 Cel. 980974941
 Cel. 981610504

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS

OBRA : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECIC. Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
SOLICITANTE : TESISTA DROBER CHOQUE AGUILAR
LUGAR : JULIACA
CANTERA : RECICLADO DE CONCRETO AL 50%
FECHA : 04 DE ENERO DEL 2011

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF.	EDAD	AREA NETA	CARGA	ESF. DE ROTURA	%
		KG/CM2	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G.R. AL 50%	210	7	176.63	23249.16	131.63	62.68
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G.R. AL 50%	210	7	176.63	22433.40	127.01	60.48
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G.R. AL 50%	210	7	176.63	22229.46	125.85	59.93
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G.R. AL 50%	210	14	176.63	28347.66	160.49	76.42
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G.R. AL 50%	210	14	176.63	29163.42	165.11	78.62
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G.R. AL 50%	210	14	176.63	28857.51	163.38	77.30
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G.R. AL 50%	210	28	176.63	33654.04	191.67	91.27
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G.R. AL 50%	210	28	176.63	33344.19	188.78	89.90
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G.R. AL 50%	210	28	176.63	33650.10	190.51	90.72

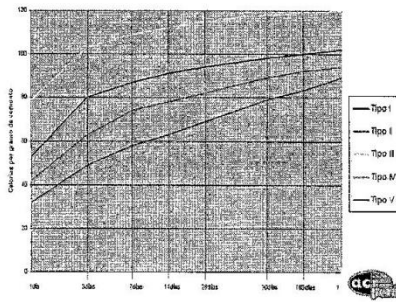
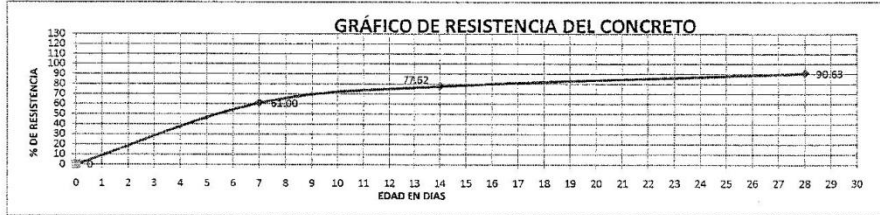
OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON OBTENIDAS POR EL TESISTA

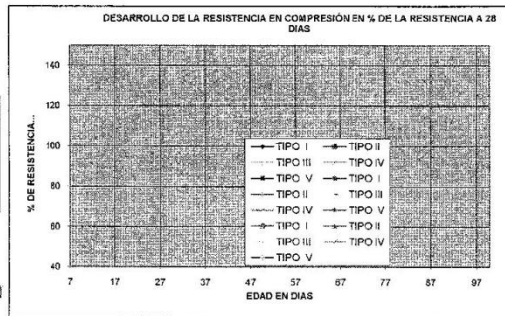
**CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

Obra : DET. DEL COMPORT. FIS.MEC. DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL
 Solicitante : BACTI. DIOSBER CHIQUE AGUILAR
 Ubicación : DISTRITO DE JULIACA -PROVINCIA DE SAN ROMAN
 Fc : 210 Kgr/Cm2
 Fecha : ENERO DEL 2011
 Ing. RESP: Luis E. Rodriguez Palao

Nº	DESCRIPCION PROBETAS	FECHA DE MOLDEO	EDAD Dias	FECHA DE ROTURA	LECT. PROM. DEL DIAL EN kg/cm2.	DIAMETRO (g)	AREA cm2	RESISTENCIA Kgr/cm2	DISEÑO f' c = Kg/cm2.	% RESISTENCIA
1	Cº RECICLAD CAMBIO A.G. R. AL 50º	08/12/2010	7	13/12/2010	22.637.34	15.00	176.72	128.10	210	61.00
2	Cº RECICLAD CAMBIO A.G. R. AL 50º	08/12/2010	14	20/12/2010	28.789.53	15.00	176.83	163.00	210	77.62
3	Cº RECICLAD.CAMBIO A.G. R. AL 50º	08/12/2010	28	03/01/2011	33.616.11	15.00	176.63	190.32	210	90.63



DESVIACION ESTANDAR % 14.85



OBSERVACIONES :

LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLDEADOS POR LOS INTERESADOS LOS MISMOS QUE A LA FECHA DE ROTURA. DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD, NO CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS Y NO ESTAN EN EL INTERVALO DE PORCENTAJE %DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.

