



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia Del Uso De Concreto Reciclado En Las Variables De
Diseño Del Pavimento Rígido, Avenida Campoy, San Juan De
Lurigancho - 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Alvarez Huarsoca, Hilary Vanessa (ORCID: 0000-0003-4621-0575)

Torres Cortez, Jesus Angel (ORCID: 0000-0001-8671-1441)

ASESOR:

Mg. Diaz Huiza, Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Este trabajo de investigación lo dedico a mis padres por todo el apoyo recibido a lo largo de mi formación profesional.

Hilary A.

Este trabajo de investigación lo dedico a mi madre Victoria Basilia Cortez Ledezma por todo el apoyo recibido a lo largo de mi formación personal y profesional.

Jesús T.

Agradecimiento

En primera instancia, agradezco a Dios por brindarme salud y bienestar. En segunda instancia, agradezco a mis padres y cada uno de mis familiares, quienes siempre me apoyaron en todo, a lo largo de mi formación universitaria. Por último, agradezco a cada uno de los docentes y asesores que me guiaron con sus enseñanzas para hacer posible el desarrollo de esta investigación.

Hilary A.

En primer lugar, agradezco a mi madre Victoria Basilia Cortez Ledezma por su infinito amor y apoyo en los momentos difíciles y cruciales en mi formación, en segundo lugar, a todos mis profesores de la universidad Cesar Vallejo quienes me guiaron en mi formación académica.

Jesús T.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Figuras.....	v
Índice de Tablas	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo y diseño de investigación	30
3.2. Variables y operacionalización.....	31
3.3. Población, muestra y muestreo.....	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.5. Procedimientos	34
3.6. Método de análisis de datos	35
3.7. Aspectos éticos.....	35
IV. RESULTADOS.....	36
V. DISCUSIÓN	63
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS.....	71
ANEXOS	76

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Requerimientos granulométricos para base granular.....	12
<i>Figura 2.</i> Requerimientos del CBR para sub bases granulares según la intensidad de tráfico.....	13
<i>Figura 3.</i> Cantidades para las muestras de ensayo de los agregados gruesos. ...	14
<i>Figura 4.</i> Límites granulométricos de los Agregados Gruesos.. ..	15
<i>Figura 5.</i> Pesos de las muestras para los ensayos de los pesos específicos y porcentajes de absorción.	16
<i>Figura 6.</i> Máquina de ensayo de Abrasión los Ángeles.	17
<i>Figura 7.</i> Distribuciones granulométricas para el cálculo de los áridos delicados.	18
<i>Figura 8.</i> Requisitos de calidad del agua para la mezcla de concreto.....	19
<i>Figura 9.</i> Tipos de cementos Portland.....	20
<i>Figura 10.</i> Procedimientos para los diseños de mezcla.	21
<i>Figura 11.</i> Representación del comportamiento de los pavimentos rígidos.	23
<i>Figura 12.</i> Representación del equipo para el ensayo del esfuerzo a la flexión...	25
<i>Figura 13.</i> Representación de los especímenes cilíndricos durante el proceso de cálculo del módulo de elasticidad.....	26
<i>Figura 14.</i> Recomendaciones para la resistencia del concreto según el tráfico...	26
<i>Figura 15.</i> Representación del equipo para el ensayo del esfuerzo a la compresión.	27
<i>Figura 16.</i> Ecuación para determinar el módulo de reacción combinada.	28
<i>Figura 17.</i> Tramo de la población en la avenida Campoy – S.J.L.	32
<i>Figura 18.</i> Tramo de la muestra en la avenida Campoy – S.J.L.....	33
<i>Figura 19.</i> Curva granulométrica del material granular para la sub base.	37
<i>Figura 20.</i> California Bearing Ratio (CBR)	38
<i>Figura 21.</i> Curvas granulométricas de los agregados gruesos reciclados	39

<i>Figura 22.</i> Pesos específicos para los áridos gruesos.	40
<i>Figura 23.</i> Porcentajes de absorción de los áridos gruesos.....	41
<i>Figura 24.</i> Porcentajes de humedad de los áridos gruesos.	42
<i>Figura 25.</i> Pesos unitarios sueltos de los áridos gruesos.	43
<i>Figura 26.</i> Pesos unitarios compactados de los áridos gruesos.....	44
<i>Figura 27.</i> Clases de diseños de mezclas que se consideraron en la presente investigación.....	45
<i>Figura 28.</i> Asentamientos de acuerdo a las clases de diseños de mezclas.....	48
<i>Figura 29.</i> Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a 7 días de curado de acuerdo a cada diseño de mezclas.	51
<i>Figura 30.</i> Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a los 14 días de curado de acuerdo a los tipos de diseño de mezclas.....	52
<i>Figura 31.</i> Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a los 28 días de curado de acuerdo a los tipos de diseño de mezclas.....	53
<i>Figura 32.</i> Esfuerzos promedio a la compresión vs tiempo de curado de acuerdo a los tipos de diseño de mezcla.	54
<i>Figura 33.</i> Esfuerzos a la flexotracción del hormigón de acuerdo a los tipos de diseños de mezclas.....	55

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación operacional de la variable concreto reciclado.....	31
Tabla 2. Clasificación operacional de la variable de diseño del pavimento rígido.	32
Tabla 3. Granulometría del material granular para la subbase.....	37
Tabla 4. Granulometría del árido grueso reciclado.....	39
Tabla 5. Pesos específicos de los agregados gruesos.	40
Tabla 6. Porcentajes de absorción de los áridos gruesos.	41
Tabla 7. Porcentajes de humedad de los áridos gruesos.....	42
Tabla 8. Pesos unitarios sueltos de los áridos gruesos.....	43
Tabla 9. Pesos unitarios compactados de los áridos gruesos.....	44
Tabla 10. Dureza de los áridos gruesos.....	45
Tabla 11. Dosificación para el diseño de mezcla patrón con 0% de AGCR.	46
Tabla 12. Dosificación para el diseño de mezcla con 10% de AGCR	46
Tabla 13. Dosificación para el diseño de mezcla con 20% de AGCR.	47
Tabla 14. Dosificación para el diseño de mezcla con 30% de AGCR.	47
Tabla 15. Asentamientos de acuerdo a las clases de diseños de mezclas.....	48
Tabla 16. Esfuerzo a la compresión del hormigón patrón con 0% de AGCR.	49
Tabla 17. Esfuerzo a la compresión del hormigón patrón von 10% de AGCR.	49
Tabla 18. Esfuerzo a la compresión del hormigón patrón con 20% de AGCR.	50
Tabla 19. Esfuerzo a la compresión del hormigón patrón con 30% de AGCR.	50
Tabla 20. Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a 7 días de curado de acuerdo a cada tipo de diseños de mezclas.	51
Tabla 21. Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a 14 días de curado de acuerdo a los tipos de diseños de mezclas.....	52
Tabla 22. Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a 28 días de curado de acuerdo a los tipos de diseños de mezclas.....	53

Tabla 23. Esfuerzos promedio a la compresión vs tiempo de curado de acuerdo a los tipos de diseño de mezcla.	54
Tabla 24. Esfuerzos a la flexotracción del hormigón de acuerdo a las clases de diseños de mezclas.	55
Tabla 25. Contrastación de hipótesis del esfuerzo a la flexotracción del concreto.	58
Tabla 26. Contrastación de hipótesis de los módulos de elasticidad del concreto.	60
Tabla 27. Contrastación de hipótesis de los módulos de reacción de las superficies de apoyo.	61

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia del uso de concreto reciclado en las variables de diseño del pavimento rígido de la Avenida Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019.

En el desarrollo de este trabajo se empleó el método científico con enfoque cuantitativo de tipo aplicada y un diseño cuasi experimental. Donde la población estuvo conformada por el pavimento rígido a diseñar correspondiente a la avenida Campoy, comprendida entre la Avenida Chimú y el puente Huaycoloro, para lo cual se tomó un tramo de 1 km correspondiente entre la calle 8 y el puente Huaycoloro, en sentido Oeste - Este. La recolección de datos se llevó a cabo bajo la técnica de la observación y se usó las fichas técnicas, normas del MTC y ensayos de laboratorios. Posteriormente se procedió con el análisis de los resultados mediante tablas y gráficos comparativos en el software Excel.

Finalmente, luego de analizar y contrastar las hipótesis formuladas, se concluyó que el uso de concreto reciclado si influye favorablemente, pero no de manera significativa en los valores de la resistencia a flexo tracción y módulo de elasticidad a diferencia de los valores del módulo de reacción donde si influye a favor y en una cantidad considerable. Entonces se puede decir que el uso del concreto reciclado si influye en las variables de diseño del pavimento rígido de la Avenida Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019.

Palabras clave: Agregado reciclado, diseño de pavimento rígido.

Abstract

The present research aims to determine the influence of the use of recycled concrete on the design variables of the rigid pavement of Campoy Avenue, San Juan de Lurigancho - 2019.

In the development of this work, the scientific method was used with an applied quantitative approach and a quasi-experimental design. Where the population was made up of the rigid pavement to be designed corresponding to Campoy Avenue, between Chimú Avenue and the Huaycoloro Bridge, for which a corresponding 1 km section was taken between 8th Street and the Huaycoloro Bridge, in the West direction - East. The data collection was carried out under the observation technique and the technical sheets, MTC standards and laboratory tests were used. Subsequently, the results were analyzed using comparative tables and graphs in Excel software.

Finally, after analyzing and contracting the formulated hypotheses, it was concluded that the use of recycled concrete does influence favorably, but not significantly, the values of flexural tensile strength and modulus of elasticity, as opposed to the values of the reaction modulus. where if it influences in favor and in a considerable amount. So it can be said that the use of recycled concrete does influence the design variables of the rigid pavement of Campoy Avenue, San Juan de Lurigancho - 2019.

Keywords: Recycled aggregate, rigid pavement design.

I. INTRODUCCIÓN

Durante siglos y en la actualidad una de las mezclas más utilizadas en el ámbito de las construcciones a nivel mundial, es el hormigón. En este contexto, en el Perú durante los últimos años también se ha observado un crecimiento considerable de infraestructuras a base de este material, ya sea en obras de edificaciones, puentes, carreteras, etc. Lo cual se traduce en la mejor oportunidad de vida de su población, a quienes les sirve ya sea de como refugio o vías de comunicación y así interconectarse entre diferentes ciudades. De esta manera, podemos ver la gran importancia que tiene el uso del concreto para el desarrollo de las ciudades. Sin embargo el uso excesivo de este material también tiene su lado negativo, por lo cual con el paso de los años se ha notado en diferentes países los escasos de los recursos naturales para su producción. Sumado a ello la parte del problema de la contaminación ambiental que resulta de la eliminación de manera indebida de este material en su etapa de desuso.

Si bien es cierto que, respecto a ambas problemáticas mencionadas. Cada país ha ido formulando leyes y normas para dar soluciones a estas. Algunos países con una cultura más avanzada como Alemania, Reino unido, Holanda, etc.; han ido obteniendo mejores resultados (Cement Sustainability Initiative, 2009, p. 26). Pero lo mismo no sucede en los países subdesarrollados como es la situación del Perú. Donde se sigue explotando de manera desmedida los recursos naturales para la elaboración del concreto y eliminando los desmontes de las obras en lugares no autorizados como la vía pública, en los ríos y mares; ocasionando daños irreversibles al medio ambiente. Si bien el Perú también cuenta con la Ley 27314, el cual consta de normativas para un control específico de los desechos sólidos, donde una de ellas indica que cada empresa constructora debe avisar al Ministerio de Vivienda que empresas y a que rellenos sanitarios trasladaran los desechos. Claramente esta ley y otras con el mismo carácter no están siendo respetados.

A nivel local, existen seis puntos oficiales de recolección de residuos sólidos en la ciudad de Lima, se encuentran ubicados en Cañete, Ate. Lurín y tres en el Callao, de los cuales lamentablemente ninguno de ellos se dedica a la disposición de residuos provenientes de demoliciones. Al respecto, La Municipalidad del Callao, en el 2012, sugirió otras áreas que podrían convertirse en zonas para recolección de residuos de construcción como por ejemplo desmonte o escombros, pero esta

propuesta aún está en fase de proyecto. Por consiguiente, en la actualidad el 70% de los desmontes que se generan siguen yendo a los ríos y mares, mientras solo el 30% sobrante es destinado a los rellenos sanitarios formales, Lo cual se correlaciona por lo manifestado por los transportistas que fueron consultados sobre esta problemática, quienes indicaron que el método de disposición de residuos en el mercado informal es más económico que los puntos homologados y no requiere mucha documentación. Así mismo, se sabe que, durante más de diez años, un promedio entre cien y ciento cincuenta camiones volquete han venido al Callao para arrojar residuos sólidos al mar sin ningún permiso y sin que nadie pueda detenerlos (León, 2017).

Tal como ocurre en los principales distritos de la capital del Perú, también sucede lo mismo en sus distritos más alejados como es la situación de San Juan de Lurigancho donde a causa de una mala gestión por parte de sus autoridades para hacer cumplir las leyes ya establecidas para tratamiento correcto de los residuos sólidos. La problemática se acrecienta aún peor, cuando a diario se observan en sus calles como se desechan los residuos de concreto y otros materiales provenientes de las obras de rehabilitaciones y mantenimientos viales y domiciliarios, y las autoridades no hacen nada al respecto.

Visto los grandes beneficios que trae el uso correcto y controlado del concreto, contrastándola con el problema que conlleva su uso excesivo y mal manejo al desecharlos. Resulta un tema de interés analizar nuevas opciones respecto a los componentes del concreto para seguir produciéndolas sin acrecentar el uso excesivo de los recursos naturales y a la misma vez reutilizando sus mismos componentes. Esto debido a que en los años venideros de todas maneras se seguirá construyendo y rehabilitando más edificaciones y vías. Tal como viene ocurriendo con los trabajos de mantenimiento vial en la avenida Campoy, San Juan de Lurigancho, donde para fines de este estudio se analizará la posibilidad de reutilizar agregados de concreto reciclado para sustituir los elementos naturales en la construcción de los nuevos pavimentos rígidos.

Formulación del Problema

Problema principal:

¿Cuáles son los efectos en las variables de diseño, del concreto elaborado con áridos reciclados, para el pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019?

Problemas secundarios:

¿Cuáles son los efectos en la resistencia a la flexo-tracción del concreto elaborado con áridos reciclados, para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019?

¿Cuáles son los efectos en el módulo de elasticidad del concreto elaborado con áridos reciclados, para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019?

¿Cuáles son los efectos en el módulo de reacción de la superficie de apoyo elaborado con áridos reciclados, para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019?

Justificación de estudio

Justificación Teórica

El reciclaje del concreto resulta una acción fundamental para lograr un desarrollo sostenible. Por lo que, es importante promover la recuperación y reutilización de estos recursos en aras de minimizar la generación de residuos contaminantes a la naturaleza (Cement Sustainability Initiative, 2009). Por lo tanto, el propósito de este estudio es promover el uso del concreto reciclado como agregado fino y grueso en la construcción de losas de concreto.

Justificación Práctica

Según Borja (2012) esto se da cuando las investigaciones se realizan con el fin de solucionar problemáticas, por lo cual deberán dar respuesta a la pregunta: ¿A qué se debe la importancia de hacer esta investigación? (p.19).

Dando respuesta a la pregunta formulada, resulta importante realizar este trabajo en cuestión; puesto que, al lograr el diseño de un concreto, adicionando áridos de concreto reciclado, que mejora la resistencia del hormigón en la utilización de losas de pavimento rígido de la avenida Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019, es un paso clave en el procesamiento de materiales a partir de residuos de la construcción.

Justificación metodológica

El presente estudio se llevará a cabo de acuerdo al método científico, puesto que se seguirá un método y secuencia con el objeto de contrastar las hipótesis planteadas, también constara de un enfoque cuantitativo debido a que las variables serán medidas de acuerdo a parámetros de las normas correspondientes. Así mismo, tendrá un carácter aplicado, puesto que se buscará el conocimiento con el fin de cambiar un problema real. Por último, también se empleará el diseño experimental propuesto que se manipulará la variable independiente.

Hipótesis

Hipótesis principal:

El empleo de áridos reciclados afecta a las variables de diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019.

Hipótesis secundarias:

El empleo de áridos reciclados afecta a la resistencia a la flexo-tracción del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019.

El empleo de áridos reciclados afecta al módulo de elasticidad del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019.

El empleo de áridos reciclados afecta al módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019.

Objetivos

Objetivo principal:

Identificar los efectos del empleo de áridos reciclados en las variables de diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019.

Objetivos secundarios:

Identificar los efectos, del empleo de áridos reciclados en la resistencia a la flexotracción del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019.

Identificar los efectos del empleo de áridos reciclados en el módulo de elasticidad del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019.

Identificar los efectos del empleo de áridos reciclados en el módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019.

II. MARCO TEÓRICO

En el actual análisis se tendrán como referencia otras investigaciones previas, desarrolladas a nivel internacional y nacional.

En Colombia, Gallo y Posada (2017) según el estudio que lleva como título Diseño de pavimento de hormigón poroso con adición de áridos de hormigón reciclados para la fabricación de modelos. Por lo tanto, se realizaron ensayos de tensión de flexión, tensión de compresión y permeabilización en viga y testigos de diferentes mezclas variando el porcentaje de inclusión de árido reciclado. Este estudio se llevó a cabo utilizando un método experimental interpretativo. En conclusión, el concreto aireado hecho 25% de material reciclado en lugar de agregado natural tuvo una mayor resistencia a la compresión en comparación con el 50% y el 100% de concreto reciclado. Nuevamente, los resultados muestran que el módulo de ruptura es más alto para el concreto hecho solo con agregados naturales.

En Colombia Mora (2016), En su trabajo de investigación titulado Propiedades Mecánicas y de Permeabilidad del concreto Elaborado con Agregados Reciclados. Estudie las diferencias entre el hormigón elaborado con áridos de hormigón y arcilla, comparando principalmente el módulo de elasticidad, la tensión de flexión y las propiedades compresivas del hormigón. Nuevamente, compara propiedades tales como absorbencia, rigidez, peso base, etc. Entre compuestos naturales y recuperados, donde para la mezcla del hormigón 210 kg/cm² con 0% de agregados reciclados se obtuvo una resistencia a la compresión de 266.39 kg/cm² y de 174.13 kg/cm² para la mezcla donde se sustituyó el 25% del natural por el agregado reciclado, siendo este último menor en 92.26 kg/cm². Del mismo modo, para los valores de esfuerzo a la flexión obtuvo un valor de 40.09 kg/cm² para el hormigón con 0% de agregado reciclado y de 30.73 kg/cm² para el hormigón con reemplazo del 25% de áridos naturales por áridos reciclados, siendo este resultado menor en 9.36 kg/cm².

En México Alonso et al. (2015) en la investigación titulada *Concreto Reciclado: Una revisión*. Mencionan los avances de las investigaciones sobre el uso de concreto reciclado. Consideran que la investigación de este material es fundamental para reducir los costes de producción del hormigón y la contaminación ambiental. Así

mismo mencionan que el reciclaje del concreto soluciona los problemas de escasez de los áridos naturales y a su vez ayuda a la conservación de estos recursos. Luego argumentan que el lote y la producción de concreto reciclado deben probarse para la inclusión de otros compuestos que ayuden a mejorar el rendimiento y el costo del concreto. La conclusión de la investigación sobre los materiales reciclados es que aún queda mucho por hacer para producir mezclas de concreto con resultados óptimos. Pero aún es posible lograr concreto de alta resistencia como el concreto de 350 kg/cm, material agregado reciclado si hay una cantidad adecuada de agregado, las condiciones climáticas son reducidas y si se usan aditivos para mejorar los efectos de la mezcla.

En España Laserna (2015) en la investigación titulada *Avances en el comportamiento del hormigón reciclado: Fabricación, propiedades mecánicas y simulación numérica*. El objetivo general es realizar investigaciones para mejorar la dosis y la resistencia mecánica del concreto para convertirlos en un concreto regular. El método es cuasi - experimental que se utilizó en el proceso de desarrollo de este estudio. Como uno de los principales resultados, es el valor de la resistencia a la compresión que se mantuvo casi sin cambios menos de 50 % del agregado natural fue reemplazado por agregado reciclado. Comparando la resistencia de los dos hormigones se concluyó que el porcentaje de agua disponible en la mezcla con árido reciclado debe de calcularse a la mayor presión posible para que el cemento tenga la hidratación suficiente durante el proceso de amasado y resultados similares. Se puede lograr en términos de consistencia de la mezcla y buena resistencia del concreto. De igual manera, se recomienda tener mayor cuidado en el cálculo del porcentaje de humedad del árido reciclado al momento de diseñar las mezclas.

En Colombia Guacaneme (2015) en su estudio denominado *Ventajas y usos de los concretos reciclados*. Demostro los avance en la implementacion de normas y leyes para el uso de concreto reciclado en varios países en un esfuerzo por promover su adecuado manejo y uso para reducir la contaminación ambiental. De esta forma, para aprovechar mejor el hormigón reciclado, Guacaneme cita a Domingo et al (2007) quienes realizaron pruebas en concreto con la adición de 20%, 50%, y 100% de agregado reciclado, provenientes de hormigones desechos. El principal

resultado es que la tensión de compresión del hormigón con un 20 % de árido reciclable es comparable a la tensión de compresión del hormigón convencional. También en cuanto a la resistencia a la flexión, mencionó que la resistencia a la flexión del hormigón reciclado es generalmente inferior a la del hormigón convencional, pero las diferencias no suelen ser superiores al 10%. Por otro lado, Guacaneme cita a la Federal Highway Administration (2004) que establece que el uso de agregados reciclados en la base mejora la respuesta estructural de la capa antes las cargas del tráfico vehicular, alargando así la vida útil del pavimento.

Aguilar (2019) según el estudio titulado *Variación de la resistencia a la compresión de un concreto compactado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al usar agregado grueso reciclado*. Realizó comparaciones entre los cambios en los valores de los esfuerzos a la compresión del hormigón con dosificaciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de áridos gruesos reciclados en reemplazo de áridos gruesos naturales. Utilizar métodos experimentales, métodos cuantitativos, niveles descriptivos y tipos de aplicaciones. El principal resultado fue que el esfuerzo de compresión promedio para el reemplazo de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% fue de 217.11, 230.22, 220.29, 200.52 y 193.27 Kg/cm^2 , respectivamente. Se concluyó que el esfuerzo de compresión del concreto con 25%, y 50% de agregado grueso natural reemplazado por agregado grueso reciclado aumentó en 6.04% y 1.47% respectivamente, en comparación con el concreto estándar con 0% de agregado grueso reciclado. Cuando se reemplazó el 75% y el 1.00% de agregado natural por agregado grueso reciclado se modificó la tensión de compresión del concreto y se redujo la resistencia en 7.64% y 10.98% respectivamente en comparación con el concreto estándar.

Meléndez (2016) en su estudio que lleva como denominación *Utilización del concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en la ciudad de Huaraz-2016*. Realizó una comparación de los esfuerzos a la compresión entre un hormigón hecho con áridos naturales y otro producido con áridos reciclados. De igual manera el objetivo principal fue utilizar agregado reciclado de concreto reciclado para preparar un diseño de mezcla de concreto de 210 Kg/cm^2 al final concluí con agregados reciclados tiene menor resistencia eléctrica que el concreto elaborado con agregado natural.

Contreras y Herrera (2015) En su obra "Mejoramiento del agregado obtenido de la construcción de piedra triturada para los cimientos y bases de la estructura de pavimento de Nuevo Chimbote- Santa - Ancash. Buscando utilizarlos como base de mezclas de residuos de construcción con árido natural (tierra de cantera) (árido reciclado - árido natural) 50%- 50%, 60% - 40% y 75% - 25% y material base. Este estudio se realizó utilizando métodos experimentales. Usando agregados naturales con CBR de 120.82% y agregado natural con 60.67% se obtuvo 115.62%, 113.97% al 50%- 50%, 60% - 40% y 75% - 25% y 86.72% de los resultados de CBR. Se concluye que tres combinaciones de agregado reciclado y agregado natural tuvieron los mejores valores para su uso como material base y subrasante. Sin embargo, de las tres combinaciones, la combinación con 50% de agregado reciclado y 50% de agregado natural se desempeñó mejor.

Jordán y Viera (2014) en su estudio titulado, estudiando la resistencia del hormigón reciclado como material. Menciona la importancia de reutilizar, los concretos desechos provenientes de las obras, para la elaboración de nuevos concretos con porcentajes idóneos de estos, que les permita cumplir con la propiedad física y mecánica de un concreto estándar. Con la aplicación de distintas dosificaciones bajo métodos experimentales, obtuvo como resultado una dosificación idónea para el empleo de los áridos reciclados en la producción de un concreto amigable el medio ambiente, así como estructuralmente funcional.

Asencio (2014) realizó la investigación titulada *Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$* . Planteo una dosificación para un hormigón 210 Kg/cm^2 empleando como agregados, áridos naturales y reciclados para luego comparar los resultados de los esfuerzos a la compresión. De las cuales, concluyo que los esfuerzos a la compresión del hormigón 210 Kg/cm^2 producido con áridos reciclados resultaron ser menores a la del hormigón producido con áridos naturales.

El hormigón reciclado se entiende como los agregados, que pueden ser de material granular, gruesos o finos. Las cuales se obtienen luego de procesar los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) son de plantas especializadas (Alvarez, 2012, p. 3).

Los representantes de la Cement Sustainability Initiative (2009, p. 27) sostienen que, el concreto reciclado proveniente de la trituración de los RCD puede emplearse como material granular para sub bases, bases viales y como agregado grueso para el diseño de nuevos concretos.

El material granular para sub bases, principalmente deben cumplir los requisitos de granulometría y los valores de California Bearing Ratio (CBR) recomendados según el tráfico de los ejes equivalentes (Ministerio de Transporte y comunicaciones (MTC), 2013, p. 370).

Para la granulometría los miembros del MTC (2013, p. 370) clasifican a los agregados gruesos como aquellos que no pasan la malla N⁴ y a los agregados finos como aquellos que si pasan la malla N⁴. Además, mencionan que estos materiales pueden ser de distintas procedencias, es decir pueden ser agregado natural, procesado o la mezcla de ambos.

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")		75-95	100	100
9,5 mm. ($\frac{3}{8}$ ")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Figura 1. Requerimientos granulométricos para base granular.

Fuente: MTC, 2013, p. 370

Respecto a los valores del California Bearing Ratio (CBR) para las sub bases viales los miembros del MTC (2014, p. 231), de acuerdo a la intensidad de tráfico expresado en Ejes Equivalentes (EE), recomiendan los siguientes CBR mínimos.

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 % (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60 % (1)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" (2.5mm)

Figura 2. Requerimientos del CBR para sub bases granulares según la intensidad de tráfico.

Fuente: MTC, 2014, p. 231

Para los agregados gruesos reciclados, Morales, Zamorano, Ruiz y Valverde (2011) sostienen que, para el análisis de sus propiedades, las naciones que todavía no tienen una normativa para este el uso de estos agregados, se rigen principalmente en cumplir con las normativas de caracterización de los agregados naturales. Donde los principales parámetros son la granulometría, los pesos unitarios compactados y sueltos, los pesos específicos, los porcentajes de humedad, los porcentajes de absorción y la abrasión a la máquina de los ángeles.

La granulometría según Toirac (2012, p. 297) vienen a ser las cantidades de material granular calculadas en porcentajes de acuerdo a las dimensiones de la muestra. Donde además la masa considerada es el material seco retenido y pasante en los tamices colocados en orden de mayor a menor tamaño. Para la determinación de estas características, los miembros del MTC (2016, p. 303), recomiendan el ensayo MTC E-204.

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

Figura 3. Cantidades para las muestras de ensayo de los agregados gruesos.

Fuente: MTC, 2016, p. 304

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100mm (4 pulg)	90mm (3 1/2 pulg)	75mm (3 pulg)	63mm (2 1/2 pulg)	50mm (2 pulg)	37,5mm (1 1/2 pulg)	25,0mm (1 pulg)	19,0mm (3/4 pulg)	12,5mm (1/2 pulg)	9,50mm (3/8 pulg)	4,75mm (N° 4)	2,36mm (N° 8)	1,18mm (N° 16)	4,75µm (N° 50)
1	90mm a 37,5mm (3 1/2 a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100	----	25 a 60	----	0 a 15	----	0 a 15	----	----	----	----	----	
2	63mm a 37,5mm (2 1/2 a 1 1/2 pulg)	----	----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	----	0 a 15	----	----	----	----	----	
3	50mm a 25mm (2 a 1 pulg)	----	----	----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	----	0 a 5	----	----	----	----	
357	50mm a 4,75mm (2 pulg a N°4)	----	----	----	100	95 a 100	----	35 a 70	----	0 a 30	----	0 a 5	----	----	
4	37,5mm a 19,0mm (1 1/2 a 3/4 pulg)	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	----	0 a 5	----	----	----	
467	37,5mm a 4,75mm (1 1/2 pulg a N°4)	----	----	----	----	100	95 a 100	----	35 a 70	----	10 a 30	0 a 5	----	----	
5	25,0mm a 12,5mm (1 a 1/2 pulg.)	----	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	----	----	----	
56	25,0mm a 9,5mm (1 a 3/8 pulg.)	----	----	----	----	----	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	----	----	
57	25,0mm a 4,75mm (1 pulg a N°4)	----	----	----	----	----	100	95 a 100	----	25 a 60	----	0 a 10	0 a 5	----	
6	19,0mm a 9,5mm (3/4 a 3/4 pulg.)	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	----	----	
67	19,0mm a 4,75mm (3/4 pulg a N°4)	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	----	20 a 55	0 a 10	0 a 5	----	
7	12,5mm a 4,75mm (1/2 pulg a N°4)	----	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	----	
8	9,5mm a 2,36mm (3/8 pulg a N°8)	----	----	----	----	----	----	----	----	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9,5mm a 1,18mm (3/8 pulg a N°16)	----	----	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 35	5 a 30	0 a 10	
9	4,75mm a 1,18mm (N°4 a N°16)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

Figura 4. Límites granulométricos de los Agregados Gruesos.

Fuente: NTP 400. 037, 2018

Los porcentajes de absorción y los pesos específicos, según los miembros del MTC (2016, p. 312), vienen a ser aquellos parámetros del agregado grueso, cuyos cálculos se realizan en base al ensayo MTC E-206. Para lo cual, primeramente, se extrae una muestra de patrón, la misma que seguidamente se sumergida en el agua por el lapso de un día con el fin de que se saturen los poros de la muestra. Luego del sacar la muestra del agua se limpia la muestra de manera superficial para colocarla en el horno. En cada uno de los estados a las que se somete la muestra es muy importante ir pensándola para luego realizar los cálculos correspondientes.

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo Kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 ½)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 ½)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 ½)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

Figura 5. Pesos de las muestras para los ensayos de los pesos específicos y porcentajes de absorción.

Fuente: MTC, 2016, p. 313

El porcentaje de humedad, es la característica del agregado grueso cuyo cálculo se realiza por medio del ensayo de la NTP 339.185 (2013). Según la cual, como primer paso, se debe pesar una muestra igual a 3000gr., conservando la humedad natural de esta. Como segundo paso, se coloca la muestra en el horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ para el proceso de secado. Como tercer paso, se procede a pesar la muestra secada. Y como último paso, se pasa a calcular el contenido de humedad con los valores obtenidos en los pasos anteriores.

Los pesos unitarios compactados y sueltos son las propiedades de los áridos gruesos utilizados para el proceso de dosificación del hormigón, en función al

volumen. Y para el caso de la combinación de varios tipos de agregados en la dosificación de un hormigón, el cálculo de esta propiedad resulta aún más relevante, debido a que los valores del peso y volumen de los agregados influyen directamente en el cálculo de la dosificación de las mezclas de hormigón. Los valores de estas propiedades de acuerdo a los miembros del MTC (2016, p. 298), se deben determinar por medio del ensayo MTC E-203.

La abrasión a la máquina de los ángeles es la propiedad de los áridos que permite determinar su resistencia mecánica. Así mismo, según Braja (2014, p. 34) el análisis de esta característica consiste en calcular la capacidad de los materiales a soportar las pruebas de degradación, desgaste y abrasión en la máquina empleada para estos ensayos. La cual según los miembros del MTC (2016, p. 315), corresponde al del MTC E-207.

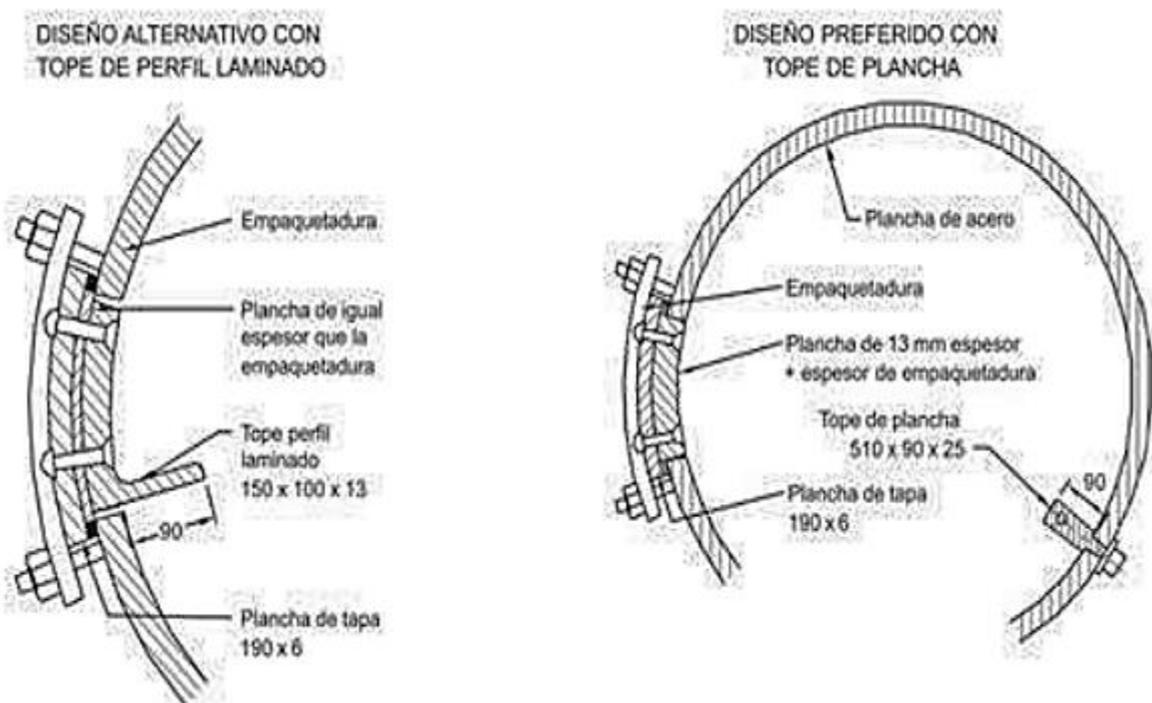


Figura 6. Máquina de ensayo de Abrasión los Ángeles.

