



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO. OQUENDO – CALLAO 2020.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Richard Elbio Gutiérrez Mendoza

Cirilo Nicéforo Ortiz Zoloaga

Asesor:

Mg. Ing. César Manuel Guardia Calixtro

Lima – Perú

2020

DEDICATORIA

Este presente trabajo de tesis, se lo dedico al creador del universo, por ser el autor de mi existencia en este mundo, por acompañarme en cada paso que doy, por su bendición infinita junto a mi familia y por todo el cuidado que me brinda día a día.

A mi padre allá en el cielo, a Don Demetrio Gutiérrez, que gracias a ti amado padre soy un hombre de bien, gracias a tus principios y valores de hombre trabajador, tus acciones hoy reflejan sobre mí, estaré eternamente agradecido por haberme enseñado a luchar en la vida.

A mi linda madre Doña Eliceria Mendoza que siempre me motiva a seguir adelante y por su cariño incondicional que siempre me brinda.

En especial a mi Esposa Ercilia y mis tres hijas Rosario, Natsumi y Brianita, por ser mi fortaleza y felicidad, por ser el motor que me impulsa cuando estoy a punto de desvanecer, porque son mi principal motivación, los amo tanto.

A mis hermanos Odón, Beatriz, Diofelia, Román, Daniel, Herlinda, Ferriol, Yolanda y Aide, por confiar en mí, por cada palabra y recomendación que me brindaron cuando más los necesite.

Las gracias infinitas a cada uno de Uds.

Bch: Richard Elbio Gutiérrez Mendoza

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico con una profunda gratitud a mis padres y mis pequeños hijos Ariel y Axel por ser el motivo de mi constancia y perseverancia durante el proceso de mi formación academia.

A Doña Rosa María, por su apoyo incondicional en todo momento, por lo que estaré eternamente agradecido.

Bch: Cirilo Nicéforo Ortiz Zoloaga

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos vivir cumpliendo nuestras metas, por la oportunidad que nos da en seguir avanzando en busca de nuevos horizontes, sabemos que con el siempre saldremos victoriosos ante cualquier adversidad, las gracias infinitas.

A la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, por darnos la oportunidad de surcar un escalón más en nuestras vidas, por darnos el privilegio de cumplir con nuestras metas y a cada uno de quienes conforman esta casa de formación profesional.

Nuestro sincero agradecimiento al Mg. Ing. CESAR MANUEL GUARDIA, por su orientación, conocimiento y dedicación durante este proceso de elaboración de la presente tesis, sobre todo por el gran profesionalismo y aporte que nos brindó en hacer realidad este trabajo.

A nuestro amigo Jair Esteban Escobedo García, técnico del laboratorio MATESLAB S.A.C por su apoyo incondicional durante el proceso de ensayos con los materiales.

A nuestros familiares y amigos por el apoyo y compañerismo que tuvimos en cada etapa de nuestras vidas. Las gracias infinitas y que Dios los bendiga siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema.....	27
1.2.1. Problema General.....	27
1.2.2. Problemas específicos.	28
1.2.2.1. Problema específico 1.....	28
1.2.2.2. Problema específico 2.....	28
1.2.2.3. Problema específico 3.....	28
1.2.2.4. Problema específico 4.....	28
1.3. Objetivos	29
1.3.1. Objetivo general	29
1.3.2. Objetivos específicos	29
1.4. Hipótesis.....	30
1.4.1. Hipótesis General.	30
1.4.2. Hipótesis Específicas.....	30
1.4.2.1. Hipótesis Específica 1.....	30
1.4.2.2. Hipótesis Específica 2.....	30
1.4.2.3. Hipótesis Específica 3.....	31
1.4.2.4. Hipótesis Específica 4.....	31

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	32
2.1 Tipo y diseño de la investigación	32
2.1.1 Tipo de investigación.....	32
2.1.2 Diseño de investigación	32
2.2 Población y muestra.....	33
2.2.1 Población.....	33
2.2.2 Muestra.	34
2.2.2.1. <i>Probetas de concreto convencional para ensayo de compresión.</i>	<i>34</i>
2.2.2.2. <i>Probetas con material de concreto reciclado, en