GEOMECA INGENIEROS S.R.L.
Elizabeth Uscá González
 ING. NIPO GEÓLOGO
 DUE 20110



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Mocho 130
 Cal. 95074941
 Cal. 991810604

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS

OBRA : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECIC. Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
SOLICITANTE : TESISISTA DROBER CHOQUE AGUILAR
LUGAR : JULIACA
CANTERA : RECICLADO DE CONCRETO AL 75%
FECHA : 07 DE ENERO DEL 2011

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF.	EDAD	AREA NETA	CARGA	ESF. DE ROTURA	%
		KG/CM2	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	7	176.63	20597.94	116.82	55.53
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	7	176.63	20394.00	115.46	54.98
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	7	176.63	21412.7	121.23	57.73
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	14	176.63	25900.38	146.64	69.83
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	14	176.63	26512.2	150.10	71.48
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	14	176.63	25492.5	144.33	68.73
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	28	176.63	32630.4	184.74	87.97
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	28	176.63	33446.16	189.36	90.17
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 75%	210	28	176.63	32222.52	182.43	86.87

OBSERVACIONES:
 LAS MUESTRAS FUERON OBTENIDAS POR EL TESISISTA

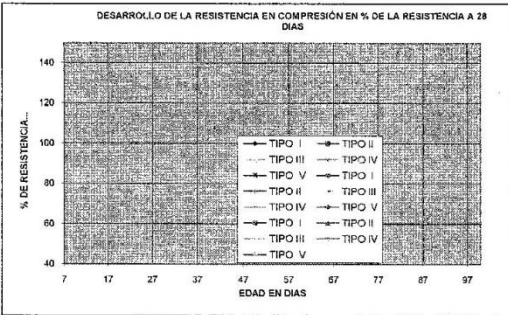
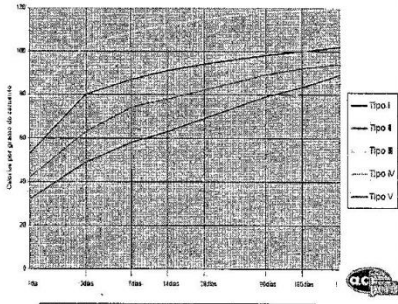
GEOMECS Ingenieros S.R.L.
 V.B. *[Firma]*
 Humberto Ojeda Gordillo
 07/01/2011

**CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

Obra : DET. DEL COMPORT. FIS./MEC. DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL
 Solicitante : BACH. DROBER CHOQUE AGUILAR
 Ubicación : DISTRITO DE JULIACA -PROVINCIA DE SAN ROMAN
 Fc : 210 Kgf/Cm2

Fecha : ENERO DEL 2011
 Ing. RESP : Luis E. Rodriguez Palao

Nº	DESCRIPCION PROBETAS	FECHA DE MOLDEO	EDAD Dias	FECHA DE ROTURA	LECT. PROM. DEL DIAL EN kg/cm ²	DIAMETRO (φ)	AREA cm ²	RESISTENCIA Kgr/cm ²	DISEÑO f'c = Kg/cm ²	% RESISTENCIA
1	C* RECICLADO CAMBIO A.G.R. AL 75%	09/12/2010	7	16/12/2010	20,801.55	15.00	176.63	117.77	210	56.08
2	C* RECICLADO CAMBIO A.G.R. AL 75%	09/12/2010	14	23/12/2010	25,968.36	15.00	176.63	147.03	210	70.01
3	C* RECICLADO CAMBIO A.G.R. AL 75%	09/12/2010	28	06/01/2011	32,766.36	15.00	176.63	185.51	210	88.34



DESVIACION ESTÁNDAR % : 16.18

OBSERVACIONES :
 LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLDEADOS POR LOS INTERESADOS LOS MISMOS QUE A LA FECHA DE ROTURA, DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD, NO CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS Y NO ESTAN EN EL INTERVALO DE PORCENTAJE % DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.