Fuente: MTC, 2016, p. 318

Por otra parte, respecto al diseño del concreto, Rivva (1992, p. 14, 52) sostiene que, consiste en seleccionar los materiales de tal manera que se obtenga una

mezcla eficiente y económica. Así mismo, para su elaboración menciona que, resulta fundamental que se proporcione adecuadamente los materiales con el fin de lograr las propiedades del concreto especificado. Para ello, propone que los cálculos se realicen se acuerdo a los siguientes pasos: esfuerzos requeridos, cantidades de aire atrapado, revenimientos, cantidades de agua, proporción a/c por esfuerzo, cantidades de cemento, cantidades de áridos gruesos y finos y en caso se requiera incorporar algunos aditivos.

Antes de pasar a ver los pasos para el diseño del concreto primeramente definiremos que viene a ser concreto y los materiales que la componen.

El concreto según Niño (2010, p.1) es el material resultante de la combinación de áridos de gruesos, áridos finos, el agua con o sin la inclusión de aditivos y el material cementante, que en su estado endurecido luego de unas semanas son capaces de resistir esfuerzos.

Los áridos finos son aquellos materiales granulares que se obtienen luego de desintegrar las rocas ya sea por vía natural o artificial hasta que estos tengan un tamaño capaz de pasar por el tamiz con orificios de 3/8" (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento(MVCS), 2017, p. 451). De igual manera, los materiales están obligados a satisfacer los estándares granulométricos normados según el ASTM C33 (Zárate, Salazar y Tena, 2015, p. 173).

Denominación de la malla	Porcentaje que pasa, en peso
$\frac{3}{8}$ " (9.52 mm)	100
No. 4 (4.75 mm)	95 - 100
No. 8 (2.36 mm)	80 - 100
No. 16 (1.18 mm)	50 - 85
No. 30 (0.60 mm)	25 - 60
No. 50 (0.30 mm)	10 - 30
No. 100 (0.15 mm)	2 - 10

Figura 7. Distribuciones granulométricas para el cálculo de los áridos delicados.

Fuente: Zárate et al., p. 173

Se definen los áridos gruesos como los materiales granulares que se obtienen luego de desintegrar los materiales pétreos de grandes dimensiones hasta que

tengan un tamaño menor pero que a su vez no pasen por la malla del tamiz N°4 (MVCS, 2017, p. 451). De igual manera, estos materiales deben satisfacer los estándares granulométricos normados la NTP 400. 037. Así mismo, para fines de su empleo en la construcción de pavimentos de concreto, los miembros del MTC (2013, p. 806) recomiendan que su máximo tamaño nominal no sea superior a la tercera parte del espesor de la capeta de rodadura de concreto.

El principal componente del concreto es el agua cuyo empleo permite obtener el material aglutinante al mezclarse con el cemento (Niño, 2010, p.3). Además, debido a su alta influencia en las propiedades del concreto estas deben estar libre de impurezas y en el caso de usar o combinar agua de distintas fuentes previamente se verificará mediante ensayos si cumplen con los estándares de calidad requeridos. (MTC, 2013, p. 802).

Ensayo	Límites	Método de ensayo
pH	5.5 – 8.5	NTP 339.073
Resistencia a compresión, mínimo, % del control a 7 días ^A .	90	NTP 339.034
Tiempo de fraguado, desviación respecto al control, horas: minutos ^A .	De 1 h más temprano a 1,5 h más tarde	NTP 339.082

Figura 8. Requisitos de calidad del agua para la mezcla de concreto.

Fuente: MTC, 2013, p. 802

Los aditivos, de acuerdo a Rivva (1992, p. 26), se define como un material diferente a las demás componentes de la mezcla del hormigón y que se agrega a este al inicio o en el transcurso de la combinación de los materiales con el objetivo de variar algunos de sus propiedades de acuerdo a las especificaciones requeridas.

El material cementante es uno de los compuestos más importantes del hormigón y según Kent, Merritt y Ricketts (1992, p. 122) en el campo de la construcción se entiende como todo aquel agente que al mezclarse con agua u otro líquido permite obtener una pasta aglomerante con la capacidad de endurecer. Dentro del grupo

de agentes con esta capacidad uno de los más empleados, dentro del campo de la construcción de pavimentos de concreto, es el Cemento Portland, el cual se obtiene de la combinación del Clinker en el polvo con sulfato de calcio donde dependiendo de algunas variaciones esta se obtienen diferentes tipos, las mismas que están normalizadas y clasificadas de acuerdo a las especificaciones del ASTM C150.

Tipo	Descripción	Opciones
I	Normal	BA
IA	Normal, con inductor de aire	BA
II	De resistencia moderada a los sulfatos	MH, BA
IIA	De resistencia moderada a los sulfatos, con inductor de aire	MH, BA
III	De alta resistencia a edad temprana	MS, AS, BA
IIIA	De alta resistencia a edad temprana, con inductor de aire	AS, BA
IV	De bajo calor de hidratación	BA
V	De resistencia elevada a los sulfatos	BA, EXP

BA: Bajo contenido de álcalis ($\leq 0.60\%$ como Na_2O)
 MH: Requisitos alternativos para un moderado calor de hidratación: 70 cal/g máximo a 7 días, o $\text{C}_3\text{S} + \text{C}_3\text{A} \leq 58\%$.
 MS: Resistencia moderada a los sulfatos: $\text{C}_3\text{A} \leq 8\%$
 AS: Resistencia alta a los sulfatos: $\text{C}_3\text{A} \leq 5\%$
 EXP: Requisitos opcionales para lograr una alta resistencia a los sulfatos. Expansión $\leq 0.040\%$ en ensaye sobre mortero (prueba ASTM C 452, a los 14 días).

Figura 9. Tipos de cementos Portland.

Fuente: Zárate et al., p. 174

El diseño de concreto se puede llevar a cabo por varios métodos, pero para fines de este estudio se seleccionó la mitología del ACI Committee 211 (1998). Puesto que, su procedimiento se adecua mejor al reemplazar las propiedades de los agregados reciclados; para los cuales las investigaciones realizadas en Reino Unido, Estados Unidos y Australia indican que, pueden reemplazar eficientemente a los agregados gruesos naturales en cantidades de diez, veinte y treinta por ciento, respectivamente en cada nación. (Cement Sustainability Initiative, 2009, p. 27).

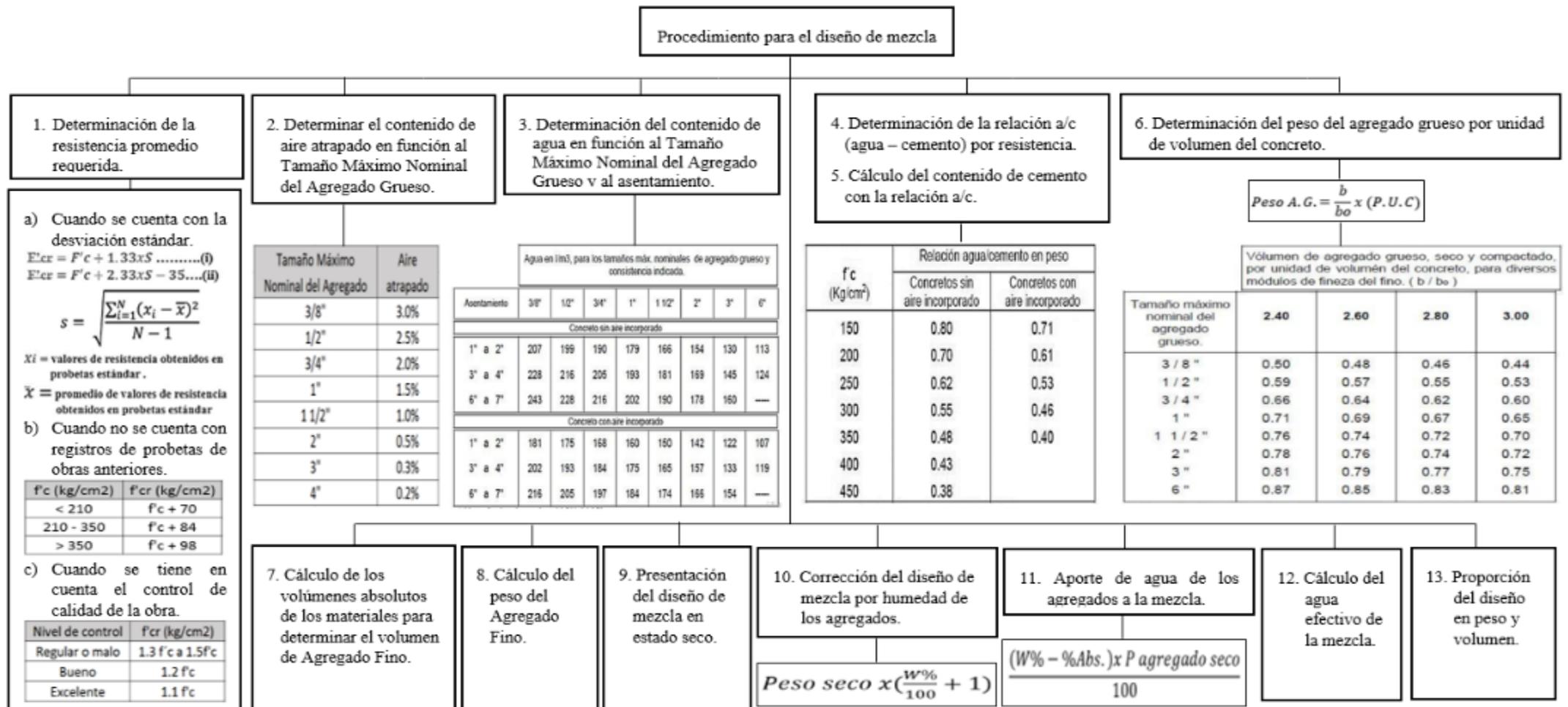


Figura 10. Procedimientos para los diseños de mezcla.

Fuente: Aguilar y Pérez, 2019, p. 26

Por otra parte, antes de pasar a describir las variables del diseño del pavimento rígido, definiremos al pavimento y sus componentes.

El pavimento es un paquete de estructuras cuya construcción se lleva a cabo encima de la capa del camino llamada sub rasante. Este paquete debe ser capaz de distribuir y soportar las cargas generadas por el tránsito vehicular. Estos pavimentos de acuerdo a los miembros del MTC (2014, p. 21) pueden ser del tipo flexible, semirrígido y rígido. De las cuales para fines de esta investigación se estudiará a mayor detalle este último.

El pavimento rígido de acuerdo Rondón y Reyes (2015) viene a ser un paquete de estructuras conformada por la sub rasante, las bases y la losa de hormigón. Dentro de estos pavimentos existen tres que son las más comunes, las cuales son las reforzadas de manera continua, las que poseen refuerzo de juntas y los que no llevan refuerzo de juntas. De este grupo, la que se empleara en el desarrollo de este estudio es las estructuras con refuerzos de juntas.

Los pavimentos a base de hormigón según los miembros de MTC (2014, p. 224), también son denominados “rígidos” dado que tiene como uno de sus principales componentes a la losa de hormigón (capa de rodadura). Motivo por el cual, en los proyectos de construcción se enfocan más en el diseño de la losa. Pero a fin de seguir un adecuado proceso constructivo también se debe tener en cuenta una adecuada conformación de los demás componentes.

Dentro de los componentes del pavimento rígido; en primer lugar, se encuentra la sub rasante, la cual conforma la parte superficial del terreno de fundación, este debe encargarse de resistir las cargas del paquete de estructuras del pavimento y las cargas ocasionadas por el tránsito; motivo por el cual, debe estar conformadas por materiales granulares óptimos para ser compactadas hasta alcanzar un estado confortable. En segundo lugar, se encuentra subbase, capa colocada entre la subrasante y la base, donde debe resistir las cargas de las capas superiores; motivo por el cual, deben constituirse por material granular con CBR mínimo del 40% y con capacidad de drenar y controlar la capilaridad del agua. En tercer lugar, se encuentra la base, capa colocada entre la subbase y la losa de hormigón, donde se encarga de la distribución, transmisión y contención de las cargas que vienen de la

capa de rodadura. Por lo mismo, que deben constituirse por material granular con CBR mínimo del 80% y con la capacidad de drenar el agua. Por último, encontramos a la capa de rodadura, la cual viene a ser la parte superficial del pavimento; por lo que, debe resistir de manera directa las cargas producidas por el tránsito vehicular. Función por el cual, deben conformarse por materiales capaces de soportar esfuerzos y los efectos de desgaste ocasionado por el medio ambiente. (MTC, 2014, p. 21).

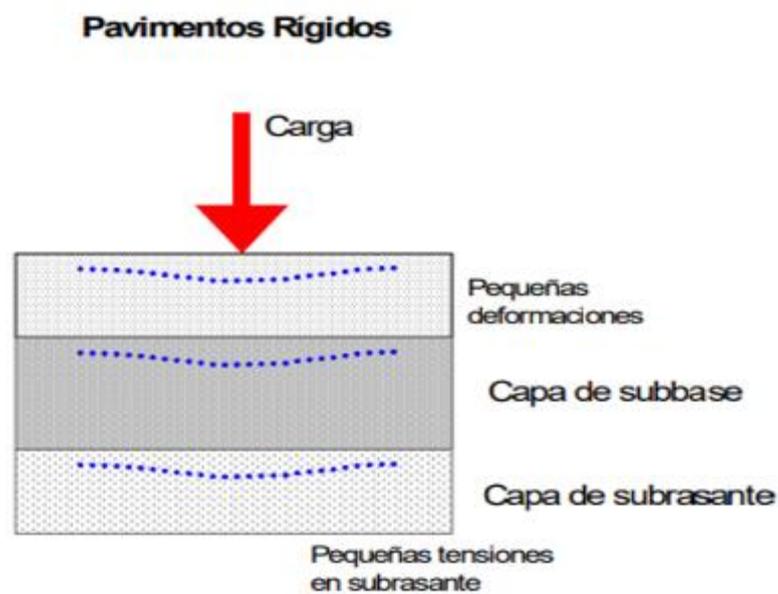


Figura 11. Representación del comportamiento de los pavimentos rígidos.

Fuente: Coronado, 2002, Capítulo 5, p.1

Pasando propiamente al diseño de pavimento rígido, de acuerdo al método de diseño AASHTO 1993 para implementar esto, hay tres parámetros principales, a saber, el tráfico vehicular, la resistencia del concreto y las propiedades del terreno de apoyo, de los cuales se derivan otras variables para determinar las dimensiones del espesor de la capa de la estructura (Rondón y Reyes, 2015, p. 232).

Ecuación de diseño AASHTO 1993

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_{dc} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Variables de diseño del pavimento rígido

- $W_{8,2}$ = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño
- Z_R = desviación normal estándar
- S_o = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_t = índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)
- C_d = coeficiente de drenaje
- J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas
- E_c = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- K = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

De acuerdo a los miembros del MTC (2014, p.225), durante el proceso del diseño del pavimento rígido, en las variables donde interviene el uso del concreto y donde se pueden usar agregados de concreto reciclado se reflejan en la resistencia del concreto, el módulo de elasticidad del concreto y los valores del módulo de reacción de la superficie de la losa.

El esfuerzo a la flexo-tracción, viene a ser una de las principales propiedades mecánicas del concreto en su estado endurecido (Niño, 2010, p.125). Para su determinación se sugiere el ensayo MTC E-709, la cual consiste en elaborar dos vigas para que luego de los 28 días sean sometidas a cargas en los tercios de su longitud haciéndola fallar en su tercio central. Del mismo modo, esta resistencia se deriva de la resistencia a la compresión del hormigón según la correlación ACI 363 (MTC, 2014, p. 231).

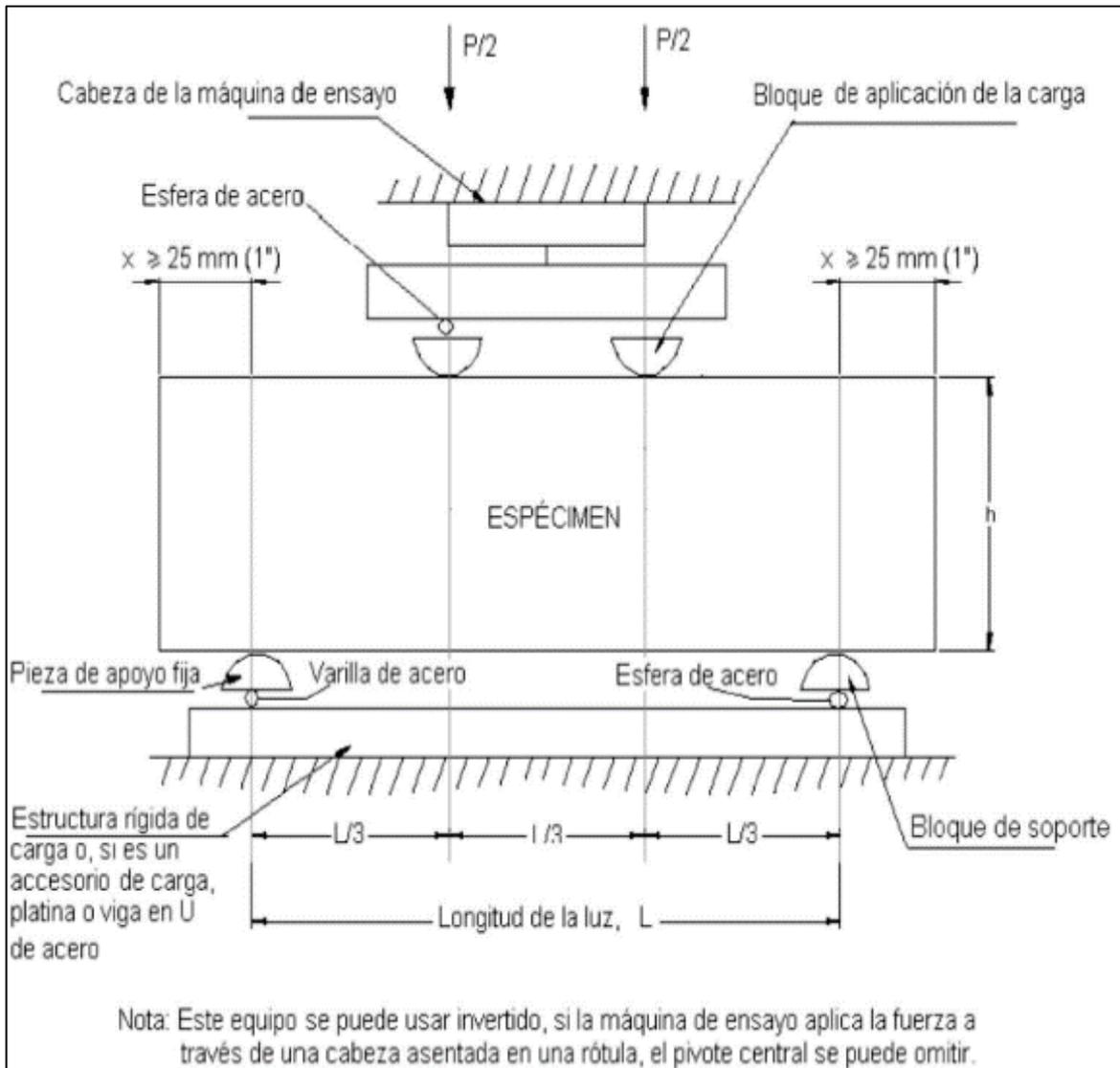


Figura 12. Representación del equipo para el ensayo del esfuerzo a la flexión.

Fuente: MTC, 2016, p. 824

Correlación entre el esfuerzo a la flexión y el esfuerzo a la compresión según el ACI 363.

$$Mr = a\sqrt{f'c} \quad ; \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Donde los valores de "a" se encuentran entre 1.99 y 3.18

El módulo de elasticidad del concreto, según Morales (2014, p. 7) son las relaciones que se generan entre los esfuerzos y deformaciones unitarias axiales al someter al concreto a esfuerzos de compresiones dentro del rango que este se comporte elásticamente.



Figura 13. Representación de los especímenes cilíndricos durante el proceso de cálculo del módulo de elasticidad.

Fuente: Morales, 2014, p. 7

Por su parte los miembros del MTC (2014, p. 231), sostienen que los valores del módulo elástico también se pueden obtener de manera indirecta a partir de los valores del esfuerzo a la compresión usando la correlación sugerida por el ACI.

$$E_c = 57,000 \times \sqrt{f'_c} \quad ; \quad (f'_c \text{ en PSI})$$

Rangos de tráfico pesado expresado en EE	Resistencia a la flexo tracción del concreto (Kg/cm ²)	Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto (F'c) kg/cm ²
< 5'000,00	40	280
> 5'000,00	42	300
< 15'000,00		
> 15'000,00	45	350

Figura 14. Recomendaciones para la resistencia del concreto según el tráfico.

Fuente: MTC, 2014, p.231

El esfuerzo a la compresión, de acuerdo a Osorio (2019) viene a ser la facultad de un material de soportar cargas por cada unidad de área. Además, según Niño (2010, p. 124) viene a ser una de características mecánicas más relevantes del hormigón, debido a que es la más fácil de determinar y también por que la mayoría de estructuras se diseñan bajo sus parámetros. Para calcularla los miembros del MTC (2016, p. 789) recomiendan el ensayo MTC E-704, donde se elaboran cierta cantidad de probetas de dimensiones cilíndricas dependiendo las especificaciones requeridas para que luego de 28 días de su proceso de curado sean sometidos al esfuerzo de cargas en dirección axial en sus caras planas.

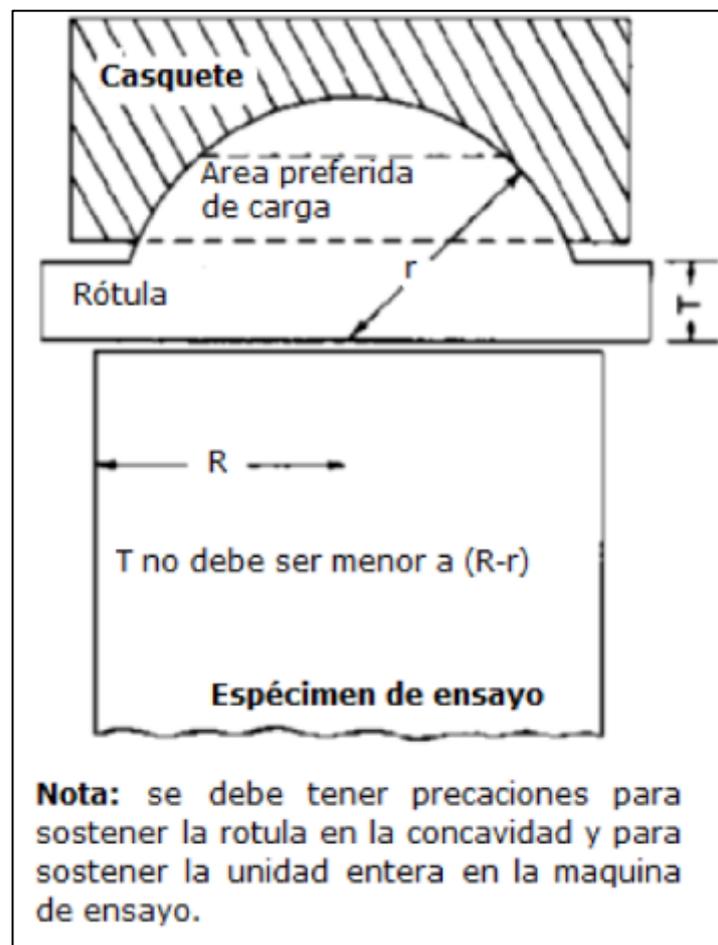
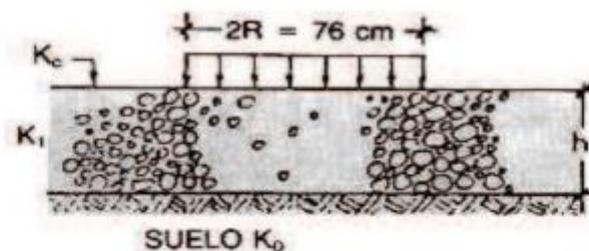


Figura 15. Representación del equipo para el ensayo del esfuerzo a la compresión.

Fuente: MTC, 2016, p.793

El módulo de reacción de la superficie de apoyo, es el parámetro que ayuda a determinar el tipo de estructura de apoyo que tendrá la carpeta de rodadura. Ya que en un primer lugar se plantea que esta debe ir sobre una subrasante, pero si este resulta ser un material granular pobre con CBR igual o menor a 6% se plantea el uso de capas granulares intermedias tratadas o mejoradas mediante la estabilización química, mecánica, con geo sintéticos o con otros materiales granulares aptos para el empleo en capas de subbases y bases viales y que a su vez resulten las más eficientes en el aspecto técnico y económico. De esta manera, la presencia de las capas intermedias, ya sea base o subbase garantiza la obtención de un material con CBR superior al 6% y a su vez posibilita el incremento del coeficiente de reacción de diseño; lo cual influirá en la obtención de carpetas de rodadura con menor espesor (MTC, 2014, p.229, 230).

Cada una de las mejoras en los valores de reacción en las capas de apoyo se relaciona mediante una ecuación, la cual resulta en la obtención del módulo de reacción combinado (K_c).



$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- K_1 (kg/cm^3) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
- K_C (kg/cm^3) : Coeficiente de reacción combinado
- K_0 (kg/cm^3) : Coeficiente de reacción de la subrasante
- h : Espesor de la subbase granular

Figura 16. Ecuación para determinar el módulo de reacción combinada.

Fuente: MTC, 2014, p. 230

III. METODOLOGÍA

En este estudio se utilizó la metodología científica, la cual se basa en un grupo de estrategias y procedimientos formuladas de manera secuencial y metódica con el objetivo de verificar de manera empírica las hipótesis planteadas a partir de un hecho real. Reforzando esta definición es oportuno recalcar que las deducciones que se obtienen a partir de este método deben tomarse como una verdad complementaria y no absoluta (Borja, 2012, p.31).

Respecto al enfoque, este trabajo se realizó con el del tipo cuantitativo, que según Baptista, Fernández y Hernández (2014, p. 4) consiste en recaudar los datos para plantear las hipótesis y luego probarlas analizando los resultados estadísticamente con el objetivo final de probar las teorías y plasmar patrones de comportamientos.

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, la cual principalmente busca identificar, crear, actuar y cambiar algunos hechos reales de los factores que causan el problema sin buscar el desarrollo de nuevos conocimientos de carácter global (Borja, 2012, p. 10).

Respecto al diseño, se desarrollará por medio del diseño experimental, ya que este tipo de investigación permite la manipulación de variables independientes para sustentar la hipótesis propuesta al determinar las relaciones de causa y efecto entre los hechos analizados (Borja, 2012, p. 15).

Los diseños experimentales se clasifican en tres tipos, teniendo así: los pre - experimentos, experimentos puros y los cuasi – experimentos (Borja, 2012, p.28). Dentro de este grupo esta investigación se corresponde con las de tipo cuasi – experimental, la cual según Borja guardan cierta similitud con los experimentos del tipo puro. Diferenciándose de estos en la antología de los grupos de estudio, adonde para el caso de los cuasi – experimentos estos se delimitan previo al estudio; mientras que, en el caso de los experimentos del tipo puro, estos son escogidos al azar.

3.2. Variables y operacionalización

Las variables pueden ser atributos, características y cualidades o propiedades que pueden estar o no presentes en los objetos de estudio analizados. Además, las variables también deben tener la propiedad de ser medible y observable directa e indirectamente (Borja, 2012, p. 23). Para el caso de esta investigación tenemos como variable independiente al concreto reciclado y como dependiente a las variables de diseño del pavimento rígido.

La operacionalización consiste en explicar cómo se ejecutará la medición de las variables planteadas en las hipótesis, y para ello estos deberán de descomponerse en indicadores capaces de ser medibles (Borja, 2012, p. 24).

Tabla 1. Clasificación operacional de la variable concreto reciclado.

DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Material granular para sub bases	Granulometría	Razón
	California Bearing Ratio (CBR)	Razón
Agregado grueso reciclado para concreto	Granulometría	Razón
	Peso específico	Razón
	Porcentaje de absorción	Razón
	Porcentaje de humedad	Razón
	Peso unitario suelto	Razón
	Peso unitario compactado	Razón
	Abrasión en la máquina de los Ángeles	Razón
Diseño de Concreto	Resistencia requerida	Razón
	Contenido de aire atrapado	Razón
	Asentamiento (Slump)	Razón
	Contenido de agua	Razón
	Relación a/c por resistencia	Razón
	Contenido de cemento	Razón
	Contenido de agregado grueso natural	Razón
	Contenido de agregado grueso reciclado	Razón
	Contenido de agregado fino	Razón

Fuente: Inherente

Tabla 2. Clasificación operacional de la variable de diseño del pavimento rígido.

DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Resistencia a la flexo-tracción del concreto	Esfuerzo a flexo tracción	Razón
	Correlación del ACI 363	Razón
Módulo de elasticidad del concreto	Resistencia a la compresión	Razón
	Correlación recomendada del ACI	Razón
Módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa	Módulo de reacción de la subrasante	Razón
	Módulo de reacción de la sub base granular	Razón
	Módulo de reacción compuesta	Razón

Fuente: Inherente

3.3. Población, muestra y muestreo

Según Borja (2012, p. 30), la población se comprende como un grupo de elementos o sujetos que se seleccionan para ser analizados. Para el presente trabajo de investigación la población tendrá una extensión de 3.20 Km, que será comprendida por un tramo del pavimento rígido de la Av. Campoy, empezado desde la Av. Gran Chimú correspondiente a la progresiva 0+000 hasta el puente Huaycoloro con progresiva 3+200.



Figura 17. Tramo de la población en la avenida Campoy – S.J.L.

Fuente: Google Maps, 2019

Respecto a la muestra, Baptista et al. (2014, p. 173), sostienen que es un subgrupo del grupo poblacional en estudio, este subgrupo representa la muestra más importante de la población y debe seleccionarse cuidadosamente para recopilar los datos de la investigación.

En la presente investigación, para el estudio de la muestra se tomará 1km de la Av. Campoy, comprendida entre la Av. Calle 8 correspondiente a la progresiva 2+200 hasta el Puente Huaycoloro con progresiva 3+200.

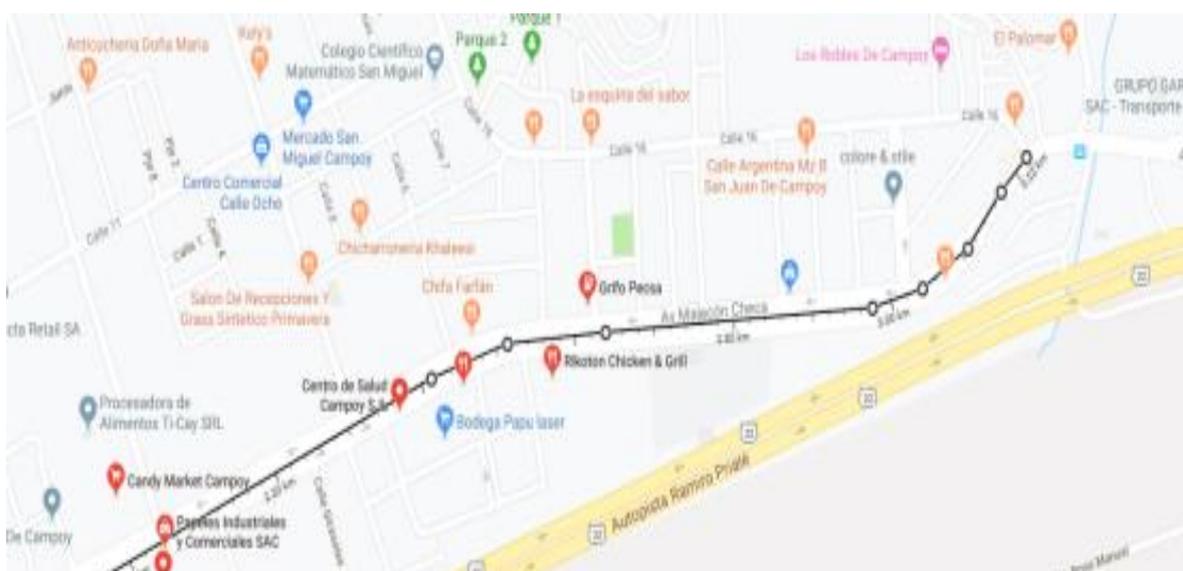


Figura 18. Tramo de la muestra en la avenida Campoy – S.J.L.

Fuente: Google Maps, 2019

En cuanto al muestreo se empleará el del tipo no probabilístico; ya que, en este según Borja (2012, p.32) a comparación del muestreo con probabilidades la selección de la muestra no está sujeto a la probabilidad sino a la cordura de los indagadores.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

De acuerdo a Sánchez y Reyes (2015, p. 163), la técnica consiste en una serie de mecanismos, las cuales sirven para recolectar información de los fenómenos o hechos planteados en la investigación.

Por su parte, Borja (2012, p. 33) sostiene que la información se puede recolectar por medio de diferentes técnicas, las cuales se complementan entre sí. Tenemos

así las técnicas basadas en las pruebas estándar, en las encuestas, entrevistas y observaciones. Donde este último, se tomará en cuenta para el desarrollo de esta investigación, debido a que se corresponden de manera más adecuada con las investigaciones cuasi – experimentales.

En cuanto a los instrumentos, Sánchez y Reyes (2015, p. 166), sostienen que son un conjunto de herramientas que sirven para recolectar los datos del objeto de estudio. Donde su selección dependerá del tipo de técnica a emplear.

Por su lado, Borja (2012, p. 33) hace mención que, en los estudios de carácter ingenieril, los datos deben recolectarse en formatos adecuados, según las normas de cada tipo de ensayo.

Respecto a la validez que deben tener los instrumentos, Baptista et al. (2014, p. 200), explica que consiste determinar el grado de coherencia e intencionalidad con el que fueron seleccionadas, para dar con la veracidad de las variables a evaluar. En tal sentido, previo al desarrollo de este trabajo cada uno de los formatos de laboratorio y estudios de campo se someterá al juicio de expertos.

Para la confiabilidad de los instrumentos, Baptista et al. (2014, p. 200), sostiene que es el grado de coherencia con el que un instrumento brinda los resultados.

En el presente estudio la coherencia de los formatos seleccionados estará sujeto al criterio de evaluación de los docentes del área a de investigación y a los ingenieros expertos en la carrera. Además, el estudio se llevará a cabo utilizando herramientas probadas que aseguren datos precisos, eliminando así los errores de recopilación de datos.

3.5. Procedimientos

Para llevar a cabo este estudio se utilizó la metodología científica, con un enfoque cuantificable del tipo aplicativo con diseño cuasi – experimental. En la que, la población involucrada corresponde al tramo de la Av. Campoy, entre la Av. Gran Chimú y el Puente Huaycoloro. Los cuales se seleccionó como grupo muestral para ser estudiado, 1km del tramo de la vía entre la Av. Calle 8 correspondiente a la progresiva 2+200 hasta el Puente Huaycoloro con progresiva 3+200.

Seguidamente los datos se recolectaron bajo la técnica de la observación teniendo como instrumentos los formatos de laboratorio previamente validados por los ingenieros expertos en la carrera. Luego de obtener los datos se pasó a analizar los resultados en el software Excel con el objeto de lograr las tablas y los gráficos estadísticos comparativos. Como paso final se pasó a redactar los resultados, discusiones, conclusiones y recomendaciones.