INGENIEROS INGENIEROS S.R.L.
 Luis E. Rodríguez Palao
 Ing. RESP



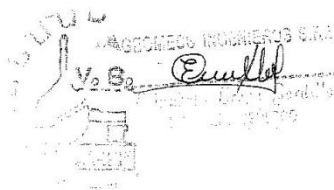
"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Mohe 130
 Cal. 850974941
 Cal. 951810684

ENSAYO DE ROTURA DE BRIQUETAS

OBRA : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECIC. Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
SOLICITANTE : TESISISTA DROBER CHOQUE AGUILAR
LUGAR : JULIACA
CANTERA : RECICLADO DE CONCRETO AL 100%
FECHA : 15 DE ENERO DEL 2011

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIF.	EDAD	AREA NETA	CARGA	ESF. DE ROTURA	%
		KG/CM2	DIAS	CM2	KG	KG/CM2	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	7	176.63	15295.5	86.60	41.24
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	7	176.63	14479.74	81.98	39.04
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	7	176.63	14275.8	80.82	38.49
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	14	176.63	17538.84	99.30	47.28
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	14	176.63	18354.6	103.92	49.48
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	14	176.63	17334.9	98.14	46.73
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	28	176.63	29367.36	166.26	79.17
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	28	176.63	29775.24	168.57	80.27
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 X 30 CAMBIO A.G. R. AL 100%	210	28	176.63	28755.54	162.80	77.52

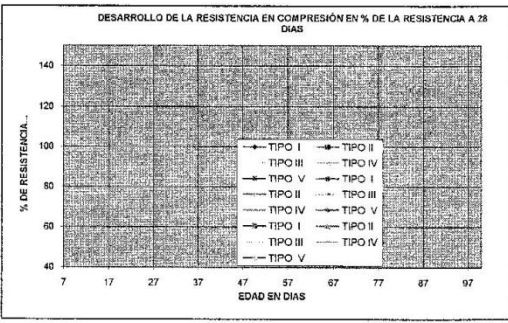
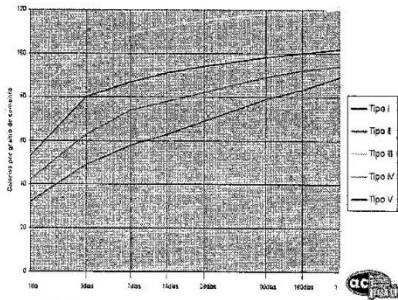
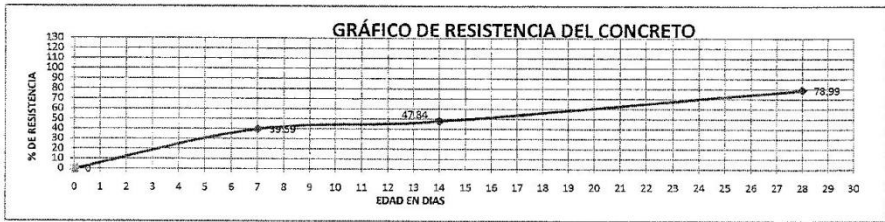
OBSERVACIONES:
 LAS MUESTRAS FUERON OBTENIDAS POR EL TESISISTA



**CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

Objeto : DET. DEL COMPORT. FIS. MEC. DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL
 Solicitante : BACH. GROBER CHOQUE AGUILAR
 Ubicación : DISTRITO DE JULIACA -PROVINCIA DE SAN ROMAN
 F.c : 210 Kg/cm²
 Fecha : ENERO DEL 2011
 Ing. RESP : Luis E. Rodriguez Palao

Nº	DESCRIPCION PROBETAS	FECHA DE MOLDEO	EDAD Dias	FECHA DE ROTURA	LCCT. PROM. DEL DIAL EN kg/cm ² .	DIAMETRO (ø)	AREA cm ²	RESISTENCIA Kgr/cm ²	DISEÑO f'c = Kg/cm ² .	% RESISTENCIA
1	Cº RECICLAD.CAMBIO A.G. R. AL 100	06/12/2010	7	13/12/2010	14.683.58	15,00	176.63	83.13	210	39.59
2	Cº RECICLAD.CAMBIO A.G. R. AL 100	06/12/2010	14	20/12/2010	17.742.78	15,00	176.63	100.45	210	47.84
3	Cº RECICLAD.CAMBIO A.G. R. AL 100	06/12/2010	28	03/01/2011	29.299.38	15,00	176.63	165.88	210	78.99



DESVIACION ESTANDAR % 20.78

OBSERVACIONES:
 LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO MOLDEADOS POR LOS INTERESADOS LOS MISMOS QUE A LA FECHA DE ROTURA. DE ACUERDO A LAS NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD, NO CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS Y NO ESTAN EN EL INTERVALO DE PORCENTAJE %DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.

GEOMEC INGENIEROS S.R.L.
 V. S. *Ortiz*
 Gerente General
 ING. EN INGENIERIA
 1992 - 1993



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Mocho 130
 Cel. 950874841
 Col. 951810804

RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASION LOS ANGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

PROYECTO : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECIC.
 Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
 SOLICITANTE : TESISTA DROBER CHOQUE AGUILAR
 UBICACIÓN : JULIACA
 MUESTRA : CONCRETO NORMAL
 FECHA : OCTUBRE DEL 2010

TIPO DE AGREGADO: FINO: GRUESO: OTROS:
 MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:
 NUMERO DE REVOLUCIONES: 500 1000
 CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS
 PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 5000$ gr.
 PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12: $W_f = 2565$ gr.
 PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12: $= 2435$ gr.
 PORCENTAJE DE PERDIDA: $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$
 $De = 48.70$ %

OBSERVACIONES:

GRADACION : "A", 1 1/2" - 1" = 1250, 1" - 3/4" = 1250, 3/4" - 1/2" = 1250, 1/2" - 3/8" = 1250
 TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : **51.30** Y PERDIDA DE : **48.70**
 NORMA AASTHO (DESIGNACION) T - 26, ASTM - C-

GEOMECS INGENIEROS S.R.L.



GEOMECS INGENIEROS S.R.L.
 Jr. Arequipa N° 354-A
 Jr. Mocho 130
 Cel. 950974941
 Cel. 951810504

RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASION LOS ANGELES"

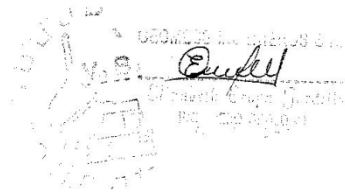
NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

PROYECTO : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECIC.
 Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
 SOLICITANTE : TESISISTA DROBER CHOQUE AGUILAR
 UBICACIÓN : JULIACA
 MUESTRA : RECICLAJE DE CONCRETO - 50%
 FECHA : OCTUBRE DEL 2010

TIPO DE AGREGADO: FINO: GRUESO: OTROS:
 MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:
 NUMERO DE REVOLUCIONES: 500 1000
 CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS
 PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 5000$ gr.
 PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12: $W_f = 2458$ gr.
 PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12: $= 2542$ gr.
 PORCENTAJE DE PERDIDA: $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$
 $De = 50.84$ %

OBSERVACIONES:

GRADACION : "A", 1 1/2" - 1" = 1250, 1" - 3/4" = 1250, 3/4" - 1/2" = 1250, 1/2" - 3/8" = 1250
 TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 49.16 Y PERDIDA DE : 50.84
 NORMA AASTHO (DESIGNACION) T - 26, ASTM -C-





"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 354-A
 Jr. Mocho 130
 Cal. 350874841
 Cel. 981810504

RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASION LOS ANGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

PROYECTO : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECIC.
 Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
 SOLICITANTE : TESISTA DROBER CHOQUE AGUILAR
 UBICACIÓN : JULIACA
 MUESTRA : RECICLAJE DE CONCRETO - 75%
 FECHA : OCTUBRE DEL 2010