3.6. Método de análisis de datos

En este estudio el procesamiento de los datos recolectados para la variable agregados reciclados se llevaron a cabo por medio del software Excel 2015, las cuales luego fueron comparadas para verificar si cumplen con los estándares de las normas citadas en las teorías citadas. Seguidamente se pasó a diseñar las mezclas de concreto empleando la metodología del ACI, para luego elaborar las vigas y testigos de concreto. Las cuáles pasaron a ser ensayadas para posteriormente procesar y contrastar los datos obtenidos, con los valores recomendados por la metodología AASHTO 1993, para las variables diseño de los pavimentos de concreto.

3.7. Aspectos éticos

El presente estudio tiene valor de autenticidad y originalidad respaldada única y exclusivamente por los autores nombrados en la declaración jurada. Así mismo, todos los procedimientos realizados durante este estudio son válidos, esto se debe al hecho de que se encuentran dentro de los métodos de investigación y desarrollo, del centro de formación al cual pertenecemos.

IV.RESULTADOS

Variable: Concreto reciclado

Dimensión 1: Material granular para base

Tabla 3. Granulometría del material granular para la subbase.

Material	Suelo Natural	Agregado fino Reciclado	Agregado grueso Reciclado	Combinación
% Combinaciones	70	5	25	100
Malla	% Acumulado que pasa	% Acumulado que pasa	% Acumulado que pasa	% Acumulado que pasa
2"	94.00	100.00	100.00	95.80
1"	77.50	100.00	99.00	84.00
3/8"	65.50	100.00	7.70	52.80
# 4	62.50	100.00	0.40	48.80
# 10	59.60	57.60	0.40	44.70
# 40	36.50	6.90	0.40	26.00
#200	11.60	2.10	0.40	8.30

Fuente: Inherente

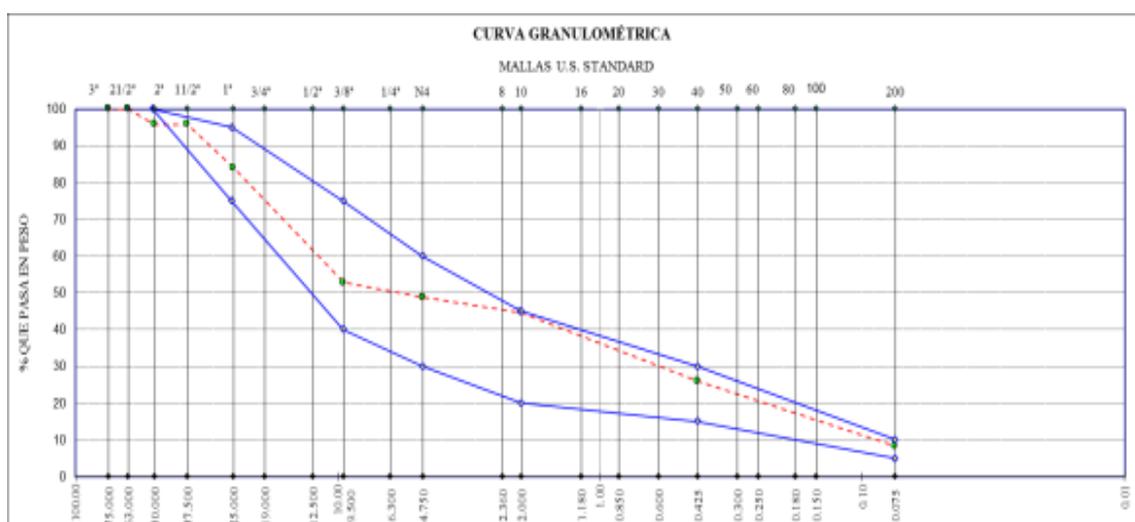
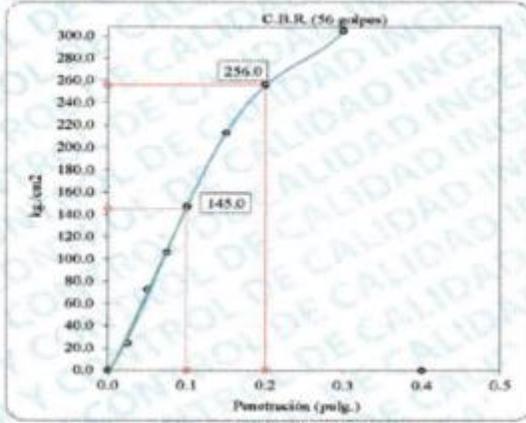


Figura 19. Curva granulométrica del material granular para la sub base.

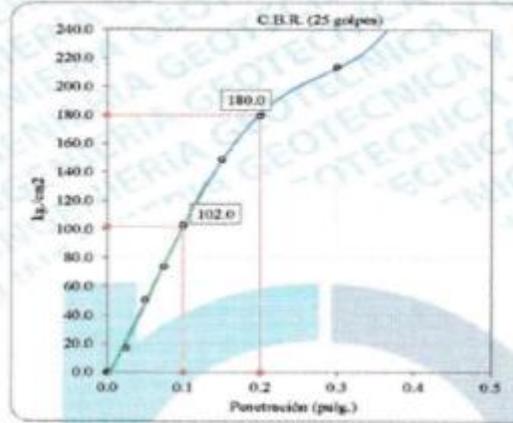
Fuente: Inherente

Explicación:

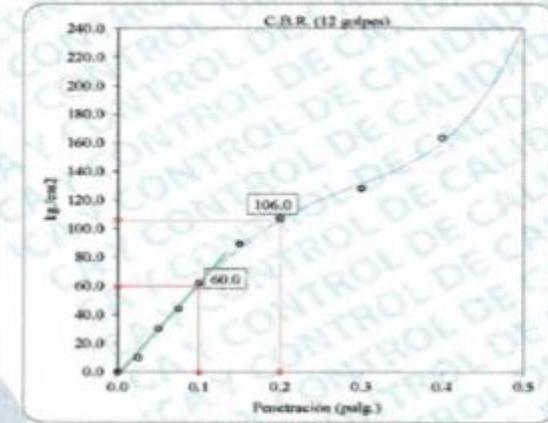
En la tabla 3, se puede verificar que para la elaboración del material granular para sub base, se realizó la sustitución en una proporción correspondiente a 70% de suelo natural, 25% de agregados gruesos reciclados y 5% de agregados finos reciclados.



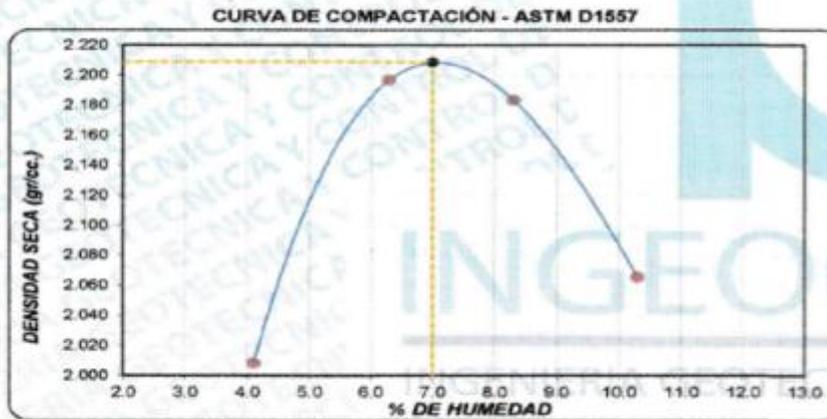
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 206.2 %



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 145.1 %

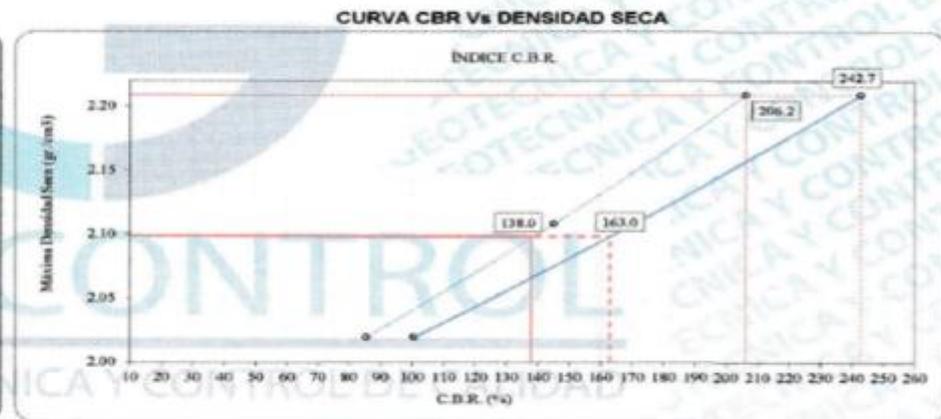


C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 85.3 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 206.2 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 138.0 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 242.7 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 163.0 %

Figura 20. California Bearing Ratio (CBR)

Fuente: Inherente

Explicación:

En la figura 20, se observa que el valor del CBR para la base del material granular es de 95% de Máxima Densidad Seca (valor que se tiene en cuenta para el diseño de losas de pavimentos rígidos) y una penetración de 0.1% que resulta 138%.

Dimensión 2: Agregad grueso reciclado

Tabla 4. Granulometría del árido grueso reciclado

Malla	Peso retenido (g)	% Parcial retenido	% Acumulado retenido	% Acumulado que pasa
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	97,70	2,94	2,94	97,06
3/4"	367,50	11,04	13,98	86,02
1/2"	1569,10	47,15	61,13	38,87
3/8"	918,40	27,60	88,73	11,27
# 4	361,90	10,87	99,60	0,40
Fondo	13,40	0,40	100,00	0,00
TOTAL	3328,00	100,00		

Fuente: Inherente

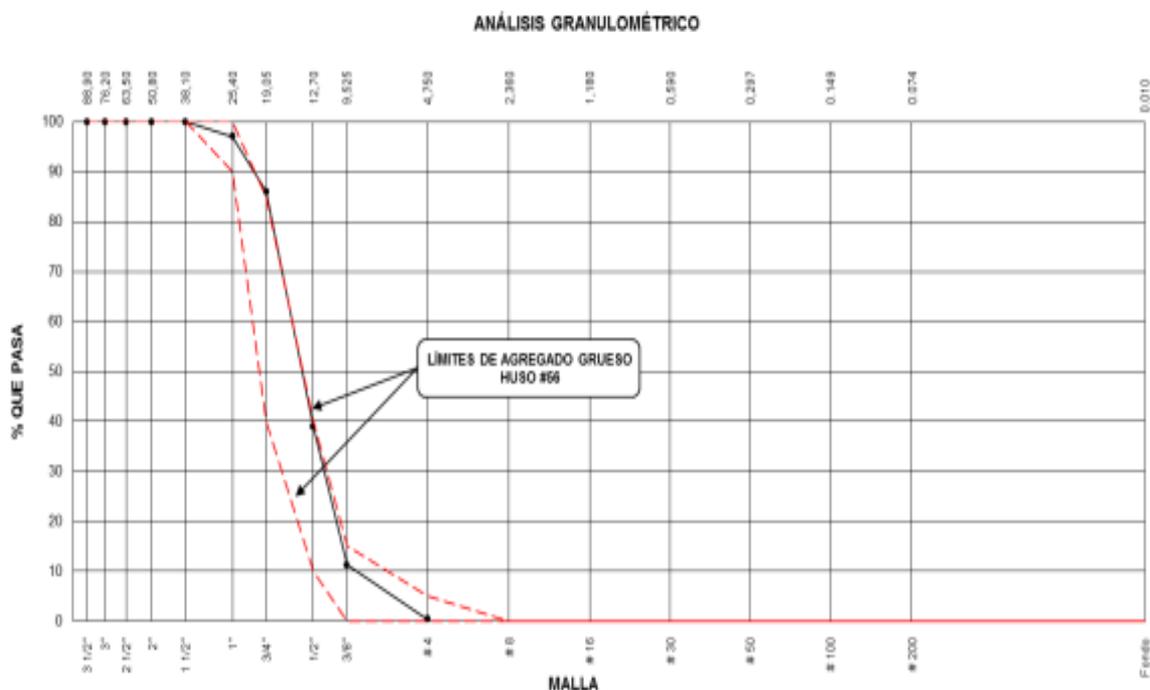


Figura 21. Curvas granulométricas de los agregados gruesos reciclados

Fuente: Inherente

Explicación:

Se evidencia en la tabla 4 que el tamizaje del material granular del árido grueso reciclado pasante corresponde al Huso #56. De la misma manera, en la figura 21 se observa que los áridos gruesos reciclados en la curva granulométrica se ubica colindante a las curvas para un árido de Huso #56.

Tabla 5. Pesos específicos de los agregados gruesos.

Descripción	Agregado Natural	Agregado Reciclado
Peso de la muestra seca al horno (g)	2758,00	1976,00
Peso de la muestra SSS (g)	2775,00	2093,00
Peso de la muestra saturada (g)	1713,00	1204,00
Peso específico de masa (g/cm ³)	2,597	2,223
Peso específico de masa SSS (g/cm ³)	2,613	2,354
Peso específico aparente (g/cm ³)	2,639	2,560

Fuente: Inherente

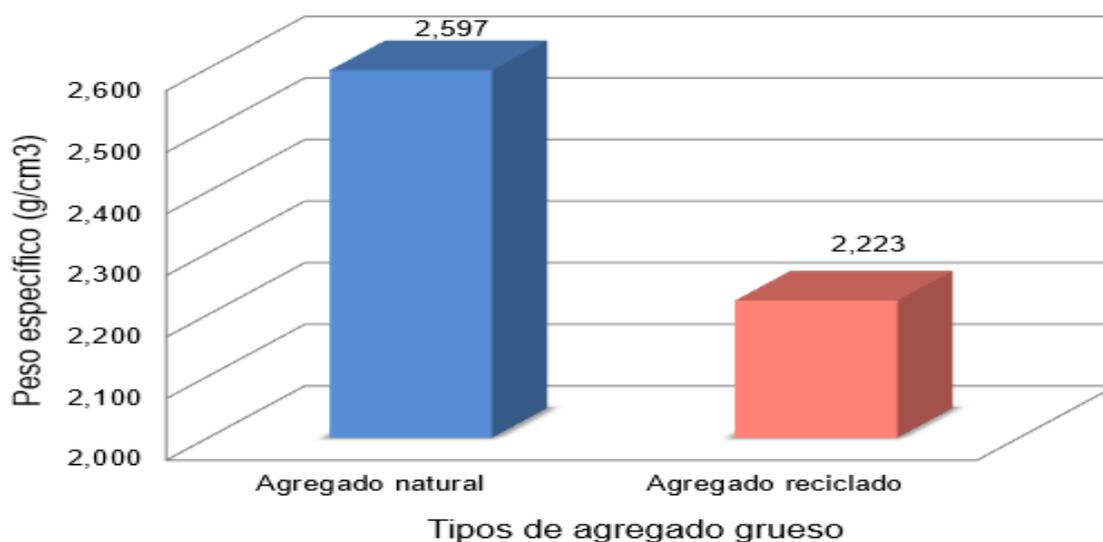


Figura 22. Pesos específicos para los áridos gruesos.

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 5 y figura 22, se puede ver que el peso específico usado para el diseño de mezcla es equivalente a 2.597 g/cm³ y para los áridos reciclados tiene un valor

de 2.223 g/cm³, cuya diferencia es de 0.374 g/cm³, por lo tanto, se infiere que los áridos reciclados son menos pesados que los áridos naturales.

Tabla 6. *Porcentajes de absorción de los áridos gruesos.*

Descripción	Agregado Natural	Agregado Reciclado
Peso de la muestra SSS (g)	2775,00	2093,00
Peso de la muestra seca al horno (g)	2758,00	1976,00
Porcentaje de Absorción (%)	0,62	5,92

Fuente: Inherente

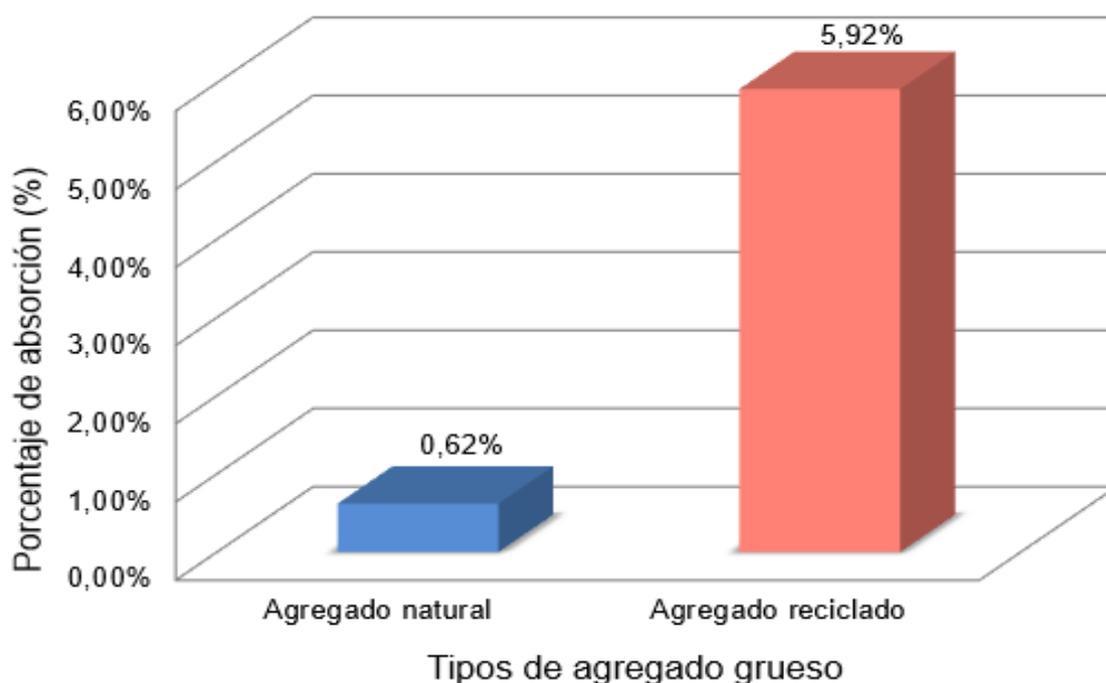


Figura 23. *Porcentajes de absorción de los áridos gruesos.*

Fuente: Inherente

Explicación:

En la figura 6 y figura 23, se evidencia que los áridos reciclados tienen un porcentaje de absorción de 5.92% a diferencia que los áridos naturales, cuyo porcentaje de absorción es de 0.62%, de donde éste último resulta menor en 5.30%, por lo tanto, los agregados reciclados retienen un mayor porcentaje de agua en comparación con los áridos naturales.

Tabla 7. Porcentajes de humedad de los áridos gruesos.

Descripción	Agregado Natural	Agregado Reciclado
Peso de la muestra húmeda (g)	2880,62	3005,33
Peso de la muestra seca (g)	2872,00	2958,00
Porcentaje de Humedad (%)	0,30	1,60

Fuente: Inherente

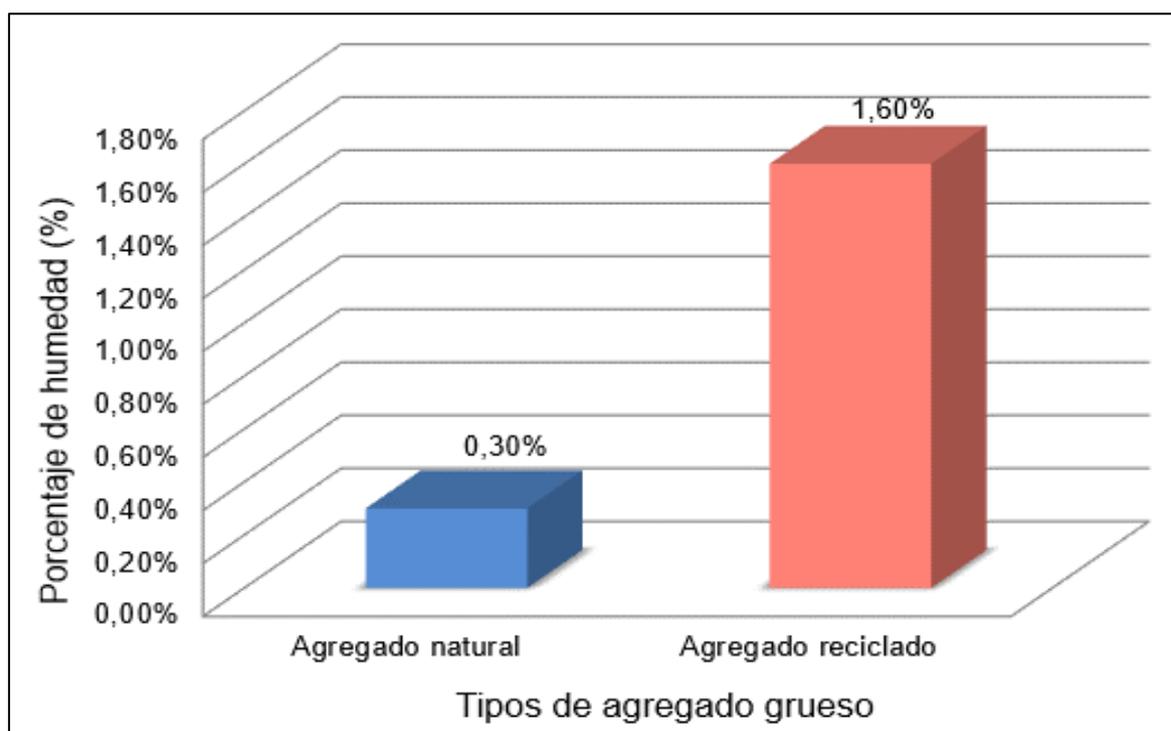


Figura 24. Porcentajes de humedad de los áridos gruesos.

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 7 y figura 24, se evidencia que los áridos reciclados que tiene un valor de 1.60% y los áridos naturales tienen un porcentaje de absorción de 0.30%, de donde se evidencia una diferencia de 1.30%, por lo tanto, los áridos reciclados retienen un mayor porcentaje de agua que los áridos naturales.

Tabla 8. Pesos unitarios sueltos de los áridos gruesos.

Descripción	Agregado Natural	Agregado Reciclado
Peso del molde (kg)	3,509	3,509
Volumen del molde (m ³)	0,007056	0,007056
Peso del molde con muestra seca (kg)	13,942	13,524
Peso del molde con muestra compactada	14,793	14,026
Peso unitario suelto (kg/cm ³)	1479	1419

Fuente: Inherente

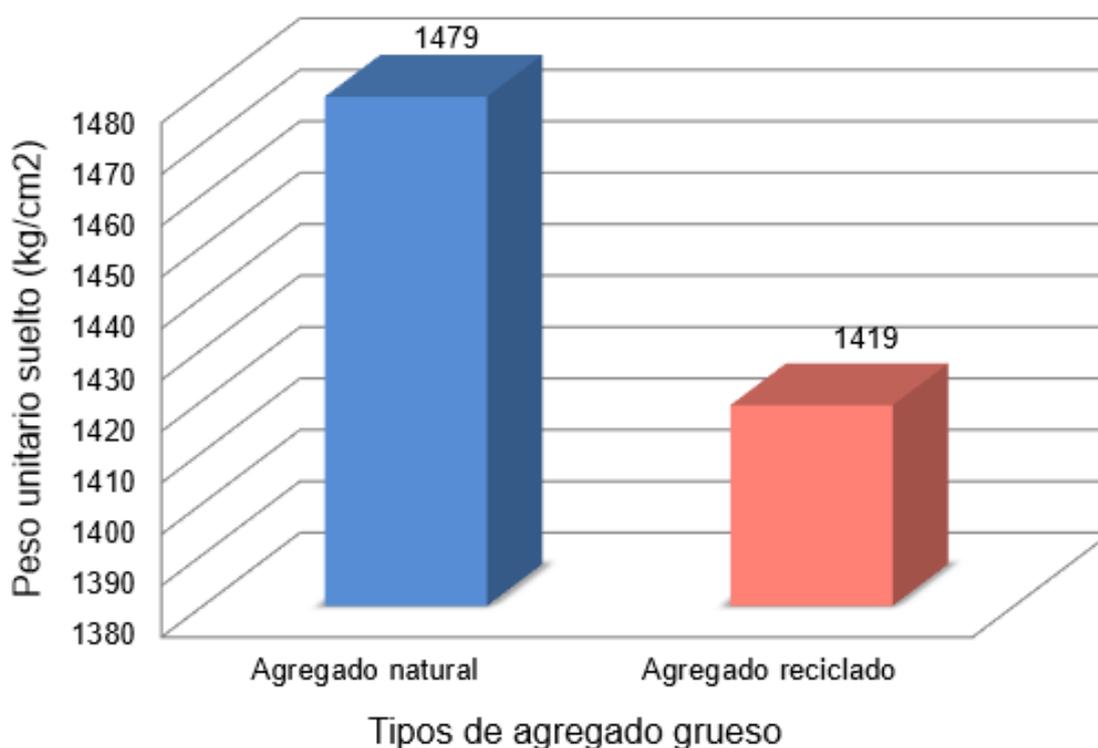


Figura 25. Pesos unitarios sueltos de los áridos gruesos.

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 8 y figura 25, se puede ver que los agregados reciclados poseen pesos unitarios sueltos equivalentes a 1419 kg/cm³ y los áridos naturales equivalentes a 1479 kg/cm³, es decir se diferencian en 60kg/cm³.

Tabla 9. Pesos unitarios compactados de los áridos gruesos.

Descripción	Agregado Natural	Agregado Reciclado
Peso del molde (kg)	3,509	3,509
Volumen del molde (m ³)	0,007056	0,007056
Peso del molde con muestra seca (kg)	13,942	13,524
Peso del molde con muestra compactada	14,793	14,026
Peso unitario compactado (kg/cm ³)	1599	1491

Fuente: Inherente

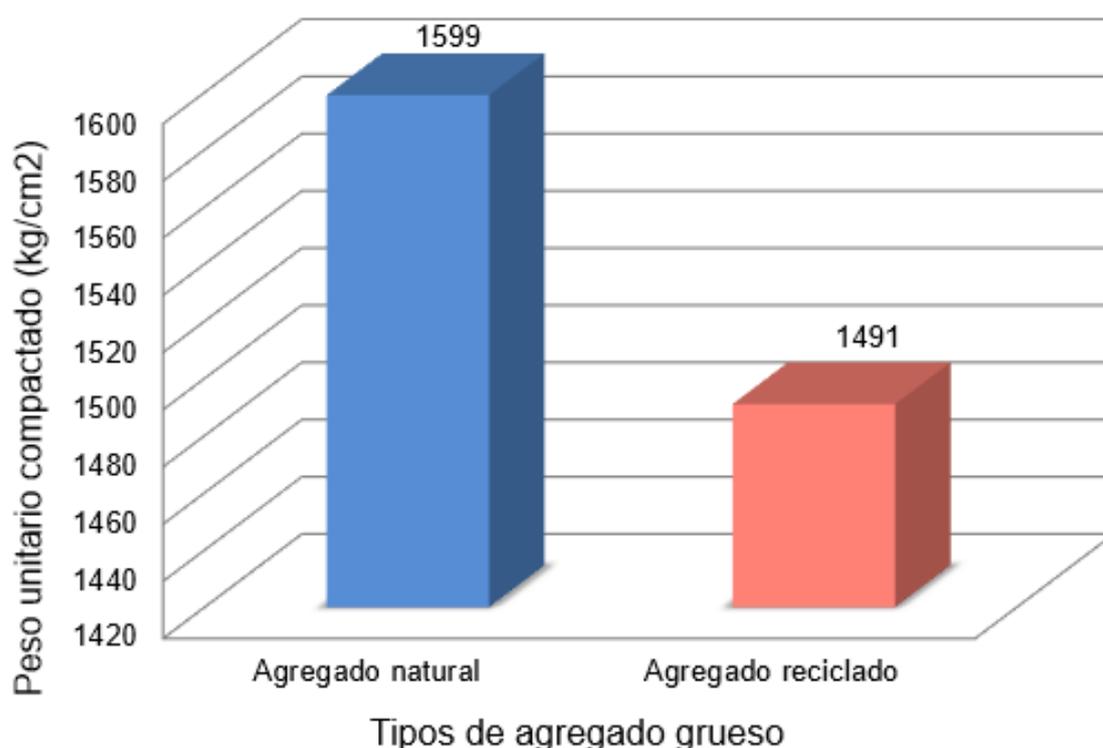


Figura 26. Pesos unitarios compactados de los áridos gruesos.

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 9 y figura 26, se evidencia que los áridos reciclados poseen un peso unitario suelto equivalente a 1491 kg/cm³ y los áridos naturales poseen un peso unitario suelto cuyo valor es equivalente a 1599 kg/cm³, de los cuales se diferencian en 108 kg/cm³.

Tabla 10. Dureza de los áridos gruesos

Descripción	Agregado Natural
Tipo de gradación	A
Peso seco inicial (g)	10005,60
Peso luego de la abrasión (g)	7404,10
Porcentaje de desgaste (%)	26

Fuente: Inherente

Explicación:

Se observa en la tabla 10, que la dureza o porcentaje de desgaste de los agregados gruesos reciclados resulta en 26%, cuyo valor es menor al porcentaje de 40% recomendado por el MTC para áridos gruesos en el uso de pavimento rígido.

Dimensión 3: Diseño de concreto

Para desarrollar la presente investigación se consideraron 4 diseños de mezclas con dosificaciones de cero, diez, veinte y treinta por ciento de Agregado Grueso de Concreto Reciclado (AGCR).

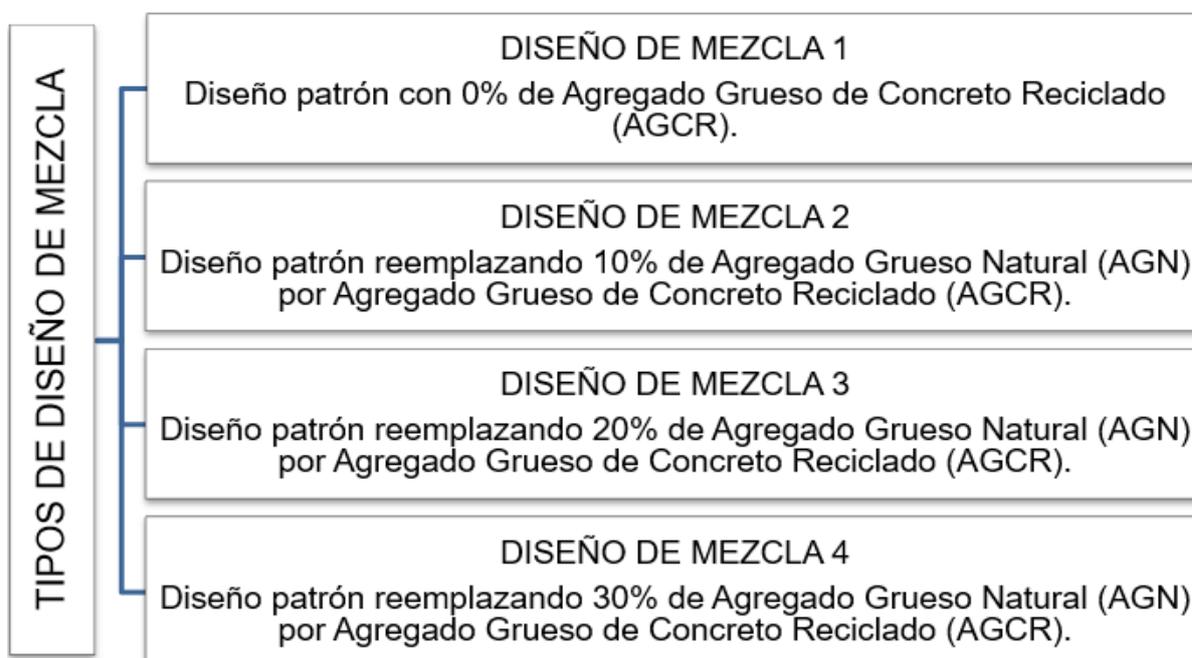


Figura 27. Clases de diseños de mezclas que se consideraron en la presente investigación.

Fuente: Inherente

Tabla 11. *Dosificación para el diseño de mezcla patrón con 0% de AGCR.*

Insumo	Volumen por 1m ³	Volumen por tanda de 0.04 m ³
Cemento Andino Tipo 1	548.25 kg	24.20 kg
Agua efectiva corregida	231 L	10.19 L
Aire atrapado	1,50%	0,06%
Agregado grueso	807 kg	35.49 kg
Agregado grueso reciclado	0.00 kg	0.00 kg
Agregado fino	703 kg	30.94 kg

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 11, se evidencia que en la mezcla patrón contiene un 0% de incorporación de árido grueso de concreto reciclado.

Tabla 12. *Dosificación para el diseño de mezcla con 10% de AGCR*

Insumo	Volumen por 1m ³	Volumen por tanda de 0.04 m ³
Cemento Andino Tipo 1	548.25 kg	27.50 kg
Agua efectiva corregida	234 L	10.19 L
Aire atrapado	1,50%	0,06%
Agregado grueso natural	726 kg	33.30 kg
Agregado grueso reciclado	70 kg	3.49 kg
Agregado fino natural	703 kg	35.15 kg

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 12, se evidencia que la dosificación de mezcla contiene un 10% de árido grueso de concreto reciclado. Este diseño se consideró para 1m³ de mezcla y un volumen de 0.04 m³ por tanda, generando incrementar en 3L de agua en la mezcla de 1m³ y ninguna variación para la mezcla de 0.04 m³, respecto a la mezcla del diseño patrón.

Tabla 13. *Dosificación para el diseño de mezcla con 20% de AGCR.*

Insumo	Volumen por 1m ³	Volumen por tanda de 0.04 m ³
Cemento Andino Tipo 1	548.25 kg	24.20 kg
Agua efectiva corregida	237 L	10.43 L
Aire atrapado	1,50%	0,06%
Agregado grueso natural	645 kg	28.39 kg
Agregado grueso reciclado	140 kg	6.16 kg
Agregado fino natural	703 kg	30.94 kg

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 13, se evidencia que la dosificación de la mezcla contiene 20% de árido grueso de concreto reciclado. Este diseño se consideró para 1 m³ de mezcla y un volumen de 0.04 m³ por tanda, generando incrementar en 6L de agua en la mezcla de 1m³ y de 0.24 L para la tanda de 0.04 m³.

Tabla 14. *Dosificación para el diseño de mezcla con 30% de AGCR.*

Insumo	Volumen por 1m ³	Volumen por tanda de 0.04 m ³
Cemento Andino Tipo 1	548.25 kg	24.20 kg
Agua efectiva corregida	240 L	10.54 L
Aire atrapado	1,50%	0,06%
Agregado grueso natural	565 kg	24.86 kg
Agregado grueso reciclado	210 kg	9.22 kg
Agregado fino natural	703 kg	30.94 kg

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 14, se evidencia que la dosificación de la mezcla contiene 30% de árido grueso de concreto reciclado. Este diseño se consideró para 1 m³ de mezcla y un volumen de 0.04 m³ por tanda, generando incrementar 9L de agua en la mezcla de 1m³ y de 0.35 L para la tanda de 0.04 m³.

Tabla 15. Asentamientos de acuerdo a las clases de diseños de mezclas.