TIPO DE AGREGADO: FINO: GRUESO: OTROS:
 MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:
 NUMERO DE REVOLUCIONES: 500 1000
 CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS
 PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 5000$ gr.
 PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12: $W_r = 2282$ gr.
 PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12: $= 2718$ gr.
 PORCENTAJE DE PERDIDA: $De = \frac{W_i - W_r}{W_i} \times 100$
 $De = 54.36$ %

OBSERVACIONES:

GRADACION : "A", 11/2"-1" = 1250, 1"- 3/4" = 1250, 3/4" - 1/2" = 1250, 1/2" - 3/8" = 1250
 TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : **45.64** Y PERDIDA DE : **54.36**
 NORMA AASTHO (DESIGNACION) T - 26, ASTM -C-

GEOMECS INGENIEROS S.R.L.



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Mocho 130
 Cel. 95074941
 Cel. 951810604

RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASION LOS ANGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

PROYECTO : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECIC.
 Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
 SOLICITANTE : TESISTA DROBER CHOQUE AGUILAR
 UBICACIÓN : JULIACA
 MUESTRA : RECICLAJE DE CONCRETO - 100%
 FECHA : OCTUBRE DEL 2010

TIPO DE AGREGADO: FINO: GRUESO: OTROS:
 MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:
 NUMERO DE REVOLUCIONES: 500 1000

CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 5000$ gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12: $W_f = 1810$ gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12: $= 3090$ gr.

PORCENTAJE DE PERDIDA: $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$

De = **61.80** %

OBSERVACIONES:

GRADACION : "A", 11/2"-1" = 1250, 1"- 3/4" =1250, 3/4" - 1/2" = 1250, 1/2" - 3/8" =1250.
 TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : **38.20** Y PERDIDA DE : **61.80**
 NORMA AASTHO (DESIGNACION) T - 26, ASTM -C-

GEOMECS INGENIEROS S.R.L.

 DROBER CHOQUE AGUILAR
 TESISTA

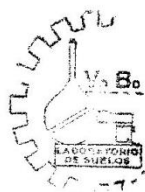


"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 354-A
 Jr. Moho 130
 Cel. 960874841
 Cel. 961610384

PROYECTO : TESIS "DETERMINACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
 SOLICITANTE : BACHILLER DROBER CHOQUE AGUILAR (TESISTA)
 UBICACIÓN : JULIACA
 CANTERA : CONCRETO NORMAL - CANTERA ISLA-JULIACA
 FECHA : ENERO DEL 2011

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LAS ROCAS (P.E. saturado 24 horas)

	Muestra de Roca	M1
1	Peso superficialmente saturado sss	1691.97
2	Peso seco	1565.35
3	Peso de agua (1-2)	126.62
4	Volumen	685
5	Peso especifico superficialmente saturado sss (1/4)	2.470
6	Peso especifico Bulk(2/4)	2.285
7	Peso especifico d Solidos 2/(4-3)	2.803
8	% de absorcion (3/2)*100	8.089



V. B. GEOMECS INGENIEROS S.R.L.
[Signature]
 Elizabeth M. de la Cruz
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP. 121250

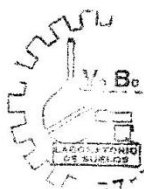


"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Mocho 130
 Cel. 960974841
 Cel. 951810604

PROYECTO : TESIS "DETERMINACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
 SOLICITANTE : BACHILLER DROBER CHOQUE AGUILAR (TESISTA)
 UBICACIÓN : JULIACA
 CANTERA : RECICLADO DE CONCRETO 50%
 FECHA : ENERO DEL 2011

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LAS ROCAS (P.E. saturado 24 horas)

	Muestra de Roca	M1
1	Peso superficialmente saturado sss	919.38
2	Peso seco	809.72
3	Peso de agua (1-2)	109.66
4	Volumen	382
5	Peso especifico superficialmente saturado sss (1/4)	2.407
6	Peso especifico Bulk(2/4)	2.120
7	Peso especifico d Solidos 2/(4-3)	2.973
8	% de absorcion (3/2)*100	13.543



GEOMECS INGENIEROS S.R.L.
Quispe
 Elizabeth Quispe Quispe
 INGENIERO MECANICO
 CIP: 121350



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Moho 130
 Cel. 950974941
 Cel. 961819804

PROYECTO : TESIS "DETERMINACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
 SOLICITANTE : BACHILLER DROBER CHOQUE AGUILAR (TESISTA)
 UBICACIÓN : JULIACA
 CANTERA : RECICLADO DE CONCRETO 75%
 FECHA : ENERO DEL 2011

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LAS ROCAS (P.E. saturado 24 horas)

	Muestra de Roca	M1
1	Peso superficialmente saturado sss	1244.56
2	Peso seco	1085.06
3	Peso de agua (1-2)	159.5
4	Volumen	530
5	Peso especifico superficialmente saturado sss (1/4)	2.348
6	Peso especifico Bulk(2/4)	2.047
7	Peso especifico d Solidos 2/(4-3)	2.929
8	% de absorcion (3/2)*100	14.7



GEOMECS INGENIEROS S.R.L.
Elizabeth C. Carrizosa
 Elizabeth Carrizosa
 INGENIERA GEOLOGA
 D.P. 121350



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Mohe 156
 Cel. 98974841
 Cel. 981810504

PROYECTO : TESIS "DETERMINACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
 SOLICITANTE : BACHILLER DROBER CHOQUE AGUILAR (TESISTA)
 UBICACIÓN : JULIACA
 CANTERA : RECICLADO DE CONCRETO 100%
 FECHA : ENERO DEL 2011

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LAS ROCAS (P.E. saturado 24 horas)

	Muestra de Roca	M1
1	Peso superficialmente saturado sss	1381.84
2	Peso seco	1200.46
3	Peso de agua (1-2)	181.38
4	Volumen	639
5	Peso especifico superficialmente saturado sss (1/4)	2.163
6	Peso especifico Bulk(2/4)	1.879
7	Peso especifico d Solidos 2/(4-3)	2.623
8	% de absorcion (3/2)*100	15.109



GEOMECS INGENIEROS S.R.L.
Quispe
 Elizabeth Patricia Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP. 121350



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 J. Arequipa N° 184-A
 Jr. Mocho 130
 Cel. 959974341
 Cel. 951810594

PROYECTO : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO/MECANICO DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
 SOLICITANTE : BACH. DROBER CHOQUE AGUILAR
 CANTERA : ISLA
 UBICACIÓN : JULIACA
 FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2010

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 485.10
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	70.50	14.10	14.10	85.90	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1306.00
N° 16	55.21	11.04	25.14	74.86	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1609.00
N° 30	62.99	12.60	37.74	62.26	PESO ESPECIFICO	
N° 50	150.21	30.04	67.78	32.22	Wc+B =	1806
N° 100	130.25	26.05	93.83	6.17	Wc+B-W =	197
N° 200	25.98	5.20	99.03	0.97	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.54$
FONDO	4.86	0.97	100.00	0.00	ABSORCION	
SUMA	500	100.00			B =	500.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	14.90
Mf = MODULO DE FINEZA					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.07$
						2.39

PIEDRA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100	A	-Peso de muestra secada al horno = 780.00
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	116	3.87	3.87	96.13	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1306.00
3/4"	520	17.33	21.20	78.80	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1793.00
1/2"	978	32.60	53.80	46.20	PESO ESPECIFICO	
3/8"	539	17.97	71.77	28.23	Wc+B =	2106
1/4"	0	0.00			Wc+B-W =	313
N° 4	847	28.23	100.00	0.00	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.56$
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	ABSORCION	
SUMA	3000	100.00			B =	800.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	20.00
					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.56$

F.Nº : 001293



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Moho 130
 Cel. 950974941
 Cel. 951810504

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.²

PROYECTO : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO/MECANICO DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE : BACH. DROBER CHOQUE AGUILAR