Tipos de diseño de mezcla	Asentamiento (pulg.)
Diseño 1 (0% AGCR)	1"
Diseño 2 (10% AGCR)	1"
Diseño 3 (20% AGCR)	1 1/2"
Diseño 4 (30% AGCR)	2 1/2"

Fuente: Inherente

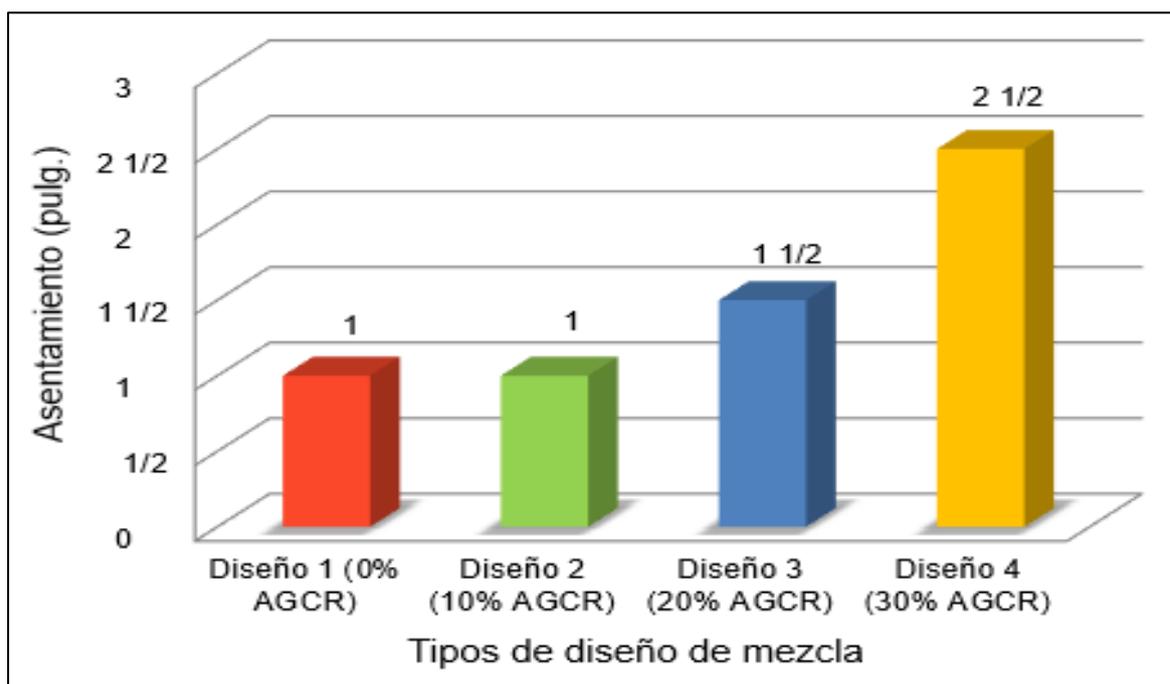


Figura 28. Asentamientos de acuerdo a las clases de diseños de mezclas.

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 15 y figura 28, se puede notar que para el diseño de mezcla con integración de 0% y 10% de agregado grueso de concreto reciclado presentan un asentamiento de 1", para el diseño con integración de 20% de agregado grueso de concreto reciclado el asentamiento se incrementa en 1/2" y para el diseño con integración de 30% de agregado grueso de concreto reciclado el asentamiento se incrementa en 1 1/2".

Tabla 16. *Esfuerzo a la compresión del hormigón patrón con 0% de AGCR.*

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Relación Altura / Diámetro	F'c de diseño (kg/cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo Promedio (kg/cm2)	% F'c	% Promedio F'c
Concreto Patrón Probeta N° 01	03/10/2019	10/10/2019	7	1,99	350	336		95,9%	
Concreto Patrón Probeta N° 02	03/10/2019	10/10/2019	7	1,97	350	298	316,67	85,2%	90,5%
Concreto Patrón Probeta N° 03	03/10/2019	10/10/2019	7	1,98	350	316		90,3%	
Concreto Patrón Probeta N° 01	03/10/2019	17/10/2019	14	1,96	350	410		117,0%	
Concreto Patrón Probeta N° 02	03/10/2019	17/10/2019	14	1,95	350	393	403,33	112,4%	115,2%
Concreto Patrón Probeta N° 03	03/10/2019	17/10/2019	14	1,97	350	407		116,3%	
Concreto Patrón Probeta N° 01	04/10/2019	31/10/2019	28	2,01	350	475		135,6%	
Concreto Patrón Probeta N° 02	04/10/2019	31/10/2019	28	1,97	350	481	471,67	137,5%	134,7%
Concreto Patrón Probeta N° 03	04/10/2019	31/10/2019	28	1,95	350	459		131,1%	

Fuente: Inherente

Tabla 17. *Esfuerzo a la compresión del hormigón patrón von 10% de AGCR.*

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Relación Altura / Diámetro	F'c de diseño (kg/cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo Promedio (kg/cm2)	% F'c	% Promedio F'c
Concreto 10% AGCR Probeta N° 01	03/10/2019	10/10/2019	7	1,96	350	253		72,4%	
Concreto 10% AGCR Probeta N° 02	03/10/2019	10/10/2019	7	1,97	350	283	264,00	80,9%	75,4%
Concreto 10% AGCR Probeta N° 03	03/10/2019	10/10/2019	7	1,96	350	256		73,0%	
Concreto 10% AGCR Probeta N° 01	03/10/2019	17/10/2019	14	1,96	350	362		103,3%	
Concreto 10% AGCR Probeta N° 02	03/10/2019	17/10/2019	14	1,98	350	389	382,00	111,2%	109,1%
Concreto 10% AGCR Probeta N° 03	03/10/2019	17/10/2019	14	2,02	350	395		112,9%	
Concreto 10% AGCR Probeta N° 01	04/10/2019	31/10/2019	28	1,97	350	471		134,5%	
Concreto 10% AGCR Probeta N° 02	04/10/2019	31/10/2019	28	1,96	350	436	453,67	124,6%	129,6%
Concreto 10% AGCR Probeta N° 03	04/10/2019	31/10/2019	28	1,96	350	454		129,8%	

Fuente: Inherente

Tabla 18. *Esfuerzo a la compresión del hormigón patrón con 20% de AGCR.*

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Relación Altura / Diámetro	F'c de diseño (kg/cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo Promedio (kg/cm2)	% F'c	% Promedio F'c
Concreto 20% AGCR Probeta N° 01	03/10/2019	10/10/2019	7	1,97	350	360		102,8%	
Concreto 20% AGCR Probeta N° 02	03/10/2019	10/10/2019	7	1,96	350	315	341,00	90,1%	97,4%
Concreto 20% AGCR Probeta N° 03	03/10/2019	10/10/2019	7	1,96	350	348		99,4%	
Concreto 20% AGCR Probeta N° 01	03/10/2019	17/10/2019	14	1,97	350	390		111,4%	
Concreto 20% AGCR Probeta N° 02	03/10/2019	17/10/2019	14	1,96	350	394	386,00	112,6%	110,3%
Concreto 20% AGCR Probeta N° 03	03/10/2019	17/10/2019	14	1,96	350	374		107,0%	
Concreto 20% AGCR Probeta N° 01	04/10/2019	31/10/2019	28	1,96	350	474		135,4%	
Concreto 20% AGCR Probeta N° 02	04/10/2019	31/10/2019	28	1,97	350	472	476,00	135,4%	136,1%
Concreto 20% AGCR Probeta N° 03	04/10/2019	31/10/2019	28	1,96	350	482		137,6%	

Fuente: Inherente

Tabla 19. *Esfuerzo a la compresión del hormigón patrón con 30% de AGCR.*

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Relación Altura / Diámetro	F'c de diseño (kg/cm2)	Esfuerzo (kg/cm2)	Esfuerzo Promedio (kg/cm2)	% F'c	% Promedio F'c
Concreto 30% AGCR Probeta N° 01	03/10/2019	11/10/2019	7	1,96	350	319		91,2%	
Concreto 30% AGCR Probeta N° 02	03/10/2019	11/10/2019	7	1,98	350	338	323,67	96,6%	92,5%
Concreto 30% AGCR Probeta N° 03	03/10/2019	11/10/2019	7	1,95	350	314		89,8%	
Concreto 30% AGCR Probeta N° 01	03/10/2019	18/10/2019	14	1,98	350	450		128,5%	
Concreto 30% AGCR Probeta N° 02	03/10/2019	18/10/2019	14	1,98	350	433	430,67	123,7%	123,0%
Concreto 30% AGCR Probeta N° 03	03/10/2019	18/10/2019	14	1,97	350	409		116,9%	
Concreto 30% AGCR Probeta N° 01	04/10/2019	02/11/2019	30	1,98	350	485		138,7%	
Concreto 30% AGCR Probeta N° 02	04/10/2019	02/11/2019	30	2,03	350	496	485,67	141,6%	138,8%
Concreto 30% AGCR Probeta N° 03	04/10/2019	02/11/2019	30	1,97	350	476		136,0%	

Fuente: Inherente

Tabla 20. *Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a 7 días de curado de acuerdo a cada tipo de diseños de mezclas.*

Tipos de diseño de mezcla	Esfuerzo Promedio (kg/cm ²)	% Promedio F'c
Diseño 1 (0% AGCR)	316,67	90,5%
Diseño 2 (10% AGCR)	264,00	75,4%
Diseño 3 (20% AGCR)	341,00	97,4%
Diseño 4 (30% AGCR)	323,67	92,5%

Fuente: Inherente

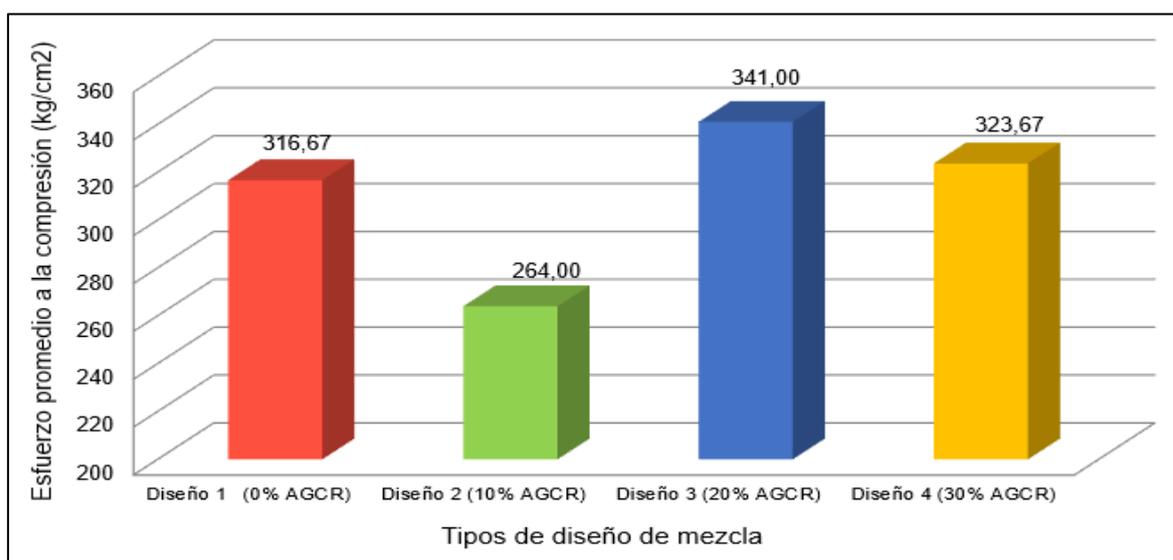


Figura 29. *Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a 7 días de curado de acuerdo a cada diseño de mezclas.*

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 20 y figura 29, se evidencia que las mezclas con integraciones de 0%, 10%, 20% y 30% de A.G.C.R. tienen como resultado resistencias a la compresión de 316.67kg/ cm², 264kg/cm², 341.00kg/cm² y 323.67kg/cm², secuencialmente. Los cuales representan el porcentaje de 90.50%, 75.40%, 97.40% y 92.50% para cada diseño de mezcla respectivamente.

Tabla 21. Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a 14 días de curado de acuerdo a los tipos de diseños de mezclas.

Tipos de diseño de mezcla	Esfuerzo Promedio (kg/cm ²)	% Promedio F'c
Diseño 1 (0% AGCR)	403,33	115,2%
Diseño 2 (10% AGCR)	382,00	109,1%
Diseño 3 (20% AGCR)	386,00	110,3%
Diseño 4 (30% AGCR)	430,67	123,0%

Fuente: Inherente

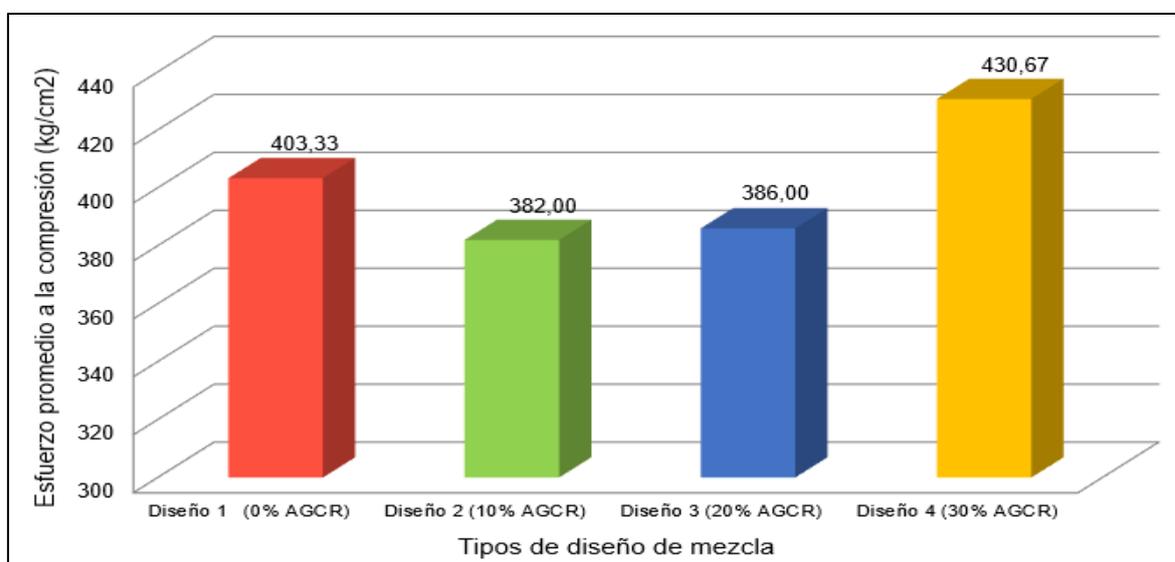


Figura 30. Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a los 14 días de curado de acuerdo a los tipos de diseño de mezclas.

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 21 y figura 30, se evidencia que las mezclas con integraciones de 0 %, 10 %, 20 % y 30 % de A.G.C.R. han dado como resultado resistencias a la compresión de 403.33kg/cm², 382.00kg/cm², 386.00kg/cm² y 430.00kg/cm² secuencialmente. Los cuales representan el porcentaje de 115.20%, 109.10%, 110.30% y 123.00% para cada diseño de mezcla respectivamente.

Tabla 22. Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a 28 días de curado de acuerdo a los tipos de diseños de mezclas.

Tipos de diseño de mezcla	Esfuerzo Promedio (kg/cm ²)	% Promedio F'c
Diseño 1 (0% AGCR)	471,67	134,7%
Diseño 2 (10% AGCR)	453,67	129,6%
Diseño 3 (20% AGCR)	476,00	136,1%
Diseño 4 (30% AGCR)	485,67	138,8%

Fuente: Inherente

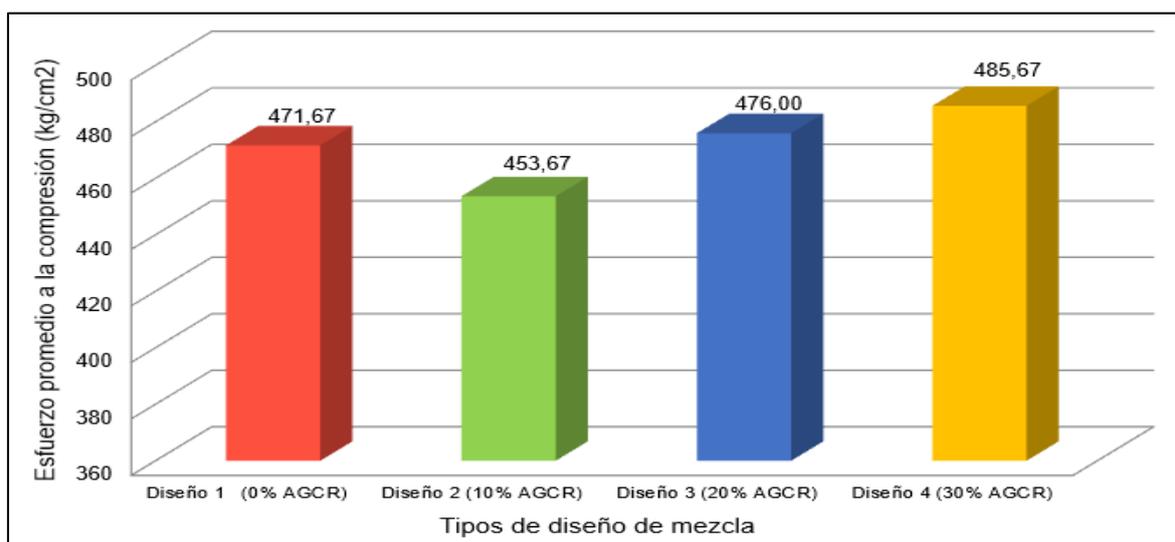


Figura 31. Esfuerzo promedio a la compresión del hormigón a los 28 días de curado de acuerdo a los tipos de diseño de mezclas.

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 22 y figura 31, se evidencia que las mezclas con integraciones de 0 %, 10 %, 20 % y 30 % de A.G.C.R. han dado como resultado resistencias a la compresión de 471.67kg/cm², 453.67kg/cm², 476.00kg/cm² y 485.00kg/cm² secuencialmente. Los cuales representan el porcentaje de 134.70%, 129.60%, 136.10% y 138.80% para cada diseño de mezcla respectivamente.

Tabla 23. Esfuerzos promedio a la compresión vs tiempo de curado de acuerdo a los tipos de diseño de mezcla.

Tiempo de curado (días)	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm ²)			
	Tipo de diseño de mezcla			
	Concreto Patrón 0% de AGCR (kg/cm ²)	Concreto con 10 % de AGCR (kg/cm ²)	Concreto con 20 % de AGCR (kg/cm ²)	Concreto con 30 % de AGCR (kg/cm ²)
7	316,67	264,00	341,00	323,67
14	403,33	382,00	386,00	430,67
28	471,67	453,67	476,00	485,67

Fuente: Inherente

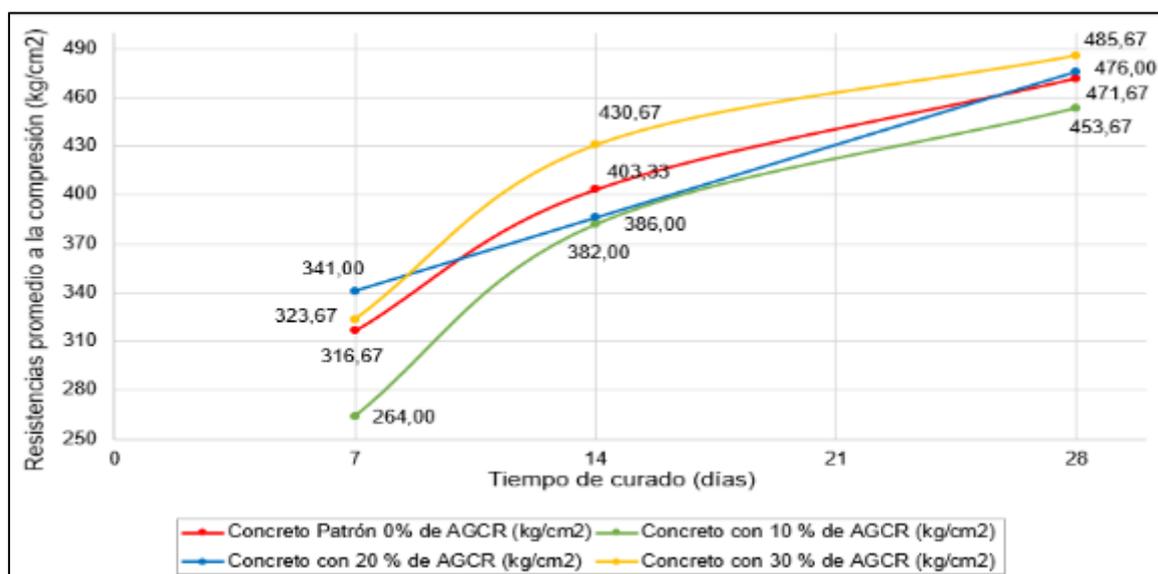


Figura 32. Esfuerzos promedio a la compresión vs tiempo de curado de acuerdo a los tipos de diseño de mezcla.

Fuente: Inherente

Explicación:

En la figura 32, se puede notar que de las tres curvas de resistencias a la compresión con incorporaciones de 10 %, 20 % y 30 % A.G.C.R. La curva que más se asemeja al comportamiento del concreto patrón es la curva del concreto con 20% de A.G.C.R.

Variable: Variables de diseño de pavimento rígido

Dimensión 1: Esfuerzo a la flexotracción del hormigón

Tabla 24. Esfuerzos a la flexotracción del hormigón de acuerdo a las clases de diseños de mezclas.

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Ubicación de falla	Luz libre (cm)	Resistencias (kg/cm ²)	Resistencias promedio (kg/cm ²)
Concreto patrón con 0% AGCR - Viga N° 01	03/10/2019	31/10/2019	28	15,1	15,1	Tercio central	45	72	74,5
Concreto patrón con 0% AGCR - Viga N° 02	03/10/2019	31/10/2019	28	15,1	15,1	Tercio central	45	77	
Concreto patrón con 10% AGCR - Viga N° 1	03/10/2019	31/10/2019	28	15,1	15,1	Tercio central	45	43	44,5
Concreto patrón con 10% AGCR - Viga N° 2	03/10/2019	31/10/2019	28	15,1	15,1	Tercio central	45	46	
Concreto patrón con 20% AGCR - Viga N° 1	03/10/2019	31/11/2019	28	15,1	15,1	Tercio central	45	45	46,0
Concreto patrón con 20% AGCR - Viga N° 1	03/10/2019	31/11/2019	28	15,1	15,1	Tercio central	45	47	
Concreto patrón con 30% AGCR - Viga N° 1	04/10/2019	02/11/2019	30	15,1	15,1	Tercio central	45	54	57,0
Concreto patrón con 30% AGCR - Viga N° 1	04/10/2019	02/11/2019	30	15,1	15,1	Tercio central	45	60	

Fuente: Inherente

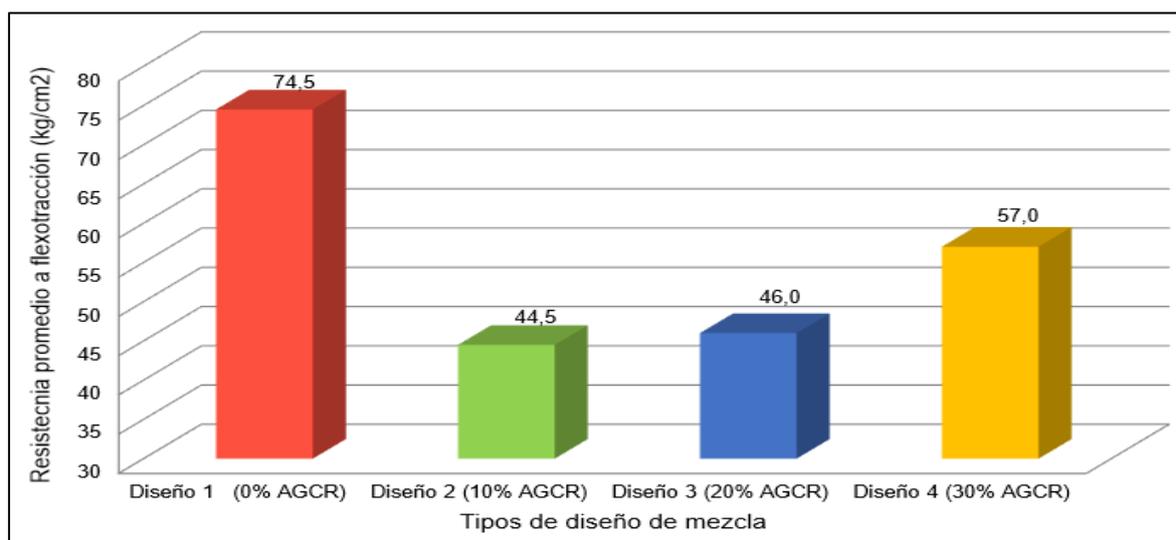


Figura 33. Esfuerzos a la flexotracción del hormigón de acuerdo a los tipos de diseños de mezclas.

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 24 y figura 33, se puede notar que el esfuerzo a la flexotracción del hormigón con 10% de A.G.C.R. disminuye en 30kg/cm² respecto a la resistencia del hormigón patrón, mientras que el hormigón con 20 % de A.G.C.R. disminuye en 28.5 kg/cm² y el del hormigón con 30% de A.G.C.R. solo disminuye en 17.5 kg/cm². Por lo que se infiere que la resistencia a la flexotracción del hormigón con 30% de A.G.C.R. es la que menos varía en comparación con el esfuerzo del hormigón patrón.

Esfuerzo a la flexotracción (Mr) según la correlación ACI 363

$$Mr = a\sqrt{f'c} \quad (kg/cm^2)$$

Donde los valores de “a” se encuentran entre 1.99 y 3.18

Tomando un valor promedio de 2.6 para “a” y teniendo $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

$$Mr = 2.6\sqrt{350} = 48.64 \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 691.84 \text{ psi} = 4.77 \text{ Mpa}$$

Dimensión 2: Módulo de elasticidad del concreto (Ec)

Según la correlación del ACI

$$Ec = 57000\sqrt{f'c} \quad ; \text{ donde } (f'c \text{ en psi})$$

Teniendo $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 \approx 4978.155 \text{ psi}$

$$Ec = 57000\sqrt{350} = 4021694,36 \text{ psi} = 27728.6 \text{ Mpa}$$

$$Ec = 4.02E + 06 \text{ psi}$$

Dimensión 3: Módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa (K)

a) Estimación del módulo de reacción de la subrasante

Si C.B.R. < 10%

$$K_0 = 2.55 + 52.5 \times (\log (\text{C.B.R.}))$$

Si C.B.R. > 10% ▼ C.B.R. = 41.6%

$$K_0 = 46 + 9.08 \times (\log (\text{C.B.R.})) ^ 4.34$$

$$K_0 = 119.51 \text{ Mpa/m}$$

b) Estimación del módulo de reacción de la subbase granular

Si C.B.R. < 10%

$$K_1 = 2.55 + 52.5 \times (\log (\text{C.B.R.}))$$

Si C.B.R. > 10% ▼ C.B.R. = 138%

$$K_1 = 46 + 9.08 \times (\log (\text{C.B.R.})) ^ 4.34$$

$$K_1 = 292.59 \text{ Mpa/m}$$

c) Estimación del módulo de reacción compuesta, considerando una subbase con espesor de 20 cm.

$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$	
K1 (kg/cm ³)	: Coeficiente de reacción de la sub base granular
KC (kg/cm ³)	: Coeficiente de reacción combinado
K0 (kg/cm ³)	: Coeficiente de reacción de la subrasante
h	: Espesor de la subbase granular

$$K_c = [1 + (0.20/38)^2 \times (292.59/119.51)^{2/3}]^{0.5} \times 119.51$$

$$K_c = 148.95 \text{ Mpa/m} = 543.67 \text{ pci/m}$$

Verificación de hipótesis

Verificación de la hipótesis principal

H₀: El empleo de áridos reciclados no afecta a las variables de diseño de pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

H₁: El empleo de áridos reciclados afecta a las variables de diseño de pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

La hipótesis principal se contrasta en base a los resultados obtenidos de las hipótesis secundarias. Para ello, se procede a realizar las contrastaciones de estas.

Verificación de las hipótesis secundarias

Hipótesis secundaria 1

H₀: El empleo de áridos reciclados no afecta la resistencia a la flexotracción del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

H₁: El empleo de áridos reciclados afecta la resistencia a la flexotracción del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

Esta hipótesis se contrasta verificando las hipótesis de cada uno de sus indicadores.

Contrastación de hipótesis de los indicadores de los esfuerzos a la flexotracción

H₀: En todos y cada uno de los diseños de concreto, los esfuerzos a la flexotracción son las mismas.

H₁: En todos y cada uno de los diseños de concreto, los esfuerzos a la flexotracción son distintas.

Tabla 25. Contrastación de hipótesis del esfuerzo a la flexotracción del concreto.

Tipos de concreto	Esfuerzo a la flexo-tracción según laboratorio (kg/cm ²)	Esfuerzo a la flexo-tracción según la correlación ACI 363 (kg/cm ²)	Esfuerzo a la flexo-tracción mínimas según el MTC (kg/cm ²)
Concreto Patrón	74.50	56.47	
Concreto con 10% de AGCR	44.50	55.38	45.00
Concreto con 20% de AGCR	46.00	56.73	
Concreto con 30% de AGCR	57.00	57.30	

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 25, se puede observar que los esfuerzos a la flexo-tracción, en todos y cada uno de los tipos de concreto, son distintos. En consecuencia, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de estudio. Del mismo modo, se aprecia que los concretos con incorporaciones del 20 % y 30 % de A.G.C.R. son las que superan la resistencia a la flexo-tracción mínima sugerida por los miembros del MTC (2014, p. 231).

Como respuesta a la verificación de la hipótesis secundaria 1. Se puede mencionar que el empleo de los concretos reciclados si afectan a los esfuerzos a la flexotracción del hormigón en el dimensionamiento del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

Hipótesis secundaria 2

H₀: El empleo de áridos reciclados no afecta al módulo de elasticidad del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

H₁: El empleo de áridos reciclados afecta al módulo de elasticidad del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

Esta hipótesis se contrasta verificando las hipótesis de cada uno de sus indicadores.

Contrastación de hipótesis de los indicadores de los módulos de elasticidad

H₀: En todos y cada uno de los diseños de concreto, los módulos de elasticidad son los mismos.

H₁: En todos y cada uno de los diseños de concreto, los módulos de elasticidad son distintos.

Tabla 26. Contratación de hipótesis de los módulos de elasticidad del concreto.

Tipos de concreto	Esfuerzo a la compresión según laboratorio (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad según la correlación recomendada del ACI (psi)	Módulo de elasticidad mínima del para según el MTC (psi)
Concreto Patrón	471.67	4.67 E+06	
Concreto con 10% de AGCR	453.67	4.58 E+06	
Concreto con 20% de AGCR	476.00	4.69 E+06	4.02 E+06
Concreto con 30% de AGCR	485.67	4.73 E+06	

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 26, se puede observar que los módulos de elasticidad del concreto, en todos y cada uno de los tipos de concreto, son distintos. En consecuencia, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de estudio. Así mismo, se evidencia que los concretos con incorporaciones de 10%, 20% y 30% de A.G.C.R superan los módulos de elasticidad del hormigón mínimo sugerida por los miembros del MTC (2014, p.231).

Como respuesta a la verificación de la hipótesis secundaria 2. Se puede mencionar que el empleo de los concretos reciclados si afectan en los valores de los módulos de elasticidad del hormigón para el dimensionamiento del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

Hipótesis secundaria 3

H₀: El empleo de áridos reciclados no afecta al módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

H₁: El empleo de áridos reciclados afecta al módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa de pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

Esta hipótesis se contrasta verificando las hipótesis de cada uno de sus indicadores.

Contrastación de hipótesis de los indicadores de los módulos de reacción de la superficie de apoyo

H₀: Los módulos de reacción de las superficies de apoyo sin la incorporación de agregados reciclados y con la incorporación de estas son las mismas.

H₁: Los módulos de reacción de las superficies de apoyo sin la incorporación de agregados reciclados y con la incorporación de estas son distintos.

Tabla 27. Contrastación de hipótesis de los módulos de reacción de las superficies de apoyo.

Tipos de Materiales	Valores de CBR (%)	Valores de los módulos de reacción (Mpa/m)	Valores de los módulos de reacción Compuesta (Mpa/m)	Módulo de reacción mínima recomendada por el MTC (Mpa/m)
Sub rasante (100% de Suelo Natural).	41.6	119.51		
Material granular para la sub base (70% de Suelo Natural – 5% de Agregado Fino reciclado – 25% Agregado Grueso Reciclado).	138.0	292.59	148.95	156.40

Fuente: Inherente

Explicación:

En la tabla 27, se puede observar que los módulos de reacción de las superficies de apoyo sin la incorporación de agregados reciclados y con la incorporación de estas, son distintos. En consecuencia, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de estudio. También se evidencia que el coeficiente de reacción de la subrasante no excede al coeficiente de reacción sugerido por los miembros del MTC (2014, p. 231). A diferencia del coeficiente de reacción del árido granular para subbase con la incorporación de agregados reciclados, que si excede al módulo de reacción sugerida en 136.19 Mpa/m.

Como respuesta a la contrastación de la hipótesis secundaria 3. Se puede mencionar que el empleo de los concretos reciclados si afectan en los valores de los módulos de reacción de la superficie de apoyo en el dimensionamiento del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.

V. DISCUSIÓN

En este estudio se formuló como hipótesis principal que el empleo de los concretos reciclados, afectan a las variables de diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019. Por tal motivo, se realizó un diseño de concreto para una resistencia de 350 kg/cm² reemplazando agregados gruesos naturales por agregados gruesos reciclados en proporciones de 10%, 20% y 30%. También se dosificó el material granular para subbase en una proporción óptima combinando áridos gruesos y áridos finos reciclados con el suelo de fundación de las muestras obtenidas del lugar de estudio.

En referencia a los resultados obtenidos, se observó que el empleo de áridos reciclados si afectan las variables de diseño de pavimento rígido, pero no de manera significativa. También se evaluó los esfuerzos a la flexotracción del hormigón luego de 28 días de curado, para ello se sustituyó los áridos gruesos naturales por áridos gruesos reciclados en proporciones de 10%, 20% y 30%, los mismos que obtuvieron resultados de 44.5 kg/cm², 46.0 kg/cm² y 57 kg/cm² respectivamente. De ellos, la proporción más óptima es reemplazando 30% de árido grueso reciclado, ya que presenta menor variación con respecto al esfuerzo del hormigón patrón de 74.5 kg/cm², cuya diferencia es el valor de 17.5 kg/cm², que en porcentaje corresponde a 23.49%. Al respecto, los resultados obtenidos en la investigación realizada por Mora en Colombia (2016), citado en la parte teórica del presente estudio. Donde se encontró que para una dosificación de hormigón 210 kg/cm², el esfuerzo a la flexotracción del hormigón patrón fue de 40.09 kg/cm² y del hormigón con sustitución de 25% de áridos naturales por áridos reciclados fue de 30.73 kg/cm², cuya diferencia es el valor de 9.36 kg/cm², que en porcentaje corresponde al 23.35% con respecto al hormigón patrón. Por lo tanto, las variaciones de las resistencias a la flexotracción del hormigón, no son tan significativas siempre que los reemplazos de los áridos gruesos por áridos reciclados no sean superiores al 30%.