UBICACIÓN : JULIACA

CANTERA : ISLA

FECHA : 20 DE SETIEMBRE DEL 2010

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = 210 Kg./cm.² a los 28 días entonces la resistencia promedio F'cr = 280 Kg./cm.²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76,2 mm. A 101,6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 3/4" (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERISTICAS FISICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.56	2.54
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1773	1706
P.U. Suelto	1596	1458
% de Absorción	2.56	3.07
% de Humedad Natural	2.21	3.99
Modulo de Fineza	-	3.67

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76,2 mm. A 101,6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 3/4" (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizara aire incorporado, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 200 Lt/m³
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
5. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.57

F.N° : 001293

- 6, De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(200 \text{ Lt/m}^3) / (0.57) = 351 \text{ Kg/m}^3$$

- 7, De acuerdo al módulo de finiza del agregado fino = 3.67 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1773 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 10 " (19.05mm) se recomienda el uso de 0.53 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.53) * (1773) = 939 \text{ Kg/m}^3$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= (200) / (1000)	= 0.200
Volúmen absoluto de cemento	= (351) / (3.11 * 1000)	= 0.113
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (939) / (2.56 * 1000)	= 0.368
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.701

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.701) = 0.299 m³

$$(0.299) * (2.54) * 1000 = 760 \text{ Kg/m}^3$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (939) * (1.0221) = 960 Kg.
 Agregado Fino húmedo (760) * (1.0399) = 791 Kg.

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$200 - 939 * (\frac{2.21 - 2.56}{100}) - 760 (\frac{3.99 - 3.07}{100}) = 196$$

DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³)	PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO
Cemento	351	1.00	351	1.00
Agua	200	0.57	196	0.56
Agreg. Grueso	939	2.68	960	2.74
Agreg. Fino	760	2.17	791	2.25
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.30 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

F.Nº : 001293

DOSIFICACION POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	95.28 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	115.70 Kg.
Agua efectiva	:	23.65 Kg.

DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 2.23 p3 de Arena	2.0 p3 de Arena
- 2.52 p3 de Grava	2.5 p3 de Grava
- 24 Lt de Agua	24 Lt de Agua

RECOMENDACIONES:

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.



GEOMECS INGENIEROS S.R.L.

Elizabeth Cocha Gordillo
Elizabeth Cocha Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

F.Nº : 001293



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Mocho 130
 Cal. 50074841
 Cal. 351810584

PROYECTO : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO/MECANICO DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
 SOLICITANTE : BACH. DROBER CHOQUE AGUILAR
 CANTERA : MATERIAL RECICLADO (AGREGADO GRUESO) - ARENA FINA (MATERIAL DE RIO CABANILLAS)
 UBICACIÓN : JULIACA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2010

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0,00	0,00	100,00	A	-Peso de muestra secada al horno = 476,32
N° 4	0	0,00	0,00	100,00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500,00
N° 8	70,50	14,10	14,10	85,90	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1312,60
N° 16	55,21	11,04	25,14	74,86	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1611,10
N° 30	62,99	12,60	37,74	62,26	PESO ESPECIFICO	
N° 50	150,21	30,04	67,78	32,22	Wc+B =	1813
N° 100	130,25	26,05	93,83	6,17	Wc+B-W =	202
N° 200	25,98	5,20	99,03	0,97	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2,48$
FONDO	4,86	0,97	100,00	0,00	ABSORCION	
SUMA	500	100,00			B =	500,00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	23,68
Mf = MODULO DE FINEZA					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 4,97$
					2,39	

PIEDRA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0,00	0,00	100	A	-Peso de muestra secada al horno = 728,10
1 1/2"	0	0,00	0,00	100,00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800,00
1"	116	3,87	3,87	96,13	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1312,60
3/4"	520	17,33	21,20	78,80	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1767,37
1/2"	978	32,60	53,80	46,20	PESO ESPECIFICO	
3/8"	539	17,97	71,77	28,23	Wc+B =	2113
1/4"	0	0,00			Wc+B-W =	345
N° 4	847	28,23	100,00	0,00	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2,32$
FONDO	0,00	0,00	100,00	0,00	ABSORCION	
SUMA	3000	100,00			B =	800,00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	71,90
					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 9,88$

F.Nº: 001293



"GEOMECS INGENIEROS S.R.L."
 Jr. Arequipa N° 384-A
 Jr. Moho 130
 Cel. 960974941
 Cel. 951810604

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.²

PROYECTO : TESIS "DETERMINAC. DEL COMPORTAMIENTO FISICO/MECANICO DE UN CONCRETO RECICLADO Y UN CONCRETO NORMAL EN LA CIUDAD DE JULIACA"
SOLICITANTE : BACH. DROBER CHOQUE AGUILAR
CANTERA : MATERIAL RECICLADO (AGREGADO GRUESO) - ARENA FINA (MATERIAL DE RIO CABANILLAS)
UBICACIÓN : JULIACA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2010

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = 210 Kg./cm.² a los 28 días entonces la resistencia promedio F'cr = 280 Kg./cm.²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76,2 mm. A 101,6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 3/4" (19,05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERISTICAS FISICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2,32	2,48
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1120	1210
P.U. Suelto	1259	1173
% de Absorción	9,88	4,97
% de Humedad Natural	0,00	0,94
Modulo de Fineza	-	3,50

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76,2 mm. A 101,6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 3/4" (19,05mm)
- 3, Puesto que no se utilizara aire incorporado, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 200 Lt/m³
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2,0 %
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0,57

F.N° : 001293

6, De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(200 \text{ Lt/m}^3) / (0,57) = 351 \text{ Kg/m}^3$$

7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3,50 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1120 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 10 " (19,05mm) se recomienda el uso de 0,66 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0,55) * (1120) = 616 \text{ Kg/m}^3$$

8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= (200) / (1000)	= 0,200
Volúmen absoluto de cemento	= (351) / (2,88 * 1000)	= 0,122
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (616) / (2,32 * 1000)	= 0,266
Volúmen de aire atrapado	= (2,0) / (100)	= 0,020
Volúmen sub total	=	0,608

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1,000 - 0,608) = 0,392 m³

$$(0,392) * (2,48) * 1000 = 973 \text{ Kg/m}^3$$

9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (616) * (1) = 616 Kg.
 Agregado Fino húmedo (973) * (1,0094) = 982 Kg.

10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$200 - 616 * (\frac{0,00 - 9,88}{100}) - 973 (\frac{0,94 - 4,97}{100}) = 300$$

DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³)	PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO
Cemento	351	1,00	351	1,00
Agua	200	0,57	300	0,86
Agreg. Grueso	616	1,75	616	1,76
Agreg. Fino	973	2,77	982	2,80
Aire	2,0 %		2,0 %	

8,30 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

F.Nº : 001293

DOSIFICACION POR PESO:

Cemento	:	42,50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	118,37 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	74,24 Kg.
Agua efectiva	:	36,16 Kg.

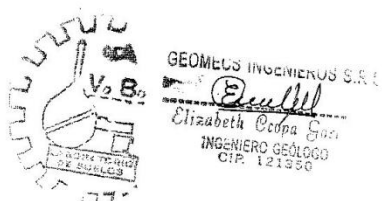
DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1,0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 3,65 p3 de Arena	3,5 p3 de Arena
- 2,09 p3 de Grava	2,0 p3 de Grava
- 36 Lt de Agua	36 Lt de Agua

RECOMENDACIONES:

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.



F.Nº : 001293

MEMORIA FOTOGRAFICA

MEMORIA FOTOGRAFICA



FOTO N° 01: BLOQUES DE PAVIMENTO RIGIDO PROVENIENTE DEL JR. APURIMAC CUADRAS 1-2 DE LA CIUDAD DE JULIACA.



FOTO N° 02: BLOQUE DE PAVIMENTO RIGIDO SELECCIONADO PROVENIENTE DEL JR. APURIMAC CUADRAS 1-2 DE LA CIUDAD DE JULIACA.