Por otra parte, para el valor del módulo de elasticidad calculado a partir de la tensión de compresión del hormigón durante 28 días de curado reemplazando áridos gruesos naturales por áridos gruesos reciclados en proporciones de 10%, 20% y 30%, alcanzaron resistencias de 453.67 kg/cm², 476.00 kg/cm² y 485.67 kg/cm² respectivamente. De ellos, la proporción más óptima es reemplazando 20% de

árido grueso reciclado, ya que presenta menor variación con respecto al esfuerzo del hormigón patrón de 471.67 kg/cm², cuyo valor se incrementa en 4.33 kg/cm², que en porcentaje corresponde a 0.92%. Al respecto, en la investigación de Guacaneme en Colombia (2015) que se titula *Usos y ventajas del hormigón reciclado* cita a Domingo et al. (2007), el cual realizó sustituciones de agregado natural por agregado reciclado para diseños de concreto en proporciones de 20%, 50% y 100%, donde también concluyó que los esfuerzos a la compresión del hormigón con 20% de áridos reciclados es el más se acerca a los resultados obtenidos por Guacaneme. También se citó a Aguilar (2019) en la parte teórica del presente estudio, quien en su tesis tuvo como resultado 217.11 kg/cm² de resistencia a la compresión para el hormigón estándar y de 230.22 kg/cm² para el hormigón con 25% de reemplazo de los áridos naturales por áridos de concreto reciclado, siendo superior este en 6.04%. Tal como se muestra en ambos trabajos de investigación, existe una mínima variación de esfuerzos a la compresión del concreto en caso el reemplazo de áridos gruesos naturales por áridos gruesos reciclados no exceda al 25%.

Por último, en relación a los módulos de reacción de la superficie de apoyo de la carpeta de rodadura, se realizaron los cálculos respectivos en base a los valores de California Bearing Ratio (CBR) por medio de la correlación del método AASHTO 93. Cuyos resultados fueron un CBR de 41.6% para el suelo de fundación y CBR de 138% para el material de subbase con 5% de áridos fino reciclado, 25% de áridos gruesos reciclados y 70% de suelo natural. De donde se calcularon los módulos de reacción para el material granular para subbase y suelo de fundación, cuyos valores resultaron 292.59 MPa/m y 119.51 MPa/m respectivamente. Luego con ambos valores se obtuvo un módulo reacción compuesta igual a 148.95 MPa/m (543.67 pci/m). Valor con el cual se dimensionó el grosor de la carpeta de rodadura del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho - 2019. Para ello, Contreras y herrera (2015) en su investigación, citada en la parte teórica del presente estudio, realizaron combinaciones de agregado natural con CBR de 120.82% y agregado reciclado con CBR de 60.67%, las cuales al combinarse en proporciones de 50% de agregado reciclado y 50% de agregado natural se obtuvo un CBR de 115.62%, en el caso de combinarlo en proporción de 60% de agregado

reciclado y 40% de agregado natural se obtuvo un CBR de 113.97% y finalmente la combinación de 75% de agregado reciclado y 25% de agregado natural obtuvo un CBR de 86.72%. De donde se concluye que la combinación de 50% de agregados reciclados y 50% de agregados naturales es la que obtuvo un CBR de mayor valor y por lo tanto un módulo de reacción mayor. De todo lo expuesto líneas arriba, se aprecian valores óptimos en módulos de reacción usando hasta más del 75% de agregados reciclados en combinación con los suelos de fundación para material granular para subbase.

VI.CONCLUSIONES

Para el objetivo principal, se concluye que el uso de concreto reciclado tiene un efecto positivo, pero no significativo en los valores de resistencia a la flexo-tracción y coeficiente de elasticidad. En contraste con los valores del módulo de reacción, donde incide favorablemente y en una cantidad importante. En general, se considera que el uso de concreto reciclado influye en las variables de diseño de los pavimentos rígidos en la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho - 2019

En cuanto al objetivo secundario 1, se infiere que el uso de concreto reciclado afecta positiva pero no significativamente la resistencia a la flexo-tracción del concreto a diseñar el pavimento rígido en la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho - 2019. Si el grado de sustitución de agregado grueso natural por agregado grueso reciclado no supere el 30%.

Para el objetivo secundario 2, se infiere que el uso de concreto reciclado tuvo un efecto benéfico, pero no significativo, en el módulo de elasticidad del concreto utilizado para diseñar la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho - 2019. Si la relación de sustitución de árido grueso natural por árido grueso reciclado no sea superior al 20%.

En cuanto al objetivo secundario 3, se infiere que el uso de concreto reciclado tendrá un efecto benéfico y significativo en el coeficiente de reacción de la superficie de apoyo para diseñar el pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho – 2019. Dado que el uso de árido reciclado como subcapa de material granular puede alcanzar valores óptimos de módulo de reacción, si se utiliza hasta valores superiores al 75% de árido reciclado en combinación con el suelo de fundación.

VII. RECOMENDACIONES

Para los estudios posteriores, además de las pruebas físicas y mecánicas, también se recomiendan los ensayos químicos de las unidades de procesamiento. Esto es para mejorar la dosificación de mezcla al incluir estos agregados. De esta manera, también se puede utilizar a escalas más grandes y en una variedad de aplicaciones.

Mientras que los resultados de resistencia a la flexo-tracción del hormigón obtenido mediante la incorporación de árido grueso regenerado muestran que la tensión media es inferior a la del hormigón estándar. Se recomiendan aditivos que mejoran la resistencia mecánica a la flexión.

Dado que los coeficientes elásticos del hormigón se calculan a partir de las tensiones de compresión, y estos coeficientes varían mucho, hasta un 20 % del árido natural se sustituye por árido reciclado. Pero al mismo tiempo, estos hormigones con árido reciclado tienden a consumir más agua, debido a que el mineral reciclado tiene mayor capacidad de absorción, por lo que también se aumenta la cantidad de material cementante para mantener la relación agua-cemento, lo que mejora el precio de la mezcla. Para evitar esto, se recomiendan los aditivos superplastificantes para ayudar a reducir la humedad al mantener la relación agua-cemento mientras se mejora el desempeño del concreto tanto en condiciones frescas como endurecidas.

Debido a que, en el estudio actual, el uso de agregados reciclados es muy beneficioso para mejorar el módulo de reacción de la subrasante. En las obras se recomienda el uso de áridos de hormigón reciclado para abaratar los costos de los materiales de base y las losas de hormigón, ya que el espesor de las losas tiende a disminuir cuanto mayor sea la superficie de los módulos de reacción de las superficies del apoyo.

REFERENCIAS

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington D.C.: AASHTO.
- ACI Committee 211. (1998). *Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete (ACI 211.2-98)*. EEUU: ACI.
- ACI Committee 363. (2011). *ACI 363.2R-11 Reported by ACI Committee 363 Guide to Quality Control and Assurance of High-Strength Concrete*. EE.UU: ACI.
- Aguilar Coro, D. I. (2019). Variación de la resistencia a compresión de un concreto compactado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al usar agregado grueso reciclado. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3487>
- Aguilar Espinoza, Y. S., & Perez Ayala, J. F. (2019). Viabilidad de la construcción del pavimento rígido utilizando concreto reciclado en la Avenida Pachacútec, Villa el Salvador – 2019. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50604>
- Alonso Guzmán, E. M., Bedolla Arroyo, J. A., Chávez García, H. L., González Valdéz, F. M., Hernández Barrios, H., Lara Gómez, C., . . . Torres Acosta, A. A. (2015). Concreto reciclado: Una revisión. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000300235#aff2
- Alvarez, J. (23 de Octubre de 2012). *CONCRETO RECICLADO*. Recuperado el 20 de Abril de 2019, de <https://prezi.com/o5w3raulsl-7/concreto-reciclado/>
- Asencio Sangay, A. R. (2014). Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/493>
- ASTM Committee C01. (2012). *ASTM C150. Standard Specification for Portland Cement*. EE.UU.
- ASTM Committee C09. (2009). *ASTM C33. Standard Specification for Concrete Aggregates*. EE.UU.
- Baptista Lucio, M., Fernández Collado, c., & Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Borja S, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Braja M, D. (2014). *Fundamentos de la ingeniería geotécnica*. México: Ediciones Ova.

- Cement Sustainability Initiative: Consejo Mundial Empresarial Para El Desarrollo Sostenible. (Julio de 2009). Reciclando concreto. Washington. Obtenido de https://ficem.org/publicaciones-CSI/DOCUMENTO-CSI-RECICLAJE-DEL-CONCRETO/RECICLAJE-D-CONCRETO_1.pdf
- Contreras Quezada, K. B., & Herrera Lázaro, V. A. (2015). Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y sub-bases de estructura de pavimento en Nuevo Chimbote – Santa - Ancash. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2708>
- Coronado Iturbide, J. (2002). *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos*. Guatemala.
- Gallo Guarín, C. A., & Posada Castiblanco, E. M. (2017). Diseño de un pavimento en concreto poroso con adición de agregados de concreto reciclado para la construcción de un modelo a escala. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1308&context=ing_civil
- Google Maps. (s.f.). *Campoy, San Juan de Lurigancho*. Recuperado el 17 de Mayo de 2019, de <https://www.google.com.pe/maps/place/Campoy,+San+Juan+de+Lurigancho+15457/@-12.0167394,-76.9755364,15z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x9105c5cb040f1713:0x884fc7557b1c5d89!8m2!3d-12.0181791!4d-76.9671865?hl=es-419>
- Guacaneme Lizarazo, F. A. (2015). Ventajas y Usos del Concreto Reciclado. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15151>
- Jordán Saldaña, J. C., & Viera Caballero, N. (2014). Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2084>
- Kent Loftin, M., Merritt, F. S., & Ricketts, J. T. (1992). *Manual del Ingeniero Civil. Tomo I* (4ª ed.). McGraw-Hill.
- Laserma Arcas, S. (2015). Avances en el comportamiento del hormigón reciclado: Fabricación, propiedades mecánicas y simulación numérica. Obtenido de <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/7411>
- León, J. P. (26 de Agosto de 2017). En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos. (E. Comercio, Ed.) Lima, Perú . Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/?ref=ecr>
- Ley 27314. (20 de julio de 2000). Ley General de Residuos Sólidos. Lima, Perú: El peruano.

- Meléndez Cueva, A. R. (2016). Utilización del concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huaraz - 2016. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/4372>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos*. Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima, Perú: MTC.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Megabite S.A.C.
- Mora Villota, D. H. (2016). Propiedades mecánicas y de permeabilidad de concreto fabricado con agregado reciclado. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59042>
- Morales , L. (03 de Diciembre de 2014). *Propiedades Mecánicas del Concreto*. Recuperado el 13 de Junio de 2019, de <https://es.slideshare.net/LuisMorales94/propiedades-mecanicas-del-concreto>
- Morales, M., Zamorano, M., Ruiz, A., & Valverde, I. (2011). Characterization of recycled aggregates construction and demolition waste for concrete production following the Spanish Structural Concrete Code EHE-08, Construction and Building Materials. *Elsevier*, 25, 742-748.
- Niño Hernández, J. R. (2010). *Tecnología del Concreto. Tomo I: Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas* (3ª ed.). Bogotá D.C., Colombia: ASOCRETO.
- NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.037. (2018). *AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos*. Lima, Perú: INACAL.
- Osorio, J. D. (2019). *360 EN CONCRETO*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>

- Reyes Romero, C., & Sánchez Carlessi, H. (2015). *Metodología y Diseños de la Investigación Científica*. Lima: Bussines Suport.
- Rivva López, E. (1992). *Tecnología del Concreto: Diseño de mezclas*. Lima, Perú: MOZLO S.C.R.L.
- Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2015). *Pavimentos. Materiales, construcción y diseño*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Toirac Corral, J. (Julio - Septiembre de 2012). CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE ARENA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA, SU IMPACTO EN LA CALIDAD Y COSTO DEL HORMIGÓN. *Ciencia y Sociedad*, XXXVII(3), 293-334. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=87024622003>
- Zárate Aquino, M., Salazar Rodríguez, A., & Tena Colunga, J. A. (2015). *Pavimentos de concreto para carreteras* (Vol. I). México D.F.: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.

ANEXOS

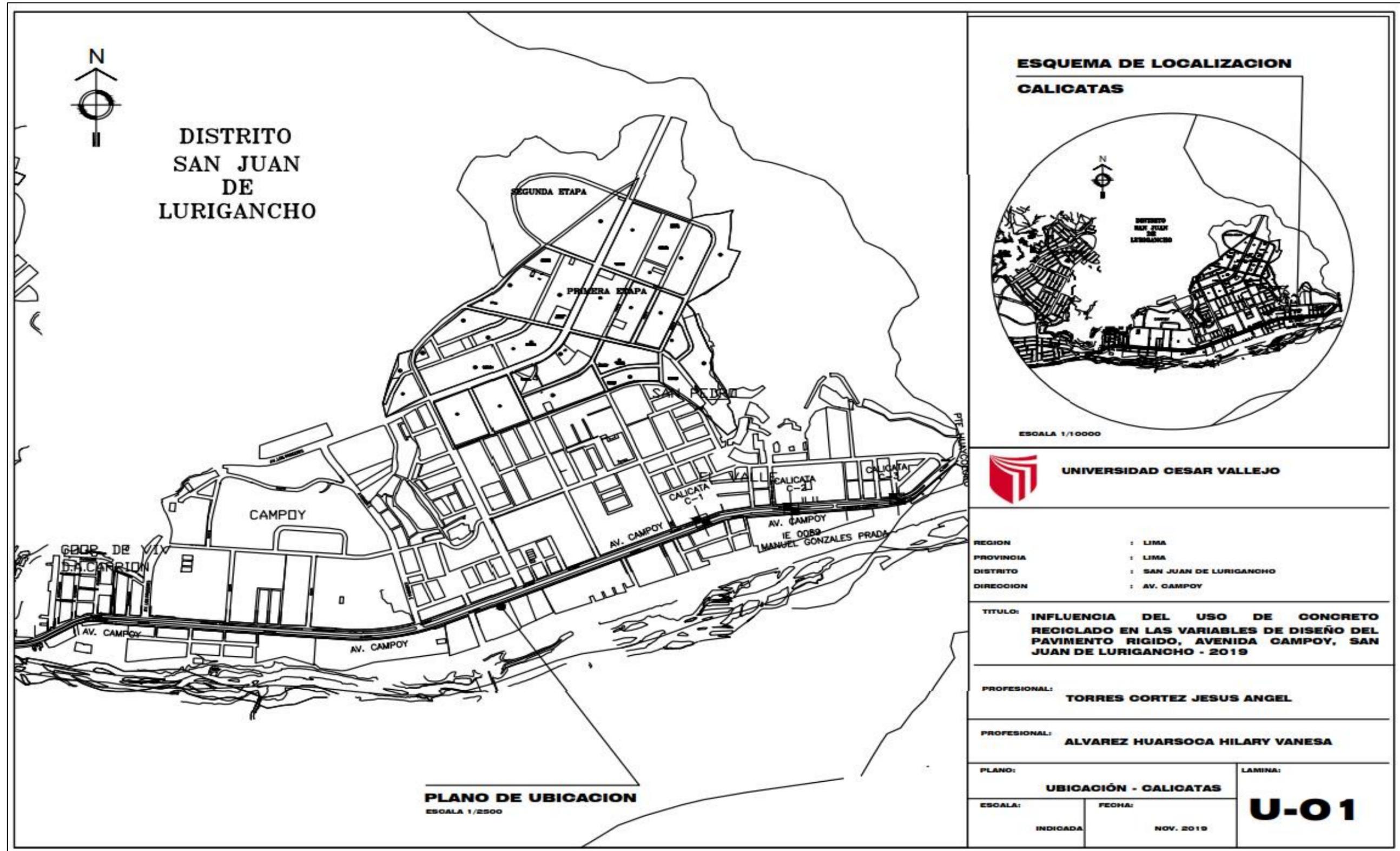
Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente Concreto reciclado	Se entiende por concreto reciclado, a todos los áridos (agregados) finos o gruesos que son obtenidos en plantas especializadas de reciclados de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) con la finalidad de ser reutilizadas (Álvarez, 2012, p. 3).	El concreto reciclado a partir de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) puede ser triturado y utilizado como material granular fino para sub bases, bases viales y como agregado grueso para el diseño de nuevos concretos (Cement Sustainability Initiative, 2009, p. 27).	Material granular fino para sub bases	El material granular para sub bases viales, principalmente deben cumplir los requisitos de granulometría y los valores de California Bearing Ratio (CBR) recomendados según el tráfico de los ejes equivalentes (MTC, 2013, p. 370).	Granulometría California Bearing Ratio (CBR)	Razón
			Agregado grueso reciclado	Según Morales et al (2011), para realizar el análisis de las propiedades de los agregados gruesos reciclados, los países que aún no cuentan con una normativa para estos, se enfocan principalmente en cumplir con los parámetros de la normativa para la caracterización de los agregados naturales. Donde los principales parámetros son la granulometría, el peso específico, los porcentajes de absorción y humedad, el peso unitario suelto y compactado, la abrasión a la máquina de los ángeles, etc.	Granulometría Peso específico Porcentaje de absorción Porcentaje de humedad Peso unitario suelto Peso unitario compactado Abrasión en la máquina de los ángeles	Razón
			Diseño de Concreto	El diseño del concreto de acuerdo a Rivva (1992, p. 14, 52) consiste en seleccionar los materiales de tal manera que se obtenga una mezcla eficiente y económica. Así mismo, para su elaboración menciona que, resulta fundamental que se proporcione adecuadamente los materiales con el fin de lograr las propiedades del concreto especificado. Para ello, propone que los cálculos se realicen de acuerdo a los siguientes pasos: Resistencia requerida, contenido de aire atrapado, asentamiento, contenido de agua, relación a/c por resistencia, contenido de cemento, contenido de agregados gruesos y finos y de ser el caso incorporar algunos aditivos.	Resistencia requerida Contenido de aire atrapado Asentamiento (Slump) Contenido de agua Relación a/c por resistencia Contenido de cemento Contenido de agregado grueso natural Contenido de agregado grueso reciclado Contenido de agregados finos	Razón
Variable dependiente Variables de diseño del pavimento rígido	Según la metodología de diseño AASHTO 93 existen tres parámetros principales para el diseño de los pavimentos rígidos las cuales son el tránsito vehicular, la resistencia del concreto y las características del terreno de apoyo, de los mismos que se desprenden más variables para el dimensionamiento de los espesores de las capas de del pavimento (Rondón y Reyes, 2015, p. 232)	Las variables de diseño del pavimento rígido en las cuales interviene el uso del concreto y por consiguiente se podría incorporar los agregados de concreto reciclado, son la resistencia a la flexo-tracción del concreto, el módulo de elasticidad del concreto y el módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa. (MTC, 2014, p. 225).	Resistencia a la flexo-tracción del concreto	La resistencia a la flexo-tracción se obtendrá según el ensayo del MTC E 709 para la cual se elaborarán 2 vigas las cuales se ensayarán a los 28 días. Así mismo, esta resistencia también se obtiene a partir de la resistencia a la compresión del concreto según la correlación del ACI 363(MTC, 2014, p. 231).	Esfuerzo a la flexo-tracción Correlación del ACI 363	Razón
			Módulo de elasticidad del concreto	El módulo de elasticidad puede ser calculado usando una correlación recomendada por el American Concrete Institute (ACI) a partir de la resistencia a la compresión del concreto (MTC, 2014, p. 231).	Resistencia a la compresión Correlación recomendada del ACI	Razón
			Módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa	El módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa (módulo de reacción compuesta) por lo general se calcula en función al módulo de reacción de la subrasante y al módulo de reacción de la subbase o base granular (MTC, 2014, p. 229, 230).	Módulo de reacción de la subrasante Módulo de reacción de la base granular Módulo de reacción compuesta	Razón

Anexo 2. Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿Cuáles son los efectos en las variables de diseño, del concreto elaborado con áridos reciclados, para el pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019?	Identificar los efectos, del empleo de áridos reciclados, en las variables de diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.	El empleo de áridos reciclados afecta a las variables de diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.	Método: Científico (Borja, 2012, p. 31) Enfoque: Cuantitativo (Baptista et al., 2014, p. 4) Tipo: Aplicativo (Borja, 2012, p. 10) Diseño: Cuasi – experimental (Borja, 2012, p. 28)
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	POBLACIÓN Y MUESTRA
¿Cuáles son los efectos en la resistencia a la flexo-tracción, del concreto elaborado con áridos reciclados, para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019?	Identificar los efectos, del empleo de áridos reciclados, en la resistencia a la flexo-tracción del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.	El empleo de áridos reciclados afecta la resistencia a la flexo-tracción del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.	POBLACION Según Borja (2012, p. 30), En la presente investigación se tomará como población al pavimento rígido correspondiente al tramo de la Avenida Campoy, el cual empieza desde la Avenida Gran Chimú con progresiva 0+000 hasta el Puente Huaycoloro con progresiva 3+200 sumando una extensión de 3.20 km.
¿Cuáles son los efectos en el módulo de elasticidad, del concreto elaborado con áridos reciclados, para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019?	Identificar los efectos, del empleo de áridos reciclados, en el módulo de elasticidad del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.	El empleo de áridos reciclados afecta al módulo de elasticidad del concreto para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.	MUESTRA Según Baptista et al. (2014, p. 173), La muestra usada para la presente investigación corresponde 01 km de la Avenida Campoy, comprendida entre Puente Huaycoloro con progresiva 3+200 hasta la Avenida Calle 8 con progresiva 2+200.
¿Cuáles son los efectos en el módulo de reacción, de la superficie de apoyo elaborado con áridos reciclados, para el diseño del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019?	Identificar los efectos, del empleo de áridos reciclados, en el módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.	El empleo de áridos reciclados afecta al módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa del pavimento rígido de la Av. Campoy, San Juan de Lurigancho-2019.	MUESTREO Para esta investigación se empleará el muestreo no probabilístico; ya que, en este según Borja (2012, p. 32) a diferencia del muestreo probabilístico la selección de la muestra no está sujeto a la probabilidad sino del criterio de los investigadores.
			TÉCNICA E INSTRUMENTO
			Técnica: La técnica será la observación (Borja, 2012, p. 33) Instrumento: Formatos de laboratorio (Sánchez y Reyes, 2015, p. 166)

Anexo 3. Plano de ubicación del proyecto.



DISTRITO
SAN JUAN
DE
LURIGANCHO

PLANO DE UBICACION
ESCALA 1/2500

**ESQUEMA DE LOCALIZACION
CALICATAS**

ESCALA 1/10000



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

REGION : LIMA
PROVINCIA : LIMA
DISTRITO : SAN JUAN DE LURIGANCHO
DIRECCION : AV. CAMPOY

TITULO: **INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECIKLADO EN LAS VARIABLES DE DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA CAMPOY, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2019**

PROFESIONAL: **TORRES CORTEZ JESUS ANGEL**

PROFESIONAL: **ALVAREZ HUARSOCA HILARY VANESA**

PLANO: **UBICACION - CALICATAS**

LAMINA:
U-01

ESCALA: INDICADA
FECHA: NOV. 2019

Anexo 4. Conteo vehicular.

																	
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO										FECHA		TOTAL					
TRAMO DE LA CARRETERA		TRAMO II								9			10		2019		
SENTIDO		PTE HUAYCOLORO - AV CHMU															
UBICACIÓN		AVENIDA CAMPOV															
DIA		MIERCOLES															
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI			B2	C2	C3	T2S2	T2S3					
CARRERA VDA																	
0-1	17	8	2	1	7	2	0	1	1	0	0					39	
1-2	25	11	3	1	5	0	0	0	1	0	1					46	
2-3	31	13	3	2	15	0	0	2	3	0	0					69	
3-4	77	35	13	10	20	1	1	0	10	0	0					167	
4-5	102	68	10	18	27	7	7	3	10	0	3					235	
5-6	138	64	17	22	31	15	15	10	15	0	7					314	
6-7	182	87	13	31	29	29	19	19	19	0	3					421	
7-8	163	77	10	24	30	42	14	10	16	2	8					396	
8-9	188	88	20	13	48	33	45	33	27	0	1					490	
9-10	183	87	11	18	41	8	17	22	12	1	2					404	
10-11	178	85	13	27	57	13	35	33	21	0	4					443	
11-12	134	78	13	33	38	10	19	40	29	0	6					400	
12-13	152	80	17	29	31	15	19	37	23	3	4					419	
13-14	184	109	20	24	45	19	27	41	20	2	3					494	
14-15	208	122	21	24	61	17	27	30	26	1	1					518	
15-16	203	117	22	36	40	20	32	44	34	0	6					534	
16-17	134	78	13	18	58	33	29	27	23	0	7					402	
17-18	171	99	9	24	52	25	40	33	18	1	6					481	
18-19	177	104	14	21	47	41	35	29	27	0	3					489	
19-20	134	85	10	19	58	38	30	13	31	0	2					421	
20-21	140	60	17	13	42	21	13	27	15	2	4					364	
21-22	133	57	9	7	49	27	20	15	10	0	5					332	
22-23	81	34	7	3	39	20	13	3	3	0	0					209	
23-24	38	16	3	2	22	13	10	4	2	0	0					112	
TOTAL	3195	1648	291	422	843	646	489	463	401	12	81					8291	

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**



TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO II	FECHA		
SENTIDO	PTE HUIYACOLORO - AV OHMU	10	10	2019
UBICACIÓN	AVENIDA CAMPOY			
DIAS	JUEVES			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI			C1	C2	C3	T2U2	T2U3	T1U1	T1U2	T1U3	T1U4	
0-1	15	5	1	1	3	0	1	1	1	1	0	0					28
1-2	21	13	2	0	3	1	1	2	2	1	0	0					47
2-3	33	10	2	3	10	1	0	1	4	0	1						67
3-4	67	34	17	8	14	2	2	1	8	0	2						155
4-5	97	45	8	14	25	9	4	2	9	3	1						217
5-6	140	59	15	24	27	18	17	10	13	1	4						328
6-7	170	91	10	29	28	24	18	15	17	0	4						406
7-8	152	74	13	25	25	18	13	8	18	2	3						347
8-9	189	79	18	28	64	14	22	58	30	1	4						501
9-10	202	86	24	18	54	16	25	66	45	1	7						501
10-11	154	47	23	17	29	9	15	53	33	0	3						407
11-12	181	77	21	27	28	8	21	49	58	1	4						467
12-13	147	76	13	25	27	17	18	41	25	1	3						301
13-14	186	98	15	23	41	21	29	63	22	0	2						480
14-15	192	81	18	20	36	10	25	49	38	0	1						464
15-16	168	72	18	28	54	16	32	49	34	1	4						470
16-17	175	75	21	32	50	19	37	68	32	1	3						491
17-18	160	93	11	19	48	18	35	30	39	0	7						463
18-19	172	103	10	22	44	18	33	18	29	0	5						472
19-20	168	73	8	17	57	17	31	14	33	0	1						419
20-21	145	68	19	15	40	23	25	22	13	0	3						371
21-22	129	43	7	4	39	18	18	14	9	1	7						320
22-23	74	31	5	4	31	17	13	7	4	1	1						188
23-24	17	14	2	4	20	10	8	3	3	1	1						51
TOTAL	3150	1501	299	425	800	383	443	588	514	16	71						8190

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO II	FECHA		
SENTIDO	PTE HUAYACOLORO - AV CHIMU	11	10	2019
UBICACIÓN	AVENIDA CAMPOT			
DA	VERNES			

HORA	AUTO	STATION WAGEN	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER		TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI			B2	C2	C3	T252	T352				
0-1	11	7	0	3	2	1	0	3	0	1	1					31
1-2	19	15	1	1	2	3	0	3	2	0	1					47
2-3	30	11	3	1	9	1	2	1	6	1	2					68
3-4	43	34	15	6	11	5	5	0	5	1	4					135
4-5	66	41	9	13	19	7	1	3	7	4	3					227
5-6	145	57	18	21	26	15	13	9	11	6	2					338
6-7	182	89	11	27	25	22	14	14	15	3	2					404
7-8	181	71	11	20	27	17	9	15	18	3	3					354
8-9	200	71	11	26	33	15	27	45	25	2	4					481
9-10	199	61	17	35	31	18	23	31	34	1	5					515
10-11	161	66	24	19	32	11	13	44	27	2	0					399
11-12	182	78	24	29	29	9	19	41	45	2	2					488
12-13	152	71	15	27	29	15	18	39	34	1	0					403
13-14	181	66	17	22	36	19	27	40	31	1	3					426
14-15	188	76	18	24	33	11	23	43	34	2	0					455
15-16	165	69	21	25	45	16	31	41	36	0	3					452
16-17	185	77	24	31	48	17	36	46	34	0	3					483
17-18	181	67	12	21	48	21	37	32	42	1	3					477
18-19	182	67	13	20	42	35	31	37	31	1	3					482
19-20	145	77	11	19	34	35	30	15	35	1	3					425
20-21	142	59	17	17	45	21	27	23	15	3	7					376
21-22	119	38	9	8	38	32	19	15	11	2	3					338
22-23	98	25	8	7	31	15	15	9	8	2	3					259
23-24	30	11	3	5	28	11	9	5	5	0	3					108
TOTAL	1882	1461	127	428	764	370	428	584	506	40	69					8139

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**



TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO II	FECHA		
SENTIDO	PTE HUAYCOCORO - AV CHIMU	12	10	2019
UBICACIÓN DIA	HUENCA CAMPO (SABADO)			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER		TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI			C2	C3	T2S2	T3S3	T1S1	T2S2	T3S3	T4S4	
0-1	18	7	9	2	5	1	0	0	0	0	0					35
1-2	23	13	4	2	5	2	0	0	2	1	1					39
2-3	24	12	4	1	9	2	2	1	1	2	0					41
3-4	54	35	15	10	13	3	0	1	5	0	0					104
4-5	88	67	10	15	21	7	3	0	7	2	1					224
5-6	99	61	17	23	25	14	13	3	12	1	2					279
6-7	136	99	11	32	29	22	15	4	18	0	2					387
7-8	134	71	15	29	23	17	12	9	19	0	1					341
8-9	185	75	20	30	54	13	18	30	28	1	4					438
9-10	198	88	21	34	57	15	23	23	34	2	5					509
10-11	161	68	22	19	30	7	16	18	31	0	3					390
11-12	171	72	20	28	31	7	20	22	49	1	2					457
12-13	155	75	15	28	32	15	17	31	33	1	3					399
13-14	179	88	17	22	44	19	27	32	35	1	1					462
14-15	188	74	18	22	39	11	23	32	28	0	1					438
15-16	181	70	20	32	55	15	29	34	24	1	1					441
16-17	178	78	21	33	45	17	32	34	23	0	1					469
17-18	165	95	13	23	43	25	33	28	37	0	2					462
18-19	179	109	9	24	43	36	33	18	21	0	2					460
19-20	149	78	8	19	35	35	35	12	23	0	0					411
20-21	151	69	21	17	40	21	26	20	9	0	1					380
21-22	131	83	9	5	37	28	18	11	6	0	3					318
22-23	102	33	7	5	33	14	16	8	4	1	1					224
23-24	88	21	5	5	25	8	7	5	1	1	1					167
TOTAL	3128	1517	325	444	795	356	418	336	448	18	42					7883

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**



TRAMO DE LA CARRETERA		TRAMO B			
SENTIDO		PTE HUAYCOLORO - AV OHMI		FECHA	
UBICACIÓN		HUENCA CAMPO		13	10
34		CORONGO		2018	

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER		TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	CÓMBI			B2	C2	C3	T252	T253	T352	T353	T354	
0-1	20	4	0	2	2	1	0	1	0	1	0					31
1-2	19	8	2	2	2	1	0	1	2	1	0					37
2-3	23	6	1	4	8	3	1	0	1	0	1					48
3-4	37	28	13	7	11	1	1	2	3	1	1					125
4-5	66	45	11	15	21	6	3	3	0	1	1					192
5-6	110	48	13	14	22	14	15	6	3	2	1					262
6-7	160	71	6	18	26	18	15	11	2	0	2					326
7-8	154	24	11	12	28	15	11	9	2	1	2					264
8-9	168	77	15	18	44	18	23	38	4	1	2					409
9-10	182	66	21	21	49	14	23	32	2	1	2					423
10-11	148	47	22	15	39	11	16	33	3	0	3					337
11-12	161	35	18	17	31	11	18	23	2	1	1					339
12-13	134	66	15	21	28	14	16	21	5	1	1					323
13-14	116	68	17	21	31	18	31	33	6	0	2					403
14-15	171	71	18	18	35	18	23	36	8	0	1					396
15-16	166	61	18	23	44	14	29	34	8	2	1					400
16-17	174	71	19	22	40	17	35	38	3	1	3					423
17-18	185	85	10	21	36	14	33	28	1	0	4					405
18-19	133	97	8	18	34	36	35	15	0	1	3					400
19-20	148	67	6	15	47	35	33	13	0	0	1					365
20-21	143	61	16	13	30	21	34	15	1	0	3					331
21-22	118	52	6	5	31	26	19	13	2	1	3					278
22-23	85	31	3	2	23	15	11	5	2	1	3					181
23-24	45	13	1	1	18	9	8	3	1	2	2					106
TOTAL	246	1291	272	337	679	352	420	428	60	19	45					6737

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**



TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO II	
SENTIDO	PTE HUAYACOLORO - AV CHIMU	FECHA
UBICACIÓN	AVENIDA CAMPOY	14 10 2018
DIA	LUNES	

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER		TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMER			B2	C2	C3	T2S2	T2S3				
0-1	18	7	5	2	2	1	1	5	1	0	1					39
1-2	23	15	5	2	2	0	2	1	1	0	1					52
2-3	35	11	4	4	7	1	2	1	5	1	3					73
3-4	65	28	19	7	17	1	3	2	7	0	0					149
4-5	95	55	10	15	26	4	5	4	11	1	0					224
5-6	142	61	17	27	39	19	14	13	15	0	3					340
6-7	172	87	18	31	35	25	16	15	17	1	5					407
7-8	159	75	15	24	23	21	15	10	19	3	4					362
8-9	189	69	19	30	44	19	23	39	32	2	3					469
9-10	204	84	25	41	51	15	24	56	40	2	9					554
10-11	168	71	25	32	31	13	17	54	35	3	5					444
11-12	191	79	22	29	32	14	19	44	35	2	5					492
12-13	152	74	15	27	29	15	17	45	29	2	7					412
13-14	176	88	17	25	48	22	31	41	33	1	4					481
14-15	166	85	18	21	38	14	27	47	34	1	3					472
15-16	163	81	20	29	57	17	33	44	44	1	7					496
16-17	182	77	23	33	48	22	38	46	33	3	5					510
17-18	174	91	15	21	48	28	33	33	37	2	9					491
18-19	174	103	12	24	46	35	31	20	34	2	6					487
19-20	158	83	10	19	59	35	39	15	36	6	3					463
20-21	147	69	21	19	41	25	26	23	17	3	5					396
21-22	131	65	10	11	41	29	19	17	11	2	6					342
22-23	85	53	8	6	33	19	13	13	9	1	3					225
23-24	29	17	4	6	25	13	10	7	2	0	3					118
TOTAL	3212	1506	350	475	797	407	458	593	558	39	102					8897

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**



TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO II			
SENTIDO	PTE HUAYCOLORO - AV CHIMU	FECHA		
UBICACIÓN	AVENIDA CAMPO	15	10	2019
DIA	MIÉRCOLES			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER		TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI			C1	C2	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	T3S4	
0-1	17	6	1	0	5	1	2	1	1	1	0					39
1-2	24	14	3	1	5	0	0	1	0	0	0					54
2-3	35	12	4	2	11	4	1	2	2	1	2					78
3-4	50	36	13	9	13	5	3	0	5	2	2					131
4-5	98	67	9	13	27	11	5	5	8	2	1					246
5-6	137	62	17	21	29	15	19	9	16	1	3					329
6-7	173	95	13	31	30	26	17	13	17	9	3					427
7-8	195	77	15	23	28	19	15	9	13	5	3					362
8-9	181	79	18	29	39	17	23	35	7	3	3					489
9-10	205	91	26	39	37	13	27	62	37	4	7					579
10-11	185	75	25	19	31	13	13	51	38	1	4					438
11-12	184	77	23	29	30	11	18	45	61	2	4					485
12-13	151	73	15	27	29	19	12	48	62	1	3					414
13-14	131	55	17	23	40	23	31	45	6	1	1					472
14-15	185	78	18	23	38	12	17	40	39	1	1					476
15-16	171	69	20	31	33	18	33	45	35	2	3					482
16-17	178	77	23	33	48	21	39	51	33	0	5					508
17-18	165	95	13	21	44	28	37	33	41	0	5					482
18-19	175	109	13	23	42	39	31	21	32	1	3					485
19-20	131	73	9	19	33	39	33	18	33	1	3					438
20-21	147	69	17	17	40	24	21	25	13	0	2					379
21-22	132	63	9	9	41	30	18	13	7	1	4					328
22-23	78	33	7	5	33	19	12	9	6	3	3					208
23-24	34	17	4	7	23	11	9	5	3	2	1					115
TOTAL	3211	1537	338	659	818	423	463	601	695	49	68					8154

Anexo 5. Diseño del pavimento rígido.

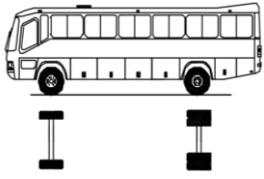
1. Conteo de tráfico realizado en los días laborables y no laborables. Clasificando el tipo de vehículo y el número de repeticiones por horas en IMDS.

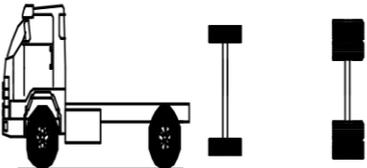
El IMDS se calcula con la sumatoria total de los días laborables y no laborables dividido entre los 7 días de la semana.

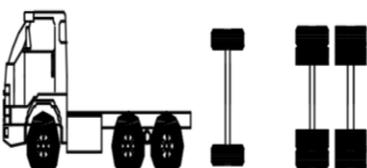
$$TDLasb = (L + M + Mi + J + V) / 5; TDNLab = (S + D) / 2; IMDs = 5 \times TDLab + 2 \times TDNLab$$

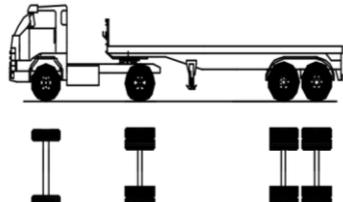
																	
RESUMEN DE CLASIFICACION VEHICULAR																	
TRAMO DE LA CARRETERA		TRAMO III															
SENTIDO		ESTE - OESTE										FECHA					
UBICACIÓN		AVENIDA CAMPOY										09/10/2019-15/10/2019					
DIA		MIERCOLES - MARTES															
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI		B2	C2	C3	T2S2	T3S3						
DIAGRA. VEH.																	
MIERCOLES	3195	1648	291	422	843	446	489	463	401	12	81					8291	
JUEVES	3150	1501	299	425	800	383	443	588	514	16	71					8190	
VIERNES	3182	1461	327	428	764	370	428	564	506	40	69					8139	
SABADO	3128	1517	325	444	795	356	418	396	448	14	42					7883	
DOMINGO	2946	1249	272	337	676	352	425	416	60	19	45					6797	
LUNES	3212	1506	350	475	797	407	458	593	558	39	102					8497	
MARTES	3211	1537	338	459	818	423	463	603	485	49	68					8454	
TOTAL	15601	7376	1514	2056	3878	1907	2203	2427	1929	101	308					39300	
IMDS	2229	1054	216	294	554	272	315	347	276	14	44					5614	

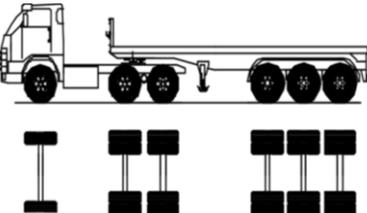
2. Factor de camión por ejes equivalentes EE.

Configuracion vehicular	Descripcion grafica vehicular	EE=	$\left[\frac{P}{6.6}\right]^{4.1}$	$\left[\frac{P}{8.2}\right]^{4.1}$		
B2		Ejes	E1	E2		
		Peso	7	11		Factor de camion
		Factor E.E.	1.273	3.335		4.608
		SUMATORIA Tn				

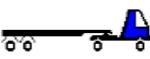
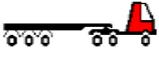
Configuracion vehicular	Descripcion grafica vehicular	EE=	$\left[\frac{P}{6.6}\right]^{4.1}$	$\left[\frac{P}{8.2}\right]^{4.1}$		
c2		Ejes	E1	E2		
		Peso	7	11		Factor de camion
		Factor E.E.	1.273	3.335		4.608
		SUMATORIA Tn				

Configuracion vehicular	Descripcion grafica vehicular	EE=	$\left[\frac{P}{6.6}\right]^{4.1}$	$\left[\frac{P}{6.6}\right]^{4.1}$		
c3		Ejes	E1	E2		
		Peso	7	18		Factor de camion
		Factor E.E.	1.273	3.458		4.731
		SUMATORIA Tn				

Configuracion vehicular	Descripcion grafica vehicular	EE=	$\left[\frac{P}{6.6}\right]^{4.1}$	$\left[\frac{P}{8.2}\right]^{4.1}$	$\left[\frac{P}{13.3}\right]^{4.1}$	
T2S2		Ejes	E1	E2	E3	
		Peso	7	11	18	Factor de camion
		Factor E.E.	1.273	3.335	3.458	8.066
		SUMATORIA Tn				

Configuracion vehicular	Descripcion grafica vehicular	EE=	$\left[\frac{P}{6.6}\right]^{4.1}$	$\left[\frac{P}{13.3}\right]^{4.0}$	$\left[\frac{P}{17.5}\right]^{4.0}$	
T3S3		Ejes	E1	E2	E3	
		Peso	7	18	25	Factor de camion
		Factor E.E.	1.273	3.355	4.316	8.944
		SUMATORIA Tn				

Cuadro de resumen de Factor de equivalencia

HORA	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER	
	B2	C2	C3	T2S2	T3S3
DIAGRA. VEH.					
FACTOR DE EQUIVALENCIA	4.608	4.608	4.731	8.066	8.944
PESO EN TN	18	18	25	36	50
PESO EN KIPS	39.683	39.683	55.115	79.366	110.231
IMDS	315	347	276	14	44
E.E.	1450	1598	1304	116	394
Esal ₀	4861				

3. Cálculo del Esal

Para ello se identifican los factores de distribución de dirección y el factor de crecimiento acumulado.

3.1. Cuadro de distribución direccional.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado (Fd x Fc para carril de diseño)
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

3.2. Factor de crecimiento acumulado

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Dónde:

r = Taza de crecimiento anual = 0.05

n = Periodo de diseño = 20 años

$$Fca = \frac{(1+0.05)^{20} - 1}{0.05} = 33.0659541$$

$$Esal = Esalo \times 365 \times FD \times FC \times Fca$$

$$Esal = 4861 \times 365 \times 1.00 \times 0.80 \times 33.0659541$$

$$Esal = 46934212.04 \text{ tn} \approx 46.9 \text{ E}+05 \text{ KN}$$

4. Propiedades de los materiales

4.1. Resistencia de compresión del concreto

$$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$$

4.2. Módulo de elasticidad del concreto

Según la correlación del ACI

$$Ec = 57000 \sqrt{f'c} \quad ; \text{ donde } (f'c \text{ en psi})$$

$$\text{Teniendo } f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 \approx 4978.155 \text{ psi}$$

$$Ec = 57000 \sqrt{350} = 4021694,36 \text{ psi} = 27728.6 \text{ Mpa}$$

$$Ec = 4.02 \text{ E} + 06 \text{ psi}$$

4.3. Módulo de rotura

Según la Correlación del ACI 363

$$Mr = a \sqrt{f'c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Donde los valores de "a" se encuentran entre 1.99 y 3.18

Tomando un valor promedio de 2.6 para "a" y teniendo $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

$$Mr = 2.6 \sqrt{350} = 48.64 \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = 691.84 \text{ psi} = 4.77 \text{ Mpa}$$

5. Datos de tráfico y otras propiedades

5.1. Números de ejes equivalentes.

$$Esal = 46934212.04 \text{ tn} \approx 46.9 \text{ E}+05 \text{ KN}$$

5.2 Factor de confiabilidad (R) = 95%

5.3. Desviación estándar Normal (Zr)= -1.645

Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%	-0.385
	TP1	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP2	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP3	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP4	750 001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	TP13	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	TP14	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	TP15	>30'000,000		95%	-1.645

5.4. Desviación estándar (So) = 0.35

6. Módulo de reacción de la subrasante (K)

6.1. Estimación del módulo de reacción de la subrasante.

Si C.B.R. < 10%

$$K_0 = 2.55 + 52.5 \times (\log (\text{C.B.R.}))$$

Si C.B.R. > 10 % → C.B.R. = 41.6%

$$K_0 = 46 + 9.08 \times (\log (\text{C.B.R.})) ^ 4.34$$

$$K_0 = 119.51 \text{ Mpa / m} = 436.20 \text{ pci/m}$$

6.2. Estimación del módulo de reacción de la subbase granular.

Si C.B.R. < 10%

$$K_1 = 2.55 + 52.5 \times (\log (\text{C.B.R.}))$$

Si C.B.R. > 10% → C.B.R. = 138%

$$K_1 = 46 + 9.08 \times (\log (\text{C.B.R.})) ^ 4.34$$

$$K_1 = 292.59 \text{ Mpa / m} = 1067.95 \text{ pci/m}$$

6.3. Estimación del módulo de reacción compuesta, considerando una subbase con espesor de 20 cm.

$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$	
K1 (kg/cm ³)	: Coeficiente de reacción de la sub base granular
KC (kg/cm ³)	: Coeficiente de reacción combinado
K0 (kg/cm ³)	: Coeficiente de reacción de la subrasante
h	: Espesor de la subbase granular

$$K_c = [1 + (0.20/38)^2 \times (292.59/119.51)^{2/3}]^{0.5} \times 119.51$$

$$K_c = 148.95 \text{ Mpa/m} = 543.67 \text{ pci/m}$$

7. Serviciabilidad inicial y final

7.1. Índice de serviciabilidad inicial (pi) = 4.5

7.2. Índice de serviciabilidad final (Pf) = 3

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

8. Transferencia de carga (J) = 2.8

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

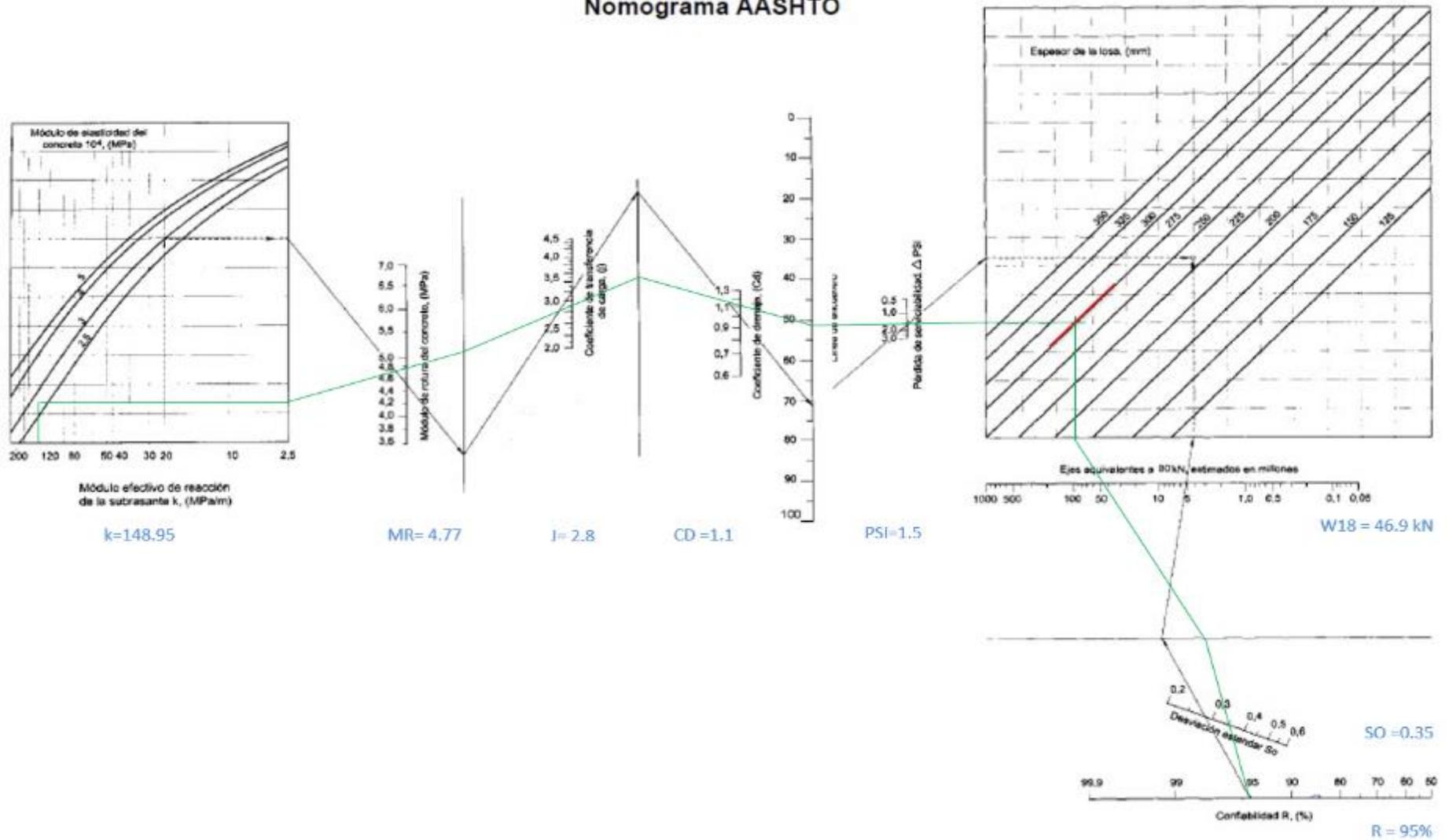
9. Coeficiente de drenaje (cd) = 1.10

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

10. Cálculo del espesor de la losa (Df) mediante el monograma de AASHTO 93 y su verificación mediante el software ecuación AASHTO 93.

Luego de ingresar los datos en el monograma, se obtiene un espesor de 275 mm para la losa del pavimento rígido.

Nomograma AASHTO



Verificando los cálculos con el software ecuación AASHTO 93, se obtiene espesor de pavimento rígido igual a 11.4" = 289 mm. De ambos valores por seguridad se toma el mayor el cual redondeado para fines constructivos viene a ser 0.29 m.

11. Dimensionamiento del pavimento rígido

11.1. Dimensionamiento de la losa para una vía con un ancho de 6.60 m.

ANCHO DE CARRIL (M) = ANCHO DE LOSA (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Ancho de losa = 3.30 m

Longitud de losa = 4.10 m

11.2. Transferencia de carga mediante pasadores o dowells.

Los valores de estos se obtienen en función al rango donde se encuentra, el valor del espesor de la losa, dentro de la siguiente tabla recomendada por los miembros del MTC.

Entonces para una losa de espesor igual a 0.29 m = 290 mm

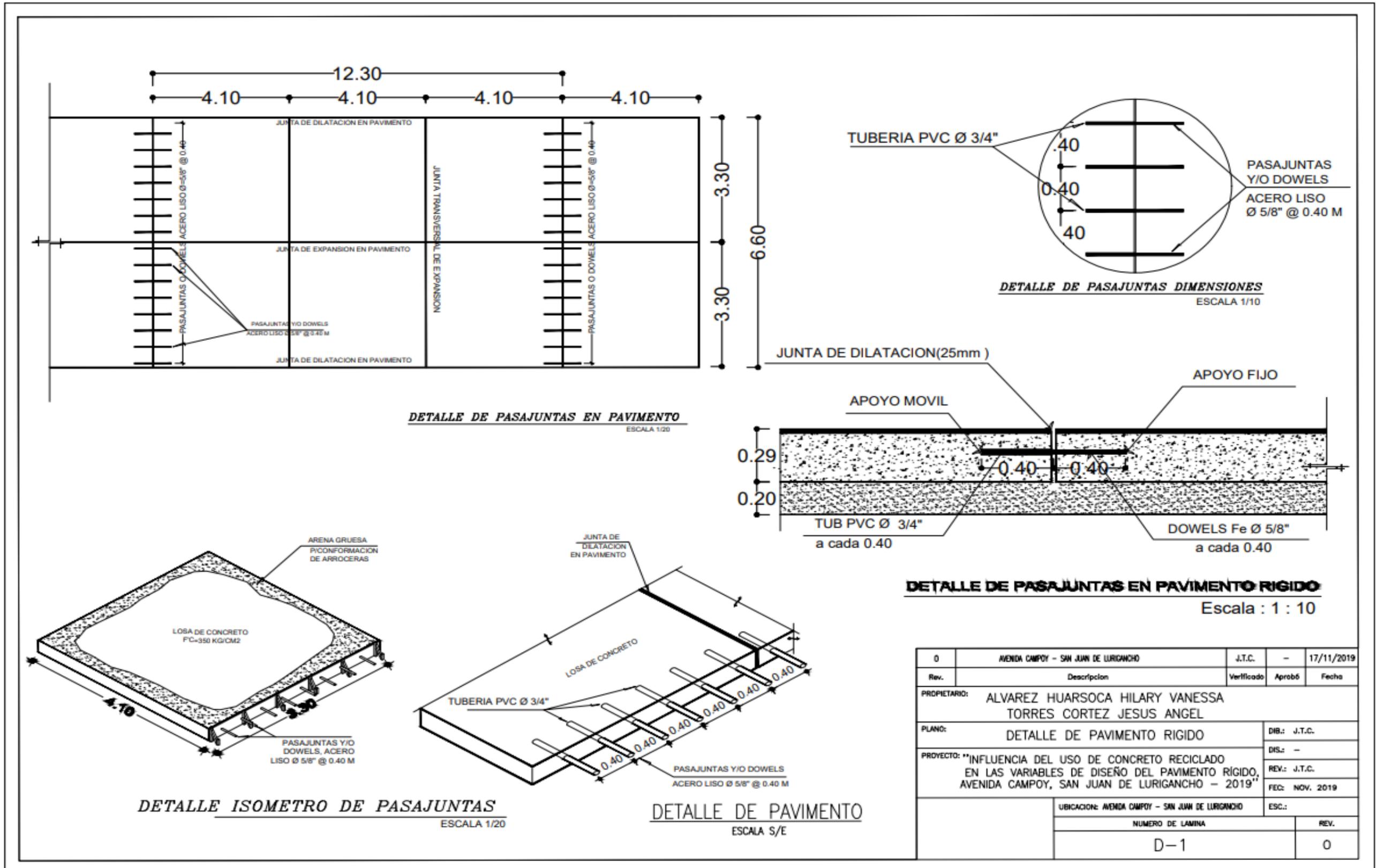
RANGO DE ESPELOR DE LOSA (MM)	DIÁMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 - 200	25	1"	410	300
200 - 300	32	1 ¼"	460	300
300 - 430	38	1 ½"	510	380

11.3. Barras de amarre

Para una losa de espesor igual a 0.29 m = 290 mm

ESPELOR DE LOSA (MM)	TAMAÑO DE VARILLA (CM) DIAM. x LONG.	DISTANCIA DE LA JUNTA AL EXTREMO LIBRE	
		3.00 M	3.60 M
150	1.27 x 66	@ 76 cm	@ 76 cm
160	1.27 x 69	@ 76 cm	@ 76 cm
170	1.27 x 70	@ 76 cm	@ 76 cm
180	1.27 x 71	@ 76 cm	@ 76 cm
190	1.27 x 74	@ 76 cm	@ 76 cm
200	1.27 x 76	@ 76 cm	@ 76 cm
210	1.27 x 78	@ 76 cm	@ 76 cm
220	1.27 x 79	@ 76 cm	@ 76 cm
230	1.59 x 76	@ 91 cm	@ 91 cm
240	1.59 x 79	@ 91 cm	@ 91 cm
250	1.59 x 81	@ 91 cm	@ 91 cm
260	1.59 x 82	@ 91 cm	@ 91 cm
270	1.59 x 84	@ 91 cm	@ 91 cm
280	1.59 x 86	@ 91 cm	@ 91 cm
290	1.59 x 89	@ 91 cm	@ 91 cm
300	1.59 x 91	@ 91 cm	@ 91 cm

Anexo 6. Plano de detalles constructivos del pavimento rígido.



0	AVENIDA CAMPOY - SAN JUAN DE LURIGANCHO	J.T.C.	-	17/11/2019
Rev.	Descripcion	Verificado	Aprobó	Fecha
PROPIETARIO:	ALVAREZ HUARSOCA HILARY VANESSA TORRES CORTEZ JESUS ANGEL			
PLANO:	DETALLE DE PAVIMENTO RIGIDO			DIB.: J.T.C.
PROYECTO:	"INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN LAS VARIABLES DE DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, AVENIDA CAMPOY, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2019"			DIS.: -
				REV.: J.T.C.
				FEC: NOV. 2019
	UBICACION: AVENIDA CAMPOY - SAN JUAN DE LURIGANCHO			ESC.:
	NUMERO DE LAMINA			REV.
	D-1			0

Partida	02.00.00		MATERIAL GRANULAR PARA SUB BASE (H = 0.20 m)					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	900.0000					20.36
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra							
0147010002	OFICIAL			hh	2.0000	0.0178	17.00	0.30
0147010004	PEON			hh	4.0000	0.0356	15.00	0.53
0147010023	CAPATAZ			hh	1.0000	0.0089	25.96	0.23
								1.07
	Materiales							
0205000040	MATERIAL GRANULAR			m3				
	SUELO NATURAL			m3		0.70	0.00	0
	AGREGADO FINO RECICLADO			m3		0.05	50.00	2.5
	AGREGADO GRUESO RECICLADO			m3		0.25	50.00	12.5
								15
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	1.07	0.03
0348040035	CAMIÓN CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP GAL			hm	1.0000	0.0089	150.41	1.34
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO			hm	1.0000	0.0089	161.41	1.44
	101-135HP 10-12 ton							
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP			hm	1.0000	0.0089	166.78	1.48
								4.29

Interpretación:

Del Análisis de Precio Unitario del Material Granular para Subbase, se observa que para 1m³ del material se ahorra S/. 52.00. En base a ello veremos cuanto podría ser el ahorro para la muestra y la población de la vía estudiada.

Para 1 km de muestra estudiado se ahorraría:

Longitud (L) = 1km = 1000 m

Ancho de vía (A) = 6.6 m

Espesor de la subbase (e_s) = 0.20 m

Volumen total material granular para subbase = (A)(L)(e_s) = 1320 m³

Precio por 1m³ de material granular para subbase (P) = S/. 52.00

Ahorro en 1km de muestra de vía (Amv) = (P)(V) = S/. 68,640.00

Ahorro en 3.2km de población de vía (Apv) = (P)(Amv) = S/. 219,648.00

Anexo 9: Resultados del laboratorio.

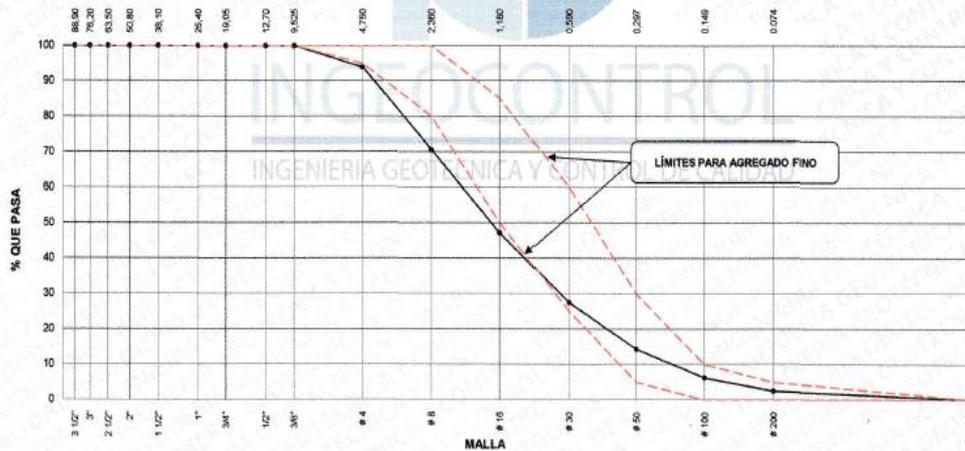
	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-421-01
Solicitante	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL	Fecha de Ensayo:	01/10/19
Material	: Agregado fino (Arena gruesa)	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Lote	: Cantera Trapiche		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	32.4	6.10	6.10	93.90	95.00
# 8	2.36 mm	124.0	23.34	29.44	70.56	80.00
# 16	1.18 mm	124.7	23.47	52.91	47.09	50.00
# 30	0.59 mm	104.7	19.71	72.61	27.39	25.00
# 50	0.30 mm	99.4	13.06	85.68	14.32	5.00
# 100	0.15 mm	43.1	8.11	93.79	6.21	0.00
# 200	0.07 mm	19.9	3.75	97.53	2.47	0.00
Fondo	0.01 mm	13.1	2.47	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm³)	2.579
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm³)	2.615
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm³)	2.675
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1835
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1901
Humedad de absorción (%)	1.4
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.41
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	4.29

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

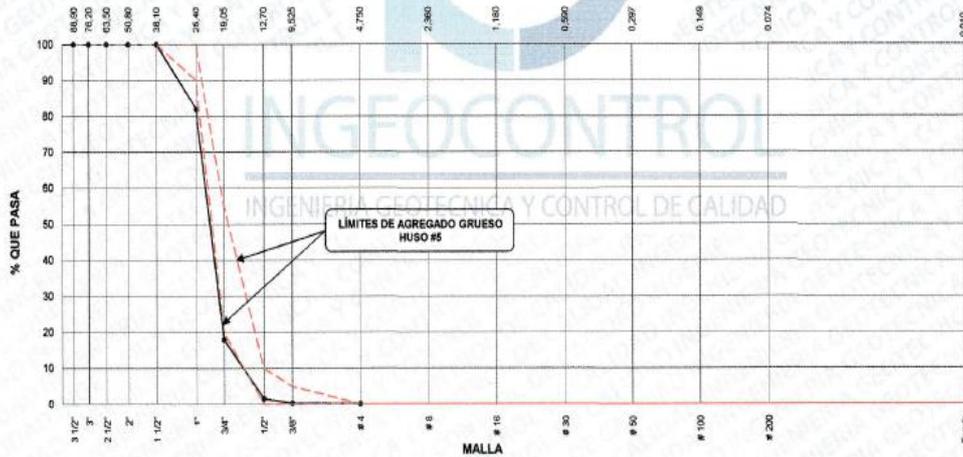
Proyecto : Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Registro N°: IGC19-LEM-421-02
 Av. Campoy San Juan de Luigancho, 2019
Solicitante : Jesús Angel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca
Código del Proyecto : --- Muestreado por : J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL Ensayado por : J. Gutiérrez
Material : Agregado grueso Fecha de Ensayo: 01/10/19
Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
Lote : Cantera Trapiche
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 5						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	1593.7	18.10	18.10	81.90	90.00
3/4"	19.05 mm	6685.7	63.89	81.99	18.01	20.00
1/2"	12.70 mm	1727.9	16.51	98.51	1.49	0.00
3/8"	9.53 mm	131.2	1.25	99.76	0.24	0.00
# 4	4.75 mm	20.9	0.20	99.96	0.04	0.00
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	99.96	0.04	0.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	99.96	0.04	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	99.96	0.04	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	99.96	0.04	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.96	0.04	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	99.96	0.04	0.00
Fondo	0.01 mm	4.2	0.04	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.597
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.613
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.639
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1599
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1479
Humedad de absorción (%)	0.82
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1 "
Módulo de Fineza	7.82
% < Malla N° 200 (0.75 um)	0.82

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



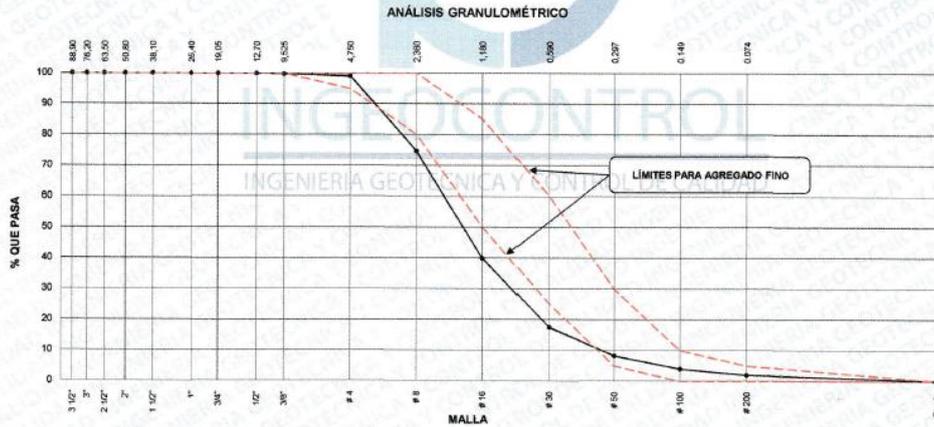
INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-421-03
Solicitante	: Jesús Angel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL	Fecha de Ensayo :	01/10/19
Material	: Agregado fino (Concreto Reciclado)	Turno:	Diuño
Código de Muestra	: ---		
Lote	: Empresa Focsac Construcciones ecológicas		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	1.2	0.19	0.19	99.81	100.00
# 4	4.75 mm	4.8	0.72	0.90	99.10	100.00
# 8	2.36 mm	157.5	24.54	25.44	74.56	80.00
# 16	1.18 mm	223.2	34.77	60.21	39.79	50.00
# 30	0.59 mm	143.7	22.39	82.60	17.40	25.00
# 50	0.30 mm	59.0	9.19	91.79	8.21	5.00
# 100	0.15 mm	27.5	4.28	96.07	3.93	0.00
# 200	0.07 mm	12.4	1.93	98.01	1.99	0.00
Fondo	0.01 mm	12.8	1.99	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.286
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.478
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.828
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1961
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1392
Humedad de absorción (%)	8.4
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.57
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	4.29



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

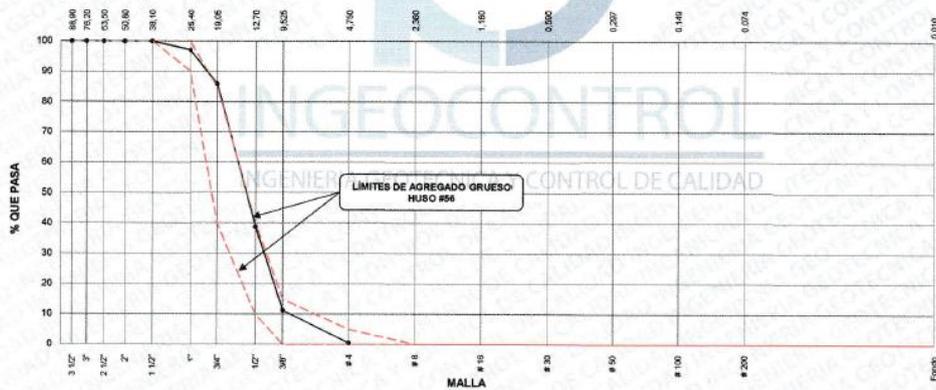
	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

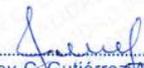
Proyecto	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-421-04
Solicitante	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	Muestreado por	: J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por	: J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL	Fecha de Ensayo:	01/10/19
Material	: Agregado grueso (Concreto Reciclado)	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Lote	: Empresa Focsac Construcciones ecológicas		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM 'LIM SUP'	ASTM 'LIM INF'
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	97.7	2.94	2.94	97.06	100.00
3/4"	19.05 mm	367.5	11.04	13.98	86.02	40.00
1/2"	12.70 mm	1569.1	47.15	61.13	38.87	10.00
3/8"	9.53 mm	918.4	27.60	88.72	11.28	0.00
# 4	4.75 mm	361.9	10.87	99.60	0.40	0.00
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	99.60	0.40	0.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	99.60	0.40	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	99.60	0.40	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	99.60	0.40	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.60	0.40	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	99.60	0.40	0.00
Fondo	0.01 mm	13.4	0.40	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.223
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.354
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.560
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1491
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1419
Humedad de absorción (%)	5.92
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1 "
Módulo de Fineza	7.00
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.71

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - DIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO		Versión	01
	REFERENCIA ACI 211		Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-421-05
SOLICITANTE	Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: Jesús Angel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: ---		FECHA DE VACIADO :	03/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD		TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	: 30/09/2019			
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	: / Ag. Grueso Reciclado	F'c de diseño:	350 kg/cm ²
Procedencia	: Cantera Trapiche	: / Empresa FOCSAC	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Andino tipo 1		Código de mezcla:	PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$F'_{cr} = 446$

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 550 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{a/c} = 0.42$

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 12.9 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 231 L

7. CÁLCULO DE ADITIVO

0.00 kg x m³ = 0.0% / Cto

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Andino tipo 1	3120 kg/m ³	0.1763 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2310 m ³				
Aire	---	0.0150 m ³				
Aditivo	1170 kg/m ³	0.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Agregado grueso	2597 kg/m ³	---	0.30%	0.62%	7.82	1479
Agregado grueso Reciclado	2223 kg/m ³	---	1.80%	5.92%	7	1419
Agregado fino	2579 kg/m ³	---	1.70%	1.40%	3.41	1801
Volumen de pasta		0.4223 m ³				
Volumen de agregados		0.5777 m ³				

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 53.6% = 0.3097 m³ = 804 kg
 Agregado grueso Reciclado 0.0% = 0.0000 m³ = 0 kg
 Agregado fino 46.4% = 0.2681 m³ = 691 kg

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.04 m³

Cemento Andino tipo 1 24.20 kg
 Agua 10.19 L
 Aditivo 0.0 g = 0 mL
 Agregado grueso 35.49 kg
 Agregado grueso Reciclado 0.00 kg
 Agregado fino 30.94 kg

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 807 kg
 Agregado grueso Reciclado 0 kg
 Agregado fino 703 kg

Slump Obtenido 1"

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 231 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. A.G.R. AGUA
 1 : 1.2 : 1.49 : 0. : 17.9 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CCC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido
 Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019
REGISTRO N°: IGC18-LEM-421-05
SOLICITANTE : Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Álvarez Huarsoca
REALIZADO POR : R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENCOCONTROL
FECHA DE VACIADO : 03/10/19
FECHA DE EMISIÓN : 30/09/2019
TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino / Ag. Grueso Reciclado
Procedencia : Cantera Trapiche / Empresa FOCSAC
F'c de diseño: 350 kg/cm²
Cemento : Cemento Andino tipo 1
Asentamiento: 3" - 4"
Código de mezcla: PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
 F'cr = 446

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
 Cemento = 550 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
 R a/c = 0.42

6. FACTOR CEMENTO
 Bolsas x m³ = 12.9 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
 Agua = 231 L

7. CÁLCULO DE ADITIVO
 0.00 kg x m³ = 0.0% / Cto

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
 Aire = 1.5%

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Andino tipo 1	3120 kg/m ³	0.1783 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2310 m ³				
Aire	---	0.0150 m ³				
Aditivo	1170 kg/m ³	0.0000 m ³				
Agregado grueso	2597 kg/m ³	---	0.30%	0.62%	7.82	1479
Agregado grueso Reciclado	2223 kg/m ³	---	1.60%	5.92%	7	1419
Agregado fino	2579 kg/m ³	---	1.70%	1.40%	3.41	1601
Volumen de pasta		0.4223 m ³				
Volumen de agregados		0.5777 m ³				

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
 Agregado grueso 53.6% = 0.3097 m³ = 804 kg
 Agregado grueso Reciclado 0.0% = 0.0000 m³ = 0 kg
 Agregado fino 46.4% = 0.2681 m³ = 691 kg

12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.05 m³
 Cemento Andino tipo 1 26.40 kg
 Agua 11.11 L
 Aditivo 0.0 g = 0 mL
 Agregado grueso 36.72 kg
 Agregado grueso Reciclado 0.00 kg
 Agregado fino 33.75 kg
 Slump Obtenido 1"

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
 Agregado grueso 807 kg
 Agregado grueso Reciclado 0 kg
 Agregado fino 703 kg

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
 CEM A.F. A.G. A.G.R. AGUA
 1 : 1.2 : 1.49 : 0 : 17.9 L / bolsa

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
 Agua 231 L

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENCOCONTROL

INGENCOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO		Versión	01
	REFERENCIA ACI 211		Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO : Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido
 Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019
REGISTRO N°: IGC18-LEM-421-06
SOLICITANTE : Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoaca
REALIZADO POR : R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL
FECHA DE VACIADO : 03/10/19
FECHA DE EMISIÓN : 30/09/2019
TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino / Ag. Grueso Reciclado
Procedencia : Cantera Trapiche / Empresa FOCSAC
F'c de diseño: 350 kg/cm2
Cemento : Cemento Andino tipo 1
Asentamiento: 3" - 4"
Código de mezcla: AG. REC. 10%

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 446 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 550 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.42 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 12.9 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 231 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.00 kg x m3 = 0.0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Andino tipo 1	3120 kg/m3	0.1763 m3				
Agua	1000 kg/m3	0.2310 m3				
Aire	---	0.0150 m3				
Aditivo	1170 kg/m3	0.0000 m3	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Agregado grueso	2597 kg/m3	---	0.30%	0.62%	7.82	1479
Agregado grueso Reciclado	2223 kg/m3	---	1.60%	5.92%	7	1419
Agregado fino	2579 kg/m3	---	1.70%	1.40%	3.41	1601
Volumen de pasta		0.4223 m3				
Volumen de agregados		0.5777 m3				

- | | |
|--|--|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso 48.3% = 0.2787 m3 = 724 kg
Agregado grueso Reciclado 5.4% = 0.0308 m3 = 69 kg
Agregado fino 46.4% = 0.2681 m3 = 691 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.05 m3
Cemento Andino tipo 1 27.50 kg
Agua 11.71 L
Aditivo 0.0 g = 0 mL
Agregado grueso 36.30 kg
Agregado grueso Reciclado 3.49 kg
Agregado fino 35.15 kg
Slump Obtenido 1" |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 726 kg
Agregado grueso Reciclado 70 kg
Agregado fino 703 kg | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. A.G.R. AGUA
1 : 1.2 : 1.34 : 0.1 : 18.1 L / bolsa |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL S.A.C.			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO		Versión	01
	REFERENCIA ACI 211		Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO : Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido
 Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019
SOLICITANTE : Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENCOCONTROL
FECHA DE EMISIÓN : 30/09/2019

REGISTRO N°: IGC18-LEM-421-07
REALIZADO POR : R. Leiva
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE VACIADO : 03/10/19
TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino / Ag. Grueso Reciclado
Procedencia : Cantera Trapiche / Empresa FOCSAC
Cemento : Cemento Andino tipo 1
F/c de diseño: 350 kg/cm²
Asentamiento: 3" - 4"
Código de mezcla: AG. REC. 20%

- | | |
|--|--|
| <p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F_{cr} = 446</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R_{a/c} = 0.42</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 231 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5%</p> | <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 550 kg</p> <p>6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m³ = 12.9 Bolsas</p> <p>7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.00 kg x m³ = 0.0% / Cto</p> |
|--|--|

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Andino tipo 1	3120 kg/m ³	0.1763 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0.2310 m ³				
Aire	---	0.0150 m ³				
Aditivo	1170 kg/m ³	0.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U. SUELTO
Agregado grueso	2597 kg/m ³	---	0.30%	0.62%	7.82	1479
Agregado grueso Reciclado	2223 kg/m ³	---	1.60%	5.92%	7	1419
Agregado fino	2579 kg/m ³	---	1.70%	1.40%	3.41	1601
Volumen de pasta		0.4223 m ³				
Volumen de agregados		0.5777 m ³				

- | | |
|--|---|
| <p>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <p>Agregado grueso 42.9% = 0.2477 m³ = 643 kg
 Agregado grueso Reciclado 10.7% = 0.0620 m³ = 138 kg
 Agregado fino 46.4% = 0.2681 m³ = 691 kg</p> <p>10. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <p>Agregado grueso 645 kg
 Agregado grueso Reciclado 140 kg
 Agregado fino 703 kg</p> <p>11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</p> <p>Agua 237 L</p> | <p>12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.04 m³</p> <p>Cemento Andino tipo 1 24.20 kg
 Agua 10.43 L
 Aditivo 0.0 g = 0 mL
 Agregado grueso 28.39 kg
 Agregado grueso Reciclado 6.16 kg
 Agregado fino 30.94 kg
 Slump Obtenido 1 1/2"</p> <p>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <p>CEM A.F. A.G. A.G.R. AGUA
 1 : 1.2 : 1.19 : 0.3 : 18.3 L / bolsa</p> |
|--|---|

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENCOCONTROL

INGENCOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma: 	M:	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
A:	A:	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-83
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	REGISTRO N°:	IGC18-LEM-421-07
SOLICITANTE	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD	FECHA DE VACIADO :	03/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 30/09/2019	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino / Ag. Grueso Reciclado	F'c de diseño:	350 kg/cm2
Procedencia	: Cantera Trapiche / Empresa FOCSAC	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Andino tipo 1	Código de mezcla:	AG. REC. 20%

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 446 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 550 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.42 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 12.9 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 231 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.00 kg x m3 = 0.0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Cemento Andino tipo 1	3120 kg/m3	0.1763 m3				
Agua	1000 kg/m3	0.2310 m3				
Aire	---	0.0150 m3				
Aditivo	1170 kg/m3	0.0000 m3				
Agregado grueso	2567 kg/m3	---	0.30%	0.62%	7.62	1479
Agregado grueso Reciclado	2223 kg/m3	---	1.50%	5.92%	7	1419
Agregado fino	2579 kg/m3	---	1.70%	1.40%	3.41	1601
Volumen de pasta		0.4223 m3				
Volumen de agregados		0.5777 m3				

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA	0.05 m3
Agregado grueso 42.9% = 0.2477 m3 = 645 kg	Cemento Andino tipo 1	26.40 kg
Agregado grueso Reciclado 10.7% = 0.0620 m3 = 136 kg	Agua	11.37 L
Agregado fino 46.4% = 0.2681 m3 = 691 kg	Aditivo	0.0 g = 0 mL
10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	Agregado grueso	30.97 kg
Agregado grueso 645 kg	Agregado grueso Reciclado	6.72 kg
Agregado grueso Reciclado 140 kg	Agregado fino	33.75 kg
Agregado fino 703 kg	Slump Obtenido	1 1/2"
11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA	
Agua 237 L	CEM A.F. A.G. A.G.R. AGUA	
	1 : 1.2 : 1.19 : 0.3 : 18.3 L / bolsa	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
	A.	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.
		Nombre y firma:	M.
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.

	FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO : Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido
 Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019 **REGISTRO N°:** IGC18-LEM-421-08
SOLICITANTE : Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca **REALIZADO POR :** R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO : --- **REVISADO POR :** J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL **FECHA DE VACIADO :** 03/10/19
FECHA DE EMISIÓN : 30/09/2019 **TURNO :** Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino / Ag. Grueso Reciclado **F c de diseño:** 350 kg/cm2
Procedencia : Cantera Trapiche / Empresa FOCSAC **Asentamiento:** 3" - 4"
Cemento : Cemento Andino tipo 1 **Código de mezcla:** AG. REC. 30%

- | | |
|--|--|
| <p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 446</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.42</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 231 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5%</p> | <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 550 kg</p> <p>6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 12.9 Bolsas</p> <p>7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.00 kg x m3 = 0.0% / Cto</p> |
|--|--|

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Andino tipo 1	3120 kg/m3	0.1763 m3				
Agua	1000 kg/m3	0.2310 m3				
Aire	---	0.0150 m3				
Aditivo	1170 kg/m3	0.0000 m3	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Agregado grueso	2597 kg/m3	---	0.30%	0.62%	7.82	1479
Agregado grueso Reciclado	2223 kg/m3	---	1.60%	5.92%	7	1419
Agregado fino	2579 kg/m3	---	1.70%	1.40%	3.41	1601
Volumen de pasta		0.4223 m3				
Volumen de agregados		0.5777 m3				

- | | |
|---|---|
| <p>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <p>Agregado grueso 37.5% = 0.2169 m3 = 563 kg
 Agregado grueso Reciclado 16.1% = 0.0928 m3 = 206 kg
 Agregado fino 46.4% = 0.2681 m3 = 691 kg</p> <p>10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <p>Agregado grueso 565 kg
 Agregado grueso Reciclado 210 kg
 Agregado fino 703 kg</p> <p>11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</p> <p>Agua 240 L</p> | <p>12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.05 m3</p> <p>Cemento Andino tipo 1 26.40 kg
 Agua 11.50 L
 Aditivo 0.0 g = 0 mL
 Agregado grueso 27.12 kg
 Agregado grueso Reciclado 10.06 kg
 Agregado fino 33.75 kg
 Slump Obtenido 2 1/2"</p> <p>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <p>CEM A.F. A.G. A.G.R. AGUA
 1 : 1.2 : 1.04 : 0.4 : 18.5 L / bolsa</p> |
|---|---|

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma: 	M.	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M.
	A.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.

	FORMATO	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido
 Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019 REGISTRO N°: IGC18-LEM-421-08
SOLICITANTE : Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca REALIZADO POR : R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENCOCONTROL FECHA DE VACIADO : 03/10/19
FECHA DE EMISIÓN : 30/09/2019 TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino / Ag. Grueso Reciclado F'c de diseño: 350 kg/cm2
Procedencia : Cartera Trapiche / Empresa FOCSAC Asentamiento: 3" - 4"
Cemento : Cemento Andino tipo 1 Código de mezcla: AG. REC. 30%

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 446 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 550 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.42 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 12.9 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 231 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.00 kg x m3 = 0.0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Andino tipo 1	3120 kg/m3	0.1763 m3				
Agua	1000 kg/m3	0.2310 m3				
Aire	---	0.0150 m3				
Aditivo	1170 kg/m3	0.0000 m3				
Agregado grueso	2597 kg/m3	---	HUMEDAD	0.30%	ABSORCIÓN	0.62%
Agregado grueso Reciclado	2223 kg/m3	---	MÓD. FINEZA	7.82	P. U. SUELTO	1479
Agregado fino	2579 kg/m3	---		1.60%		7
				1.70%		3.41
						1601
Volumen de pasta		0.4223 m3				
Volumen de agregados		0.5777 m3				

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 37.5% = 0.2169 m3 = 563 kg 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.04 m3
 Agregado grueso Reciclado 16.1% = 0.0928 m3 = 206 kg Cemento Andino tipo 1 24.20 kg
 Agregado fino 46.4% = 0.2681 m3 = 691 kg Agua 10.54 L

10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 565 kg Aditivo 0.0 g = 0 mL
 Agregado grueso Reciclado 210 kg Agregado grueso 24.86 kg
 Agregado fino 703 kg Agregado grueso Reciclado 9.22 kg
Agregado fino 30.94 kg
Slump Obtenido 2 1/2"

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 240 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. A.G.R. AGUA
 1 : 1.2 : 1.04 : 0.4 : 18.5 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENCOCONTROL

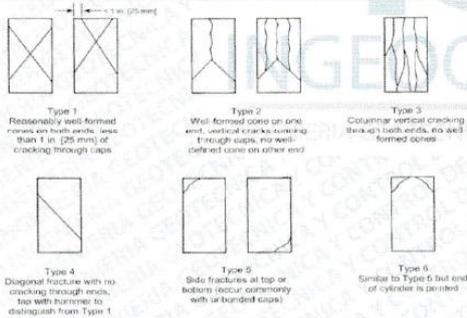
INGENCOCONTROL S.A.C.			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	REGISTRO N°:	IGC19-LEM-421-09
SOLICITANTE	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL	FECHA DE ENSAYO :	10/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 10/10/19	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	: 350 kg/cm2		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.99	336 kg/cm2	95.9
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.97	298 kg/cm2	85.2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.96	316 kg/cm2	90.3
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.96	328 kg/cm2	93.7
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.97	333 kg/cm2	95.2
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.96	341 kg/cm2	97.4
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.97	360 kg/cm2	102.8
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.96	315 kg/cm2	90.1
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.96	348 kg/cm2	99.4
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	11/10/19	7 días	1.96	359 kg/cm2	102.6
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	11/10/19	7 días	1.98	376 kg/cm2	107.3
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	11/10/19	7 días	1.95	370 kg/cm2	105.6



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note II:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in (150 by 300 mm) Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in (100 by 200 mm) Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

FIG. 3 Substrate of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENIOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL	

	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-421-09
SOLICITANTE	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca		REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENCOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	10/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 12/09/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño	: 350 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.99	336 kg/cm2	95.9
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.97	286 kg/cm2	85.2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.98	316 kg/cm2	90.3
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.96	253 kg/cm2	72.4
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.97	283 kg/cm2	80.9
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.96	256 kg/cm2	73.0
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.97	360 kg/cm2	102.8
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.96	315 kg/cm2	90.1
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	10/10/19	7 días	1.96	348 kg/cm2	99.4
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	11/10/19	7 días	1.96	319 kg/cm2	91.2
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	11/10/19	7 días	1.98	338 kg/cm2	96.6
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	11/10/19	7 días	1.95	314 kg/cm2	89.8

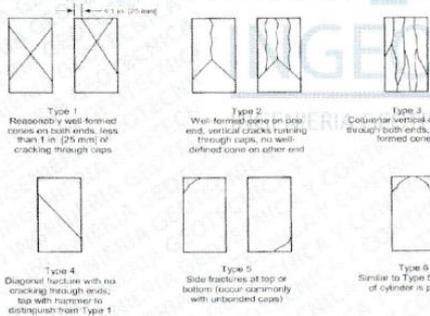


FIG. 3 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 11.

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.96	0.90	0.83	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

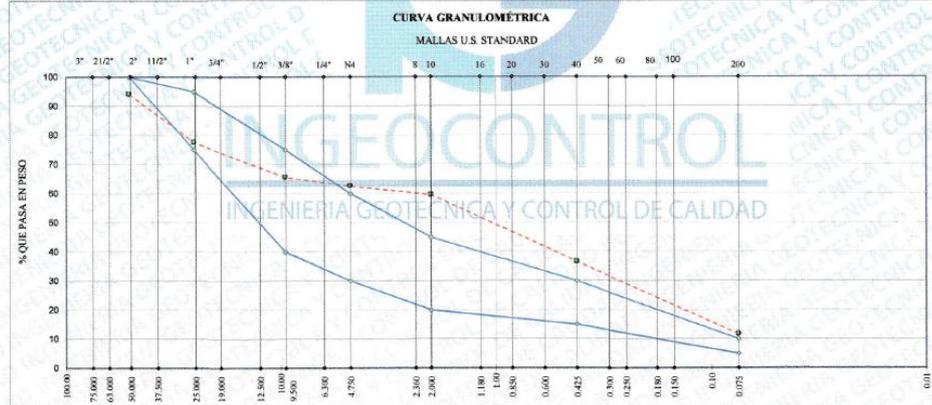
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENCOCONTROL.
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENCOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEPE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CCO - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutierrez GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	INFORME	Código	AE-FO-110
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107	Versión	01
		Fecha	30-08-2019
		Página	1 de 1

PROYECTO : Influencia Del Uso Del Concreto Reciclado En Las Variables Del Diseño Rígido
SOLICITANTE : Av. Campoy San Juan De Lurigancho
CLIENTE : Jesus Angel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca
UBICACIÓN DE PROYECTO : Universidad Cesar Vallejo
REGISTRO N° : IGC19-LEM-421-10
REALIZADO POR : R. Leyva
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 08/10/19

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	(%) Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones SUB BASE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500				100.0		Tamaño maximo 2"
2"	50.800	305.0	6.0	6.0	94.0	100	Peso Total de 5121.0
1 1/2"	38.100						Fracción Fina 506.4
1"	25.400	848.00	16.6	22.5	77.5	75 - 95	Límite Líquido N.P.
3/4"	19.050						Límite Plástico N.P.
1/2"	12.700						Índice de Plasticidad N.P.
3/8"	9.525	612.0	12.0	34.5	65.5	40 - 75	
1/4"	6.350						
No 4	4.750	157.0	3.1	37.5	62.5	30 - 60	
No 8	2.360						
No 10	2.000	148.5	2.9	40.4	59.6	20 - 45	
No 16	1.190						Grava Chancada SI 70.0 %
No 20	0.840						Arena Chancada SI 5.0 %
No 30	0.600						Arena Zarandeada <14 SI 25.0 %
No 40	0.425	1180.0	23.0	63.5	36.5	15 - 30	Arena Zarandeada <38 SI 0.0 %
No 50	0.300						Filler 25.0 %
No 60	0.250						
No 80	0.180						Observaciones: SUELO NATURAL
No 100	0.149						
No 200	0.075	1277.3	24.9	88.4	11.6	5 - 10	
PASA		563.2	11.6	100.0			



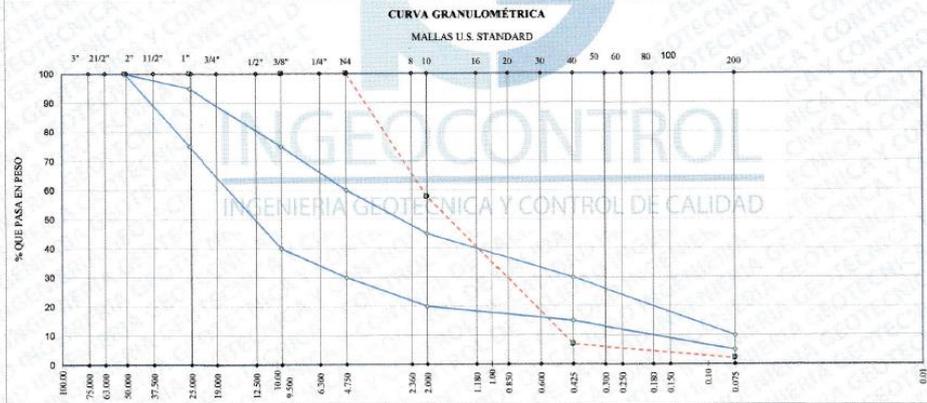
INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

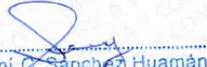
	INFORME	Código	AE-FO-110
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107	Versión	01
		Fecha	30-08-2019
		Página	1 de 1

PROYECTO : Influencia Del Uso Del Concreto Reciclado En Las Variables Del Diseño Rígido
 Av. Campoy San Juan De Lurigancho
 SOLICITANTE : Jesus Angel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca
 CLIENTE : Universidad Cesar Vallejo
 UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan De Lurigancho, Lima

REGISTRO N°: IGC19-LEM-421-11
 REALIZADO POR : R. Leyva
 REVISADO POR : J. Gutiérrez
 FECHA DE ENSAYO : 08/10/19

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr.)	(%) Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones SUB BASE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Tamaño maximo ---
2 1/2"	63.500						Peso Total de Muestra 801.2
2"	50.800					100	Fración Fina
1 1/2"	38.100				100.0	75 - 95	Limite Líquido
1"	25.400						Limite Plástico
3/4"	19.050						Índice de Plasticidad
1/2"	12.700						
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	40 - 75	
1/4"	6.350						PROPORCIONES
No 4	4.750		0.0	0.0	100.0	30 - 60	
No 8	2.360						
No 10	2.000	339.4	42.4	42.4	57.6	20 - 45	
No 16	1.190						
No 20	0.840						
No 30	0.600						
No 40	0.425	406.4	50.7	93.1	6.9	15 - 30	
No 50	0.300						
No 60	0.250						Observaciones:
No 80	0.180						AGREGADO FINO RECICLADO
No 100	0.149						
No 200	0.075	38.8	4.8	97.9	2.1	5 - 10	
PASA	---	16.6	2.1	100.0			



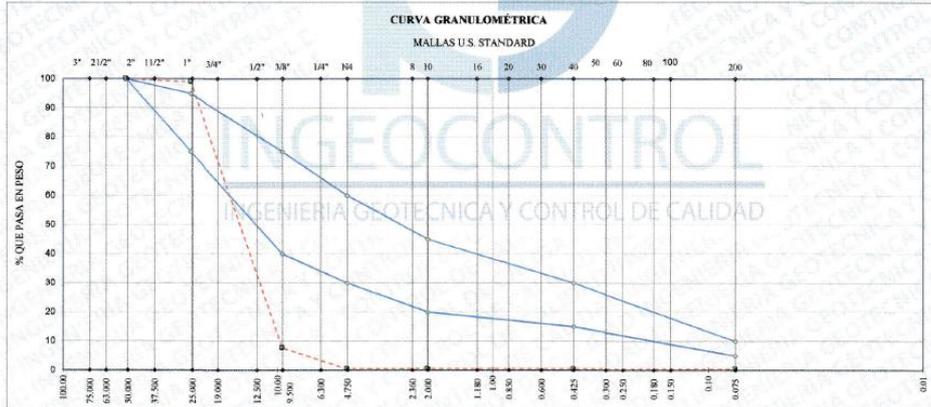
INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-110
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Versión	01
			Fecha	30-08-2019
			Página	1 de 1

PROYECTO : Influencia Del Uso Del Concreto Reciclado En Las Variables Del Diseño Rígido
 Av. Campoy San Juan De Lurigancho
SOLICITANTE : Jesus Angel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca
CLIENTE : Universidad Cesar Vallejo
UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan De Lurigancho, Lima

REGISTRO N°: IGC19-LEM-421-12
REALIZADO POR: R. Leyva
REVISADO POR: J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO: 08/10/19

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr.)	(%) Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones SUB BASE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						Tamaño maximo 1"
2"	50.800		0.0	0.0		100	Peso Total de Muestra 2588.0
1 1/2"	38.100						Fracción Fina
1"	25.400	26.0	1.0	1.0	99.0	75 - 95	Limite Líquido
3/4"	19.050						Limite Plástico
1/2"	12.700						Indice de Plasticidad
3/8"	9.525	2364.0	91.3	92.3	7.7	40 - 75	
1/4"	6.350						
No 4	4.750	188.0	7.3	99.6	0.4	30 - 60	
No 8	2.360						
No 10	2.000		0.0	99.6	0.4	20 - 45	
No 16	1.190						Grava Chancada SI 70.0 %
No 20	0.840						Arena Chancada SI 5.0 %
No 30	0.600						Arena Zarandeada <1/4 SI 25.0 %
No 40	0.425		0.0	99.6	0.4	15 - 30	Arena Zarandeada <3/8 SI 0.0 %
No 50	0.300						Filler 25.0 %
No 60	0.250						
No 80	0.180						Observaciones:
No 100	0.149						AGREGADO GRUESO RECICLADO
No 200	0.075		0.0	99.6	0.4	5 - 10	
PASA		10.0	0.4	100.0			



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-176
	COMBINACIÓN DE MATERIALES SUELOS Y AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 13

PROYECTO : Influencia Del Uso Del Concreto Reciclado En Las Variables Del Diseño Rígido Av. Campoy San Juan De L. REGISTRO N°: IGC19-LEM-421-13

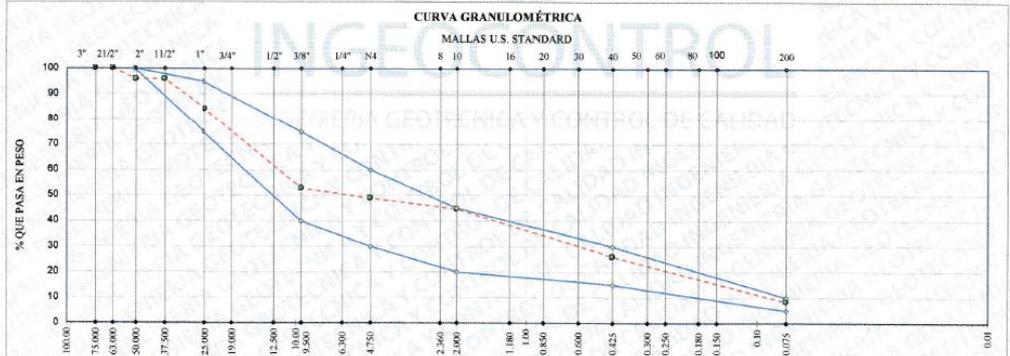
SOLICITANTE : Jesus Angel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca
 CLIENTE : Universidad Cesar Vallejo
 UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan De Lurigancho, Lima
 ATENCIÓN :
 REALIZADO POR : J. Fernández
 REVISADO POR : J. Gutiérrez
 FECHA DE ENSAYO : 08/10/19
 TURNO : Diurno

COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Tamiz	Abertura (mm)	A	B	C	% Pasa Combinación	Especificaciones	Observaciones
		Suelo Natural	Agregado fino Reciclado	Agregado grueso Reciclado		Gradación B	
% Combinaciones		70	5	25	100		
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000	91.0	100.0	100.0	95.0	100	
1 1/2"	37.500						
1"	25.000	77.5	100.0	99.0	84.0	75 - 95	
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500	65.5	100.0	7.7	52.8	40 - 75	
1/4"	6.300						
No4	4.750	62.5	100.0	0.4	48.8	30 - 60	
No8	2.360						
No10	2.000	59.6	57.6	0.4	44.7	20 - 45	
No16	1.180						
No20	0.850						
No30	0.600						
No40	0.425	38.5	6.9	0.4	26.0	15 - 30	
No50	0.300						
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150						
No200	0.075	11.6	2.1	0.4	8.3	5 - 10	
PASA							

% Agregados:

- % Grava: 51.2
- % Arena: 40.5
- % Fino: 8.3
- Límite Líquido: 26 máx 25
- Límite Plástico: 20
- Índice de Plasticidad: 6 máx 6
- GP
- Grava pobremente gradada con arena
- Límites de afirmado



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
M:	M:	M:	M:
A:	A:	A:	A:
		CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
		M:	M:
		A:	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 3

Proyecto	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-421-13
Propietario	: Jesús Angel Torres Cortez / Hillary Vanessa Alvarez Huarsoca	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL	Fecha de Ensayo:	09/10/19
Material	: Suelo Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	1.50 m
Procedencia	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

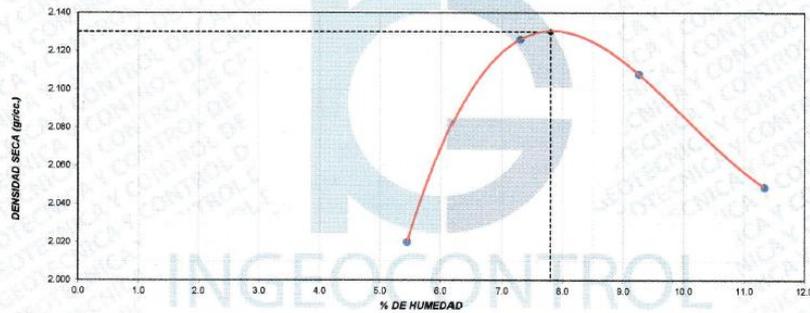
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm ³
Peso Molde	6282	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.130	2.281	2.303	2.281
Contenido de agua	%	5.4	7.3	9.3	11.3
Densidad Seca	gr/cc	2.020	2.126	2.108	2.049

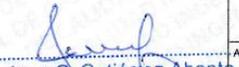
Densidad Máxima Seca:	2.130 gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	7.80 %
------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * Según norma, para la ejecución de los ensayos de Proctor para CBR y CBR, se eliminó el material retenido en el tamiz 3/4" y fue reemplazado en peso por material pasante 3/4" y retenido en el tamiz N°4

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019		Registro N°:	IGC19-LEM-421-13
Propietario	: Jesús Angel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca		Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		Fecha de Ensayo:	12/10/19
Material	: Suelo Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: ---		Profundidad:	1.50 m
Procedencia	: C-1		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Progresiva	: ---		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	4		6		2	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,974		12,121		12,257	
Peso molde (gr.)	7,106		7,326		7,875	
Peso suelo compactado (gr.)	4,869		4,795		4,582	
Volumen del molde (cm ³)	2,123		2,123		2,124	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,293		2,259		2,157	
Humedad (%)	7.8		7.8		7.9	
Densidad Seca (gr./cm ³)	2,128		2,065		2,000	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	91.4		86.3		145.5	
Tara + suelo húmedo (gr.)	560.4		488.0		568.2	
Tara + suelo seco (gr.)	526.5		488.2		479.9	
Peso de agua (gr.)	33.9		29.8		26.3	
Peso de suelo seco (gr.)	435.1		381.9		334.4	
Humedad (%)	7.8		7.8		7.9	

EXPANSIÓN														
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión			Dial	Expansión			Dial	Expansión		
				mm	%			mm	%			mm	%	
09/10/19	09:00	0	24	0.00	0.00		29	0.00	0.00		32	0.00	0.00	
09/10/19	09:00	24	27	0.08	0.07		33	0.10	0.09		34	0.05	0.04	
10/10/19	09:00	48	30	0.15	0.13		36	0.18	0.15		38	0.15	0.13	
11/10/19	09:00	72	33	0.23	0.20		39	0.25	0.22		40	0.20	0.17	
12/10/19	09:00	96	37	0.33	0.28		41	0.30	0.26		42	0.25	0.22	

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 4				Molde N° 6				Molde N° 2			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Indicador	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Indicador	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	Indicador	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		35	1.7			25	1.2			57	2.8		
0.050		212	10.5			148	7.4			180	8.4		
0.075		514	25.6			360	17.9			287	14.3		
0.100	70.307	940	46.7	90.0	128.0	658	32.7	63.0	89.6	404	20.1	21.0	29.9
0.150		1815	90.3			1271	63.2			909	30.3		
0.200	105.460	2356	117.2	184.0	174.5	1649	82.0	128.0	121.4	811	40.3	40.0	37.9
0.250		3778	187.9			2845	131.5			1002	49.8		
0.300		4727	235.1			3309	164.6			1166	58.0		
0.400		5580	276.5			3852	193.5			1504	74.8		
0.500		6210	308.8			4256	211.6			1869	92.9		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * Según norma, para la ejecución de los ensayos de Proctor para CBR y CBR, se eliminó el material retenido en el tamiz 3/4" y fue reemplazado en peso por material pasante 3/4" y retenido en el tamiz N°4

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CCO - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

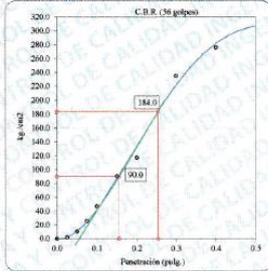
	FORMATO		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3

Proyecto : Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019 Propietario : Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL Material : Suelo Natural	Registro N°: IGC19-LEM-421-13 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : C. Amaringo Fecha de Ensayo: 22/08/19 Turno: Diurno
Identificación : --- Procedencia : C-1 N° de Muestra : M-1 Progresiva : ---	Profundidad: 1.50 m Norte: --- Este: --- Cota: ---

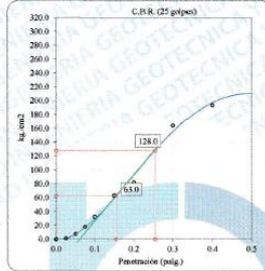
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

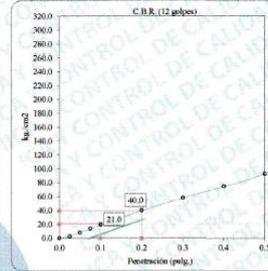
Máxima Densidad Seca : 2.130 gr/cm³ Óptimo Contenido de Humedad : 7.90 %
 Máxima Densidad Seca al 95% : 2.024 gr/cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 128.0 %

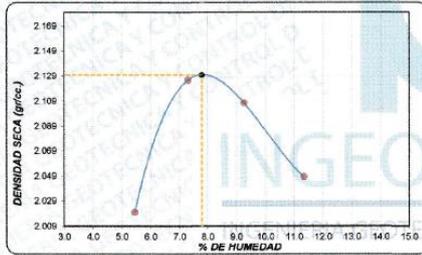


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 89.6 %



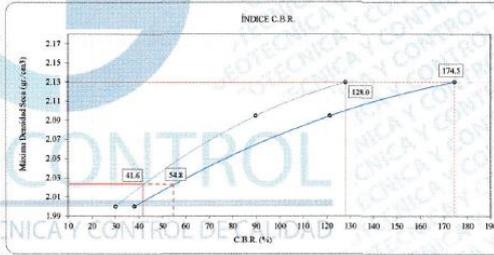
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 29.9 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 128.0 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 41.6 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 174.5 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 54.8 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- Según norma, para la ejecución de los ensayos de Proctor para CBR y CBR, se eliminó el material retenido en el tamiz 3/4" y fue reemplazado en peso por material pasante 3/4" y retenido en el tamiz N°4

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 3

Proyecto	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-421-14
Propietario	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación del Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL	Fecha de Ensayo:	10/10/19
Material	: Suelo Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	---
Procedencia	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: Combinación de suelo + agregado reciclado	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

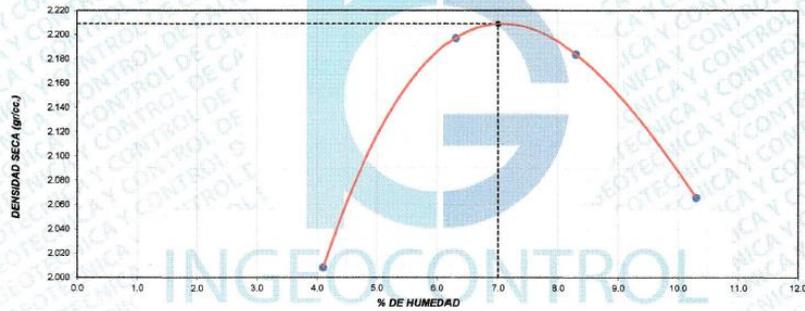
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm ³
Peso Molde	6282	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.091	2.336	2.365	2.279
Contenido de agua	%	4.1	6.3	6.3	10.3
Densidad Seca	gr/cc	2.008	2.197	2.184	2.066

Densidad Máxima Seca:	2.209	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	7.00	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * Según norma, para la ejecución de los ensayos de Proctor para CBR y CBR, se eliminó el material retenido en el tamiz 3/4" y fue reemplazado en peso por material pasante 3/4" y retenido en el tamiz N°4

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3

Proyecto	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lungaño, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-421-14
Propietario	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIERIA GEOFOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD	Fecha de Ensayo:	14/10/19
Material	: Suelo Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	--- m
Procedencia	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: Combinación de suelo + agregado reciclado	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	4		6		2	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12.820		12.121		12.257	
Peso molde (gr.)	7.911		7.326		7.675	
Peso suelo compactado (gr.)	5.009		4.795		4.582	
Volumen del molde (cm³)	2.123		2.123		2.124	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.359		2.259		2.157	
Humedad (%)	6.9		7.1		6.8	
Densidad Seca (gr./cm³)	2.207		2.109		2.020	

CONTENIDO DE HUMEDAD

	4	6	2
Peso de tara (gr.)	96.2	96.6	101.2
Tara + suelo húmedo (gr.)	456.2	443.0	489.2
Tara + suelo seco (gr.)	433.0	420.0	464.5
Peso de agua (gr.)	23.2	23.0	24.7
Peso de suelo seco (gr.)	336.8	323.5	363.3
Humedad (%)	6.9	7.1	6.8

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/19	09:00	0	107	0.00	0.00	89	0.00	0.00	45	0.00	0.00
11/10/19	09:00	24	110	0.08	0.07	91	0.05	0.04	46	0.05	0.04
12/10/19	09:00	48	113	0.15	0.13	93	0.10	0.09	49	0.08	0.07
13/10/19	09:00	72	115	0.20	0.17	94	0.13	0.11	50	0.10	0.09
14/10/19	09:00	96	116	0.23	0.20	95	0.15	0.13	51	0.13	0.11

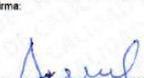
PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	Molde N° 4			Molde N° 6			Molde N° 2		
		Carga		Corrección	Carga		Corrección	Carga		Corrección
		Indicador	kg./cm²	CBR %	Indicador	kg./cm²	CBR %	Indicador	kg./cm²	CBR %
0.025		484	24.1		339	16.9		203	10.1	
0.050		1456	72.4		1019	50.7		611	30.4	
0.075		2131	106.0		1492	74.2		895	44.5	
0.100	70.307	2969	147.6	145.0	2078	103.3	102.0	1247	62.0	60.0
0.150		4282	212.9		2997	149.0		1798	89.4	
0.200	105.460	5154	256.3	256.0	3608	179.4	180.0	2165	107.7	106.0
0.250		5935	295.2		4155	206.5		2493	124.0	
0.300		6137	305.2		4290	213.6		2578	128.2	
0.400			0.0		5479	272.5		3287	163.5	
0.500			0.0			0.0		4872	242.3	

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOFOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
- * Según norma, para la ejecución de los ensayos de Proctor para CBR y CBR, se eliminó el material retenido en el tamiz 3/4" y fue reemplazado en peso por material pasante 3/4" y retenido en el tamiz N°4

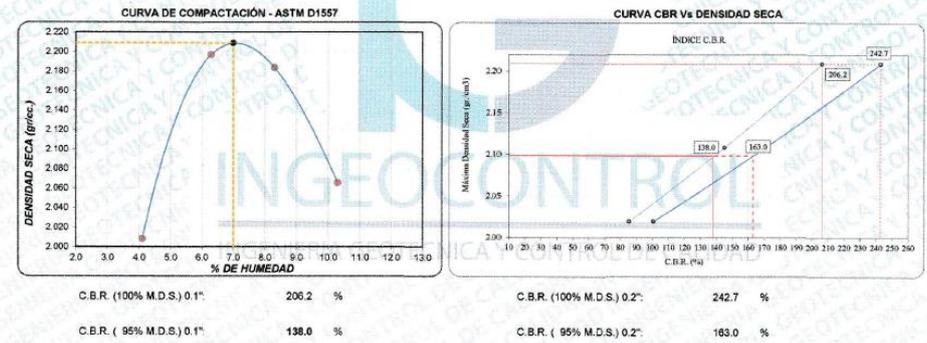
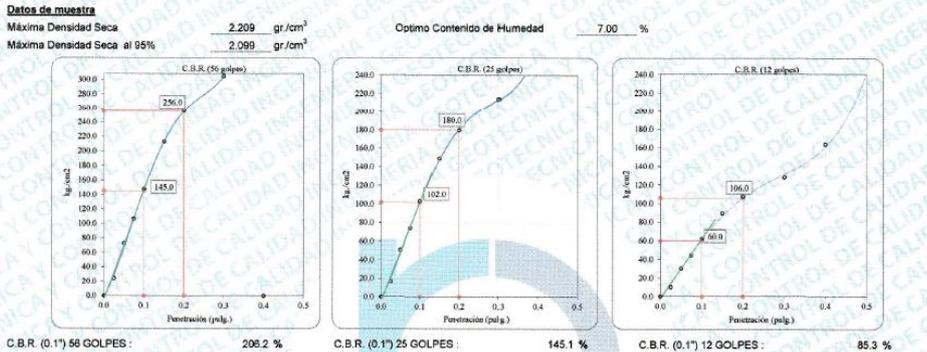
INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:	CQC - LEM		D:
Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:
		A:			A:			A:
			Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOFOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.			Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL		

	FORMATO		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3

Proyecto	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-421-14
Propietario	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Álvarez Huarsoca	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGENCOCONTROL	Fecha de Ensayo:	22/08/19
Material	: Suelo Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	--- m
Procedencia	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: Combinación de suelo + agregado reciclado	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENCOCONTROL
 * Según norma, para la ejecución de los ensayos de Proctor para CBR y CBR, se eliminó el material retenido en el tamiz 3/4" y fue reemplazado en peso por material pasante 3/4" y retenido en el tamiz N°4

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:		M:
	A:		A:
		CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
			M:
			A:

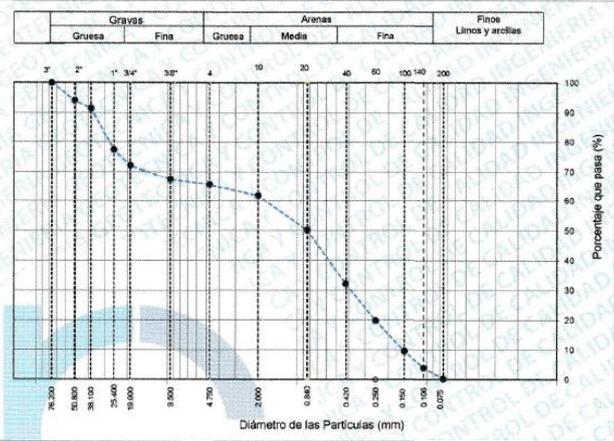
	FORMATO		Código	AE-FO-01	
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS			Versión	01
				Fecha	07-08-2018
				Página	1 de 1

Proyecto : Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido
 Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019
 Propietario : Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca
 Código del Proyecto : ---
 Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL
 Material : Terreno existente

Registro N°: **IGC19-LEM-421-16**
 Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : C. Amaringo
 Fecha de Ensayo: 03/10/19
 Turno: Diurno

Código de Muestra : --- Profundidad: 0.00 - 3.50 m
 Sondaje / Calicata : C-1 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : --- Cota: ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	94.0	
1 1/2"	38.100	91.3	
1"	25.400	77.5	
3/4"	19.000	72.2	
3/8"	9.500	67.2	
N° 4	4.750	65.5	
N° 10	2.000	61.9	
N° 20	0.840	50.2	
N° 40	0.425	32.2	
N° 60	0.250	19.9	
N° 100	0.150	9.7	
N° 140	0.106	3.9	
N° 200	0.075	0.2	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL
 SP - Arena Pobremente graduada de color marrón claro en condición parcialmente húmeda a seca con grava de TM < 2" de forma sub redondeada a sub angulosa.

NOTAS SOBRE LA MUESTRA
 Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	34.5
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	65.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	0.2

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (Z)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente graduada con grava

INGEOCONTROL SAC

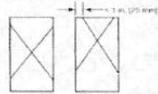
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM Nombre y firma:  Jopy C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
--	---	--

	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

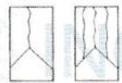
PROYECTO	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	REGISTRO N°:	IGC19-LEM-421-16
SOLICITANTE	: Jesús Angel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL	FECHA DE ENSAYO :	17/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 05/11/2019	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F _c de diseño	: 350 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F _c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	17/10/19	14 días	1.96	410 kg/cm ²	117.0
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	17/10/19	14 días	1.95	393 kg/cm ²	112.4
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	17/10/19	14 días	1.97	407 kg/cm ²	116.3
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 10% F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	17/10/19	14 días	1.96	416 kg/cm ²	118.7
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 10% F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	17/10/19	14 días	1.96	424 kg/cm ²	121.1
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 10% F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	17/10/19	14 días	2.02	448 kg/cm ²	128.1
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 20% F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	17/10/19	14 días	1.97	433 kg/cm ²	123.6
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 20% F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	17/10/19	14 días	1.96	442 kg/cm ²	126.4
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 20% F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	17/10/19	14 días	1.96	436 kg/cm ²	124.5
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 30% F _c = 350 kg/cm ²	04/10/19	18/10/19	14 días	1.98	450 kg/cm ²	128.5
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 30% F _c = 350 kg/cm ²	04/10/19	18/10/19	14 días	1.96	470 kg/cm ²	134.4
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 30% F _c = 350 kg/cm ²	04/10/19	18/10/19	14 días	1.97	459 kg/cm ²	131.1



Type 1
Well-formed cones on both ends, less than 1 in (25 mm) of cracking through caps



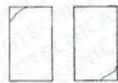
Type 2
Well-formed cones on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cones on other end



Type 3
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



Type 4
Diagonal fractures with no cracking through ends, top with hammer to distinguish from Type 1



Type 5
Side fractures at top or bottom (occur symmetrically with unrounded caps)



Type 6
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D	1.25	1.50	1.75	1.90
Factor	0.98	0.96	0.93	0.92

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Specimen Size	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]	Laboratory conditions	2.4 %	7.9 %
	Field conditions	2.9 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]	Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	REGISTRO N°:	IGC19-LEM-421-16
SOLICITANTE	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL	FECHA DE ENSAYO :	17/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 05/11/2019	TURNO :	Diumo
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fc de diseño	: 350 kg/cm2		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	17/10/19	14 días	1.96	410 kg/cm2	117.0
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	17/10/19	14 días	1.95	383 kg/cm2	112.4
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	17/10/19	14 días	1.97	407 kg/cm2	116.3
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	17/10/19	14 días	1.96	362 kg/cm2	103.3
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	17/10/19	14 días	1.98	389 kg/cm2	111.2
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	17/10/19	14 días	2.02	385 kg/cm2	112.9
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	17/10/19	14 días	1.97	390 kg/cm2	111.4
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	17/10/19	14 días	1.96	384 kg/cm2	112.6
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	17/10/19	14 días	1.96	374 kg/cm2	107.0
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	18/10/19	14 días	1.98	450 kg/cm2	128.5
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	18/10/19	14 días	1.98	433 kg/cm2	123.7
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	18/10/19	14 días	1.97	409 kg/cm2	116.9

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. **Note**

L/D	1.75	1.90	1.25	1.00
Factor	0.99	0.96	0.93	0.92

Use interpolation to determine correction factors for L/D ratios between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

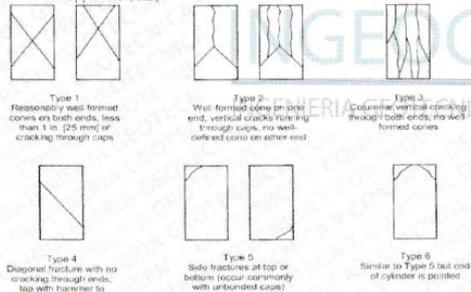


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENIOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COO - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	REGISTRO N°: IGC19-LEM-421-17
SOLICITANTE	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hiliary Vanessa Alvarez Huarsoca	REALIZADO POR :
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL	FECHA DE ENSAYO :
FECHA DE EMISIÓN	: 05/11/2019	TURNO :
Tipo de muestra	: Concreto endurecido	
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"	
Fc de diseño	: 350 kg/cm2	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	2.01	475 kg/cm2	135.6
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.97	481 kg/cm2	137.5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.95	459 kg/cm2	131.1
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.97	471 kg/cm2	134.5
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.96	436 kg/cm2	124.6
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.96	454 kg/cm2	129.8
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.96	474 kg/cm2	135.4
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.97	472 kg/cm2	135.0
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.96	482 kg/cm2	137.6
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	02/11/19	29 días	1.98	485 kg/cm2	138.7
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	02/11/19	29 días	2.03	496 kg/cm2	141.6
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	02/11/19	29 días	1.97	476 kg/cm2	136.0



OBSERVACIONES:

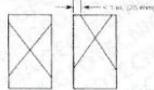
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

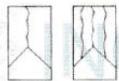
	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019		REGISTRO N°: IGC19-LEM-421-17	
SOLICITANTE	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca		REALIZADO POR : C. Amaringo	
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR : J. Gutiérrez	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO : 31/10/19	
FECHA DE EMISIÓN	: 05/11/2019		TURNO : Diurno	
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño	: 350 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	2.01	475 kg/cm2	135.6
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.97	481 kg/cm2	137.5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.95	459 kg/cm2	131.1
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.97	483 kg/cm2	138.1
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.96	485 kg/cm2	138.5
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 10% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.96	491 kg/cm2	140.3
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.96	498 kg/cm2	142.4
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.97	497 kg/cm2	142.1
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 20% Fc = 350 kg/cm2	03/10/19	31/10/19	28 días	1.96	494 kg/cm2	141.1
PROBETA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	02/11/19	29 días	1.98	523 kg/cm2	149.3
PROBETA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	02/11/19	29 días	2.03	548 kg/cm2	156.6
PROBETA N° 03 DISEÑO AG. RECICLADO 30% Fc = 350 kg/cm2	04/10/19	02/11/19	29 días	1.97	513 kg/cm2	146.6



Type 1
Reasonably well formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



Type 2
Well formed cones on one end, vertical cracks running through caps, no well defined cones on other end



Type 3
Columnar vertical cracking through both ends, no well formed cones



Type 4
Diagonal fracture with no cracking through ends, tag with hammer to distinguish from Type 1



Type 5
Split fractures at top or bottom occur symmetrically with or without caps



Type 6
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note II:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

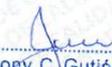
Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jory C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	INFORME	Código	AE-FO-56
	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
Proyecto	Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC18-LEM-421-18
Solicitante	Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Alvarez Huarsoca	Ensayado por :	J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	Av. Campoy, San Juan de Lurigancho	Fecha de Ensayo:	28/04/19
Material	Agregado Grueso Reciclado	Turno:	Diurno
Código de Muestra	---	Profundidad:	---
Procedencia	Empresa Focsac Construcciones ecológicas	Norte:	---
N° de Muestra	---	Este:	---
Progresiva	---	Cota:	---

DATOS

PI	P100	P400	U	ABRASION
10005.6	9489.4	7404.1	0.20	26

DETALLE	RESULTADO
Uniformidad	0.20
Abrasión	26%

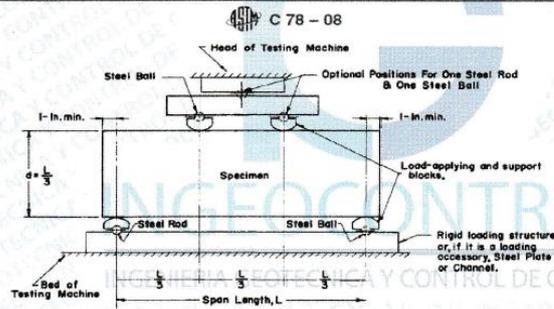


INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Influencia del uso del concreto reciclado en las variables del diseño de pavimento rígido Av. Campoy San Juan de Lurigancho, 2019		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-421-19
SOLICITANTE	: Jesús Ángel Torres Cortez / Hilary Vanessa Álvarez Huarsoca		REALIZADO POR :	J. Torres
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	31/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 05/11/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos 15 cm x 15 cm x 50 cm			
F _c de diseño	: 350 kg/cm ²			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRON F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	31/10/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	72 kg/cm ²
VIGA N° 02 DISEÑO PATRON F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	31/10/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	77 kg/cm ²
VIGA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 10% F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	31/10/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	43 kg/cm ²
VIGA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 10% F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	31/10/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	46 kg/cm ²
VIGA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 20% F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	31/10/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	45 kg/cm ²
VIGA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 20% F _c = 350 kg/cm ²	03/10/19	31/10/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47 kg/cm ²
VIGA N° 01 DISEÑO AG. RECICLADO 30% F _c = 350 kg/cm ²	04/10/19	02/11/19	29 días	TERCIO CENTRAL	45.0	54 kg/cm ²
VIGA N° 02 DISEÑO AG. RECICLADO 30% F _c = 350 kg/cm ²	04/10/19	02/11/19	29 días	TERCIO CENTRAL	45.0	60 kg/cm ²



Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemy C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - SIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COO - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Anexo 10: Certificados de calibración de los instrumentos del laboratorio.

		PERUTEST S.A.C	
		CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO	
		SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA	
		RUC N° 20602182721	
Área de Metrología		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	
Laboratorio de Longitud		PT - LL - 036 - 2019	
Página 1 de 3			
1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR CUADRANTE (DIAL)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
Alcance de indicación	0 pulg. a 1.00 pulg.	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
División de Escala / Resolución	0.001 pulg.		
Marca	INSIZE		
Modelo	2307-1		
Número de Serie	NO INDICA		
Procedencia	NO INDICA		
Identificación	LL-036		
Tipo de indicación	ANALÓGICO		
Ubicación	NO INDICA		
5. Fecha de Calibración	: 2019-02-13		
Fecha de Emisión	2019-02-15	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
			
		MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	
Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe			



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 036 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C
Humedad Relativa	80%	81%



9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
INACAL DM/LLA-138-2018	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LL - 036 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
(mm)	(pulg)	(pulg)	(pulg)
2.0	0.0787	0.0789	-0.0002
4.0	0.1575	0.1578	-0.0003
5.0	0.1969	0.1971	-0.0002
8.0	0.3150	0.3151	-0.0001
12.0	0.4724	0.4724	0.0000
16.0	0.6299	0.6300	-0.0001
18.0	0.7087	0.7090	-0.0003
20.0	0.7874	0.7878	-0.0004
22.0	0.8661	0.8663	-0.0002
25.0	0.9843	0.9848	-0.0005

Alcance del error de indicación (f_e) : 0.000

Incertidumbre del error de indicación : ± 0.59 mils para (k=2)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
(mm)	(pulg)	(pulg)	(pulg)
18.0	0.98425	0.9844	-0.0001
		0.9847	-0.0004
		0.9845	-0.0002
		0.9845	-0.0002
		0.9845	-0.0002

Error de Repetibilidad (f_w) : 0.00 mils

Incertidumbre del error de indicación : ± 0.59 mils para (k=2)

Nota 1.- 1 mils es equivalente a 25,4 μ m.

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente 800-2019

2. Solicitante INGEOCONTROL S.A.C.

3. Dirección MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

4. Equipo de medición BALANZA ELECTRÓNICA

Capacidad Máxima 600 g

División de escala (d) 0.01 g

Div. de verificación (e) 0.1 g

Clase de exactitud III

Marca OHAUS

Modelo SE602F

Número de Serie B824537017

Capacidad mínima 0.2 g

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2019-02-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.8
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.2 °C	21.2 °C

Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300.00	5	0	600.00	5	0
2	300.00	6	-1	600.00	6	-1
3	300.00	6	-1	599.99	3	-8
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1
5	300.00	6	-1	599.99	2	-7
6	300.00	5	0	600.00	5	0
7	300.00	7	-2	600.00	4	1
8	300.00	5	0	600.00	6	-1
9	300.01	8	7	600.01	8	7
10	300.01	9	6	600.00	6	-1
	Diferencia Máxima		9	Diferencia Máxima		15
	Error Máximo Permissible		100	Error Máximo Permissible		200

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.9 °C	22.0 °C

Posición de la Carga	Carga Mínima*	Determinación del Error en Cero E ₀			Determinación del Error Corregido E _c				
		I (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0.10	0.10	5	0	200.00	200.00	5	0	0
2		0.11	8	7		200.00	4	1	-6
3		0.10	6	-1		200.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		200.01	8	7	8
		Error máximo permisible				Error máximo permisible			100

* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAJO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	100
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	100
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	100
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	100
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	7	-2	-1	100
300.00	300.00	6	-1	0	299.99	4	-9	-8	100
400.00	400.00	4	1	2	399.99	3	-8	-7	100
500.00	500.00	5	0	1	499.99	4	-9	-8	200
600.00	600.00	5	0	1	600.00	5	0	1	200

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E₀: Error en cero.

l: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000041 \text{ g}^2 + 0.00000000015 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000018 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

- Expediente** 800-2019
- Solicitante** INGEOCONTROL S.A.C.
- Dirección** MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
- Equipo de medición** BALANZA ELECTRONICA
Capacidad Máxima 3000 g
División de escala (d) 0.1 g
Div. de verificación (e) 1.0 g
Clase de exactitud II
Marca OHAUS
Modelo SE3001F
Número de Serie 8346750775
Capacidad mínima 2.0 g
Procedencia U.S.A.
Identificación NO INDICA
- Fecha de Calibración** 2019-02-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.6
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

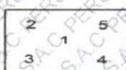
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOS	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 1,500 g			Carga L2 = 3,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1500.0	50	0	3000.0	50	0	
2	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
3	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
4	1500.0	50	0	3000.1	80	70	
5	1500.0	20	30	3000.0	60	-10	
6	1500.0	60	-10	3000.0	50	0	
7	1500.1	80	70	3000.0	60	-10	
8	1500.0	60	-10	3000.0	50	0	
9	1500.0	50	0	3000.0	30	20	
10	1500.0	20	30	3000.0	50	0	
Diferencia Máxima			80	Diferencia Máxima			80
Error Máximo Permissible			1,000.0	Error Máximo Permissible			1,000.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.6 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		1.0	50	0		1000.0	4	46	46
2		1.0	50	0		1000.0	60	-10	-10
3	1.0	1.0	40	10	1000.0	1000.0	50	0	-10
4		1.0	50	0		1000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		999.9	30	-80	-80
Error máximo permisible									1,000.0

* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe





PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	40	10						
2.0	2.0	60	-10	-20	2.0	50	0	-10	1,000
10.0	10.0	40	10	0	10.0	50	0	-10	1,000
100.0	100.0	50	0	-10	100.0	60	-10	-20	1,000
500.0	500.0	50	0	-10	500.0	60	-10	-20	1,000
800.0	800.0	60	-10	-20	800.0	60	-10	-20	1,000
1000.0	1000.0	50	0	-10	1000.0	50	0	-10	1,000
1500.0	1500.0	50	0	-10	1499.9	50	-100	-110	1,000
2000.0	2000.1	60	90	80	1999.9	4	-54	-64	1,000
2500.0	2500.1	80	70	60	2499.9	20	-70	-80	1,000
3000.0	3000.1	70	80	70	3000.1	80	70	60	1,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
f: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición
$$U = 2 \times \sqrt{(0.004094 \cdot g^2 + 0.00000000135 \cdot R^2)}$$

Lectura corregida
$$R_{CORREGIDA} = R + 0.0000219 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	II	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	B845372630	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0
2	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0
3	15,000	0.6	-0.1	29,999	0.3	-0.8
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
6	15,000	0.3	0.2	30,000	0.5	0.0
7	15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8
	Diferencia Máxima		1.0	Diferencia Máxima		0.9
	Error Máximo Permissible		± 20.0	Error Máximo Permissible		± 30.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0.5	0.0	10,000	0.8	-0.3	-0.3	
2		10	0.5	0.0	10,000	0.5	0.0	0.0	
3	10 g	10	0.6	-0.1	10,000	0.9	-0.4	-0.3	
4		10	0.5	0.0	10,000	0.2	0.3	0.3	
5		10	0.5	0.0	10,000	0.3	-0.2	-0.2	
		Error máximo permisible				Error máximo permisible			± 20.0

* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe





PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	20.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	20.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25,000	25,000	0.3	-1.2	1.5	25,000	0.5	0.0	0.3	30.0
30,000	30,000	0.5	0.0	0.3	30,000	0.5	0.0	0.3	30.0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4223333 \text{ g}^2 + 0.00000000043 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000323 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF- LE 092-19

SOLICITANTE : **PERUTEST S.A.C.**
Calle Yahuar Huaca N°215
Comas, Lima
Att. : Sr. Alejandro Flores

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA
DE CARGA OAP
Celda de Carga OAP Tipo: ZSF-A
10000 kg N°55P4331
INDICADOR DIGITAL: HIGH WEIGHT
Modelo: TP9901 N° 0284064

FECHA : San Miguel, 30 de abril de 2019


Ing. Daniel Torrealva
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas



CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

1. GENERALIDADES.

PERUTEST S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 25 de abril de 2019.

2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : OAP Tipo: ZSF-A
- N° serie : 55P4331
- Capacidad : 10000 kg (nominal)

Indicador Digital: HIGH WEIGHT

- Modelo : TP9901
- N° serie : 0284064
- Carga nominal : 10000 kg
- Resolución : 0.5 kg

3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 98950, 200 KN, con última calibración efectuada el 15 de febrero de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch1
- Celda de carga, HBM, U1, N° 6727, 50 KN, con última calibración efectuada el 16 de abril de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, HP 200/200, 500bar, Nr.300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN: 700 SER N°: 263915

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

Se recomienda recalibrar el equipo a intervalos apropiados.





Celda calibrada: OAP
N° serie: 55P4331

Tipo: ZSF-A
Capacidad: 10t

Indicador Digital : HIGH WEIGHT
N° serie: 0284064

Modelo: TP9901

Celda patrón: HBM #serie: 98950 Capacidad: 200 kN
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch1
Calibrada en LEDI-PUCP el 15 de febrero 2019

Celda patrón: HBM #serie: 6727 Capacidad: 50 kN
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6
Calibrada en LEDI-PUCP el 16 de abril 2019

Celdas patrones calibradas con patrones trazables al DKD-Alemania

Norma de referencia: ASTM E74-18

Fecha: 2019-04-25 Ejecutores: S. Llanos I. - M. Bernardo L.

La calibración está referida a 23 °C

PATRON (kg)			INDICADOR HIGH WEIGHT (kg)		
1019.6	1019.6	1019.6	1018.0	1017.5	1018.5
2039.3	2039.2	2039.1	2037.5	2037.5	2039.0
3059.5	3059.3	3059.3	3060.0	3061.5	3064.5
4080.7	4080.4	4080.4 ^c	4082.0	4083.0	4084.0
5101.9	5101.6	5101.6	5103.0	5104.0	5105.5
6123.1	6122.8	6122.8	6125.5	6125.5	6127.0
7144.4	7144.0	7144.0	7146.5	7146.5	7148.5
8165.7	8165.3	8165.3	8169.0	8167.5	8170.5
9187.1	9186.6	9186.6	9191.0	9191.0	9192.0
9902.0	9901.5	9901.5	9905.0	9906.0	9908.5

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

$$A = -2.7227030797$$

$$B = 1.0014098063$$

$$C = -0.0000000701$$

Obteniéndose como resultado:

$$\text{Desviación Standard } S = 1.4 \quad \text{kg}$$

$$\text{LLF(Lower Limit Factor)} = 3.3 \quad \text{kg}$$

$$U = 13 \quad \text{kg}$$

La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 10000 kg

Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.



INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF- LE 272-18

SOLICITANTE : **PERUTEST S.A.C.**
Calle Yahuar Huaca N°215
Comas, Lima
Att. : Sr. Alejandro Flores

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA
DE CARGA
Celda de Carga Modelo: 150-AE
Capacidad: 150000 kg
N° serie: 5Y97826
INDICADOR DIGITAL: HIGH WEIGHT
Modelo: TP9902
N° serie: 150502075

FECHA : San Miguel, 23 de noviembre de 2018




D^o. Daniel Torrealva D.
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas

CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

1. GENERALIDADES.

PERUTEST S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 19 de noviembre de 2018.

2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Modelo : 150-AE
- N° serie : 5Y97826
- Capacidad : 150000 kg (nominal)

Indicador Digital: HIGH WEIGHT

- Modelo : TP9902
- N° serie : 150502075
- Capacidad : 150000 kg
- Resolución : 5 kg

3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C6A, N° 123030019, 2 MN, con última calibración efectuada el 22 de agosto de 2018.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch5
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 kN, con última calibración efectuada el 21 de febrero de 2018.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, HP 200/200, 500bar, Nr.300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN: 700 SER N°: 263915

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.
Se recomienda recalibrar el equipo a intervalos apropiados.

INF-LE: 272-18

2/3



Celda Calibrada: Modelo 150-AE
 N° serie: 5Y97826
 Indicador Digital: HIGH WEIGHT
 Resolución: 5 kg
 Carga nominal=150000 kg
 Modelo: TP9902
 N° Serie: 150502075
 Celda patrón: HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN Incertidumbre = 1.3 kN
 Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6
 Calibrada en LEDI-PUCP el 21 de febrero 2018
 Celda patrón: HBM #serie: 123030019 Capacidad: 2000kN Incertidumbre = 2.6 kN
 Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch5
 Calibrada en LEDI-PUCP el 22 de agosto 2018
 Celdas patrones calibradas con patrones trazables al National Standards
 Testing Laboratory de Maryland - USA y al DKD de Alemania
 Norma de referencia: ASTM E74-18
 Fecha: 2018-11-19 Ejecutores: M. Huamancayo P. - R.J. Castañeda
 La calibración está referida a 23 °C

PATRON (kg)			LECTURA HIGH WEIGHT (kg)		
17033	17033	17033	17045	17045	17045
30059	30058	30058	30095	30075	30060
45085	45084	45084	45160	45135	45110
60109	60108	60108	60220	60195	60160
75130	75128	75128	75300	75265	75245
90148	90146	90146	90405	90365	90350
100159	100156	100156	100500	100445	100400
122814	122804	122798	122440	121695	121530
143282	143270	143262	142965	142135	141935
149424	149412	149404	149130	148260	148075

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

$$A = -350.6719811433$$

$$B = 1.0184226649$$

$$C = -0.0000001557$$

Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT

Obteniéndose como resultado:

$$\text{LLF} = 809.0 \quad \text{kg}$$

$$U = 1713 \quad \text{kg}$$

La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 150000 kg

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.

INF-LE 272-18





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0413-2018

SERV-0569-2018
 Pág. 1 de 2

1. Cliente : PERUTEST S.A.C.
Dirección : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustín -
 Comas - Lima - Lima

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

2. Patrón de medición : Pesa
Marca : No indica
Número de serie : No indica
Procedencia : No indica
Identificación : KM17-011
Valor Nominal : 10 kg
Clase de exactitud : M2
Material : Hierro fundido
Cantidad : 1

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

3. Fecha y lugar de calibración
Fecha de calibración : 2018-06-20
Lugar de calibración : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 1

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

4. Método de calibración
 La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed. "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

5. Trazabilidad
 Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-05	M1	M-0961-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20



JORGE R. QUILLE RAMOS
 Jefe de Laboratorio de Masa (e)



Ing. YANET MALDONADO PANEZ
 Jefe de División de Metrología



6. Resultados de medición

Condiciones ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	21,7	21,7
HUMEDAD RELATIVA (%)	51	51
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mbar)	1006	1006

IDENTIFICACIÓN	VN	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FORMA	MATERIAL	COLOR	CAVIDAD DE AJUSTE	EMP M ₂
KM17-011	10 kg	10 kg + 0,10 g	0,25 g	Paralelepípeda	Hierro fundido	Negro	Tiene	1,6 g

VN= Valor Nominal

EMP= Error máximo permisible

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

7. Observaciones

- La identificación se encuentra pintada en la pesa.





Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Registro N° LC-014

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0412-2018

SERV-0569-2018
Pág. 1 de 2

1. Cliente : PERUTEST S.A.C.
Dirección : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustín - Comas - Lima - Lima

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

2. Patrón de medición : Pesa
Marca : No indica
Número de serie : No indica
Procedencia : No indica
Identificación : KM17-012
Valor Nominal : 20 kg
Clase de exactitud : M2
Material : Hierro fundido
Cantidad : 1

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

3. Fecha y lugar de calibración
Fecha de calibración : 2018-06-20
Lugar de calibración : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 2

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

4. Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed. "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

5. Trazabilidad
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-06	M1	M-0962-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20



JORGÉ R. QUILLÉ RAMOS
Jefe de Laboratorio de Masa (e)



Ing. YANET I. MALDONADO PANEZ
Jefe de División de Metrología



6. Resultados de medición

Condiciones ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	21,9	22,0
HUMEDAD RELATIVA (%)	56	55
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mbar)	1005	1005

IDENTIFICACIÓN	VN	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FORMA	MATERIAL	COLOR	CAVIDAD DE AJUSTE	EMP M ₂
KM17-012	20 kg	20 kg + 0,5 g	0,5 g	Paralelepípeda	Hierro fundido	Negro	Tiene	3 g

VN= Valor Nominal

EMP= Error máximo permisible

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

7. Observaciones

- La identificación se encuentra pintada en la pesa.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0414-2018

SERV-0569-2018
 Pág. 1 de 2

- 1. Cliente** : PERUTEST S.A.C.
Dirección : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustín - Comas - Lima - Lima
- 2. Patrón de medición** : Pesa
Marca : No indica
Número de serie : No indica
Procedencia : No indica
Identificación : KM17-010
Valor Nominal : 5 kg
Clase de exactitud : M2
Material : Hierro fundido
Cantidad : 1
- 3. Fecha y lugar de calibración**
Fecha de calibración : 2018-06-20
Lugar de calibración : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 1

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

4. Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed. "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

5. Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-04	M1	M-0960-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20

JORGE R. QUILLE RAMOS
 Jefe de Laboratorio de Masa (e)

Ing. YANET MALDONADO PANEZ
 Jefe de División de Metrología



6. Resultados de medición

Condiciones ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	21,7	21,6
HUMEDAD RELATIVA (%)	51	51
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mbar)	1006	1006

IDENTIFICACIÓN	VN	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FORMA	MATERIAL	COLOR	CAVIDAD DE AJUSTE	EMP M ₂
KM17-010	5 kg	5 kg + 0,06 g	0,19 g	Paralelepípeda	Hierro fundido	Negro	Tiene	0,8 g

VN= Valor Nominal

EMP= Error máximo permisible

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

7. Observaciones

- La identificación se encuentra pintada en la pesa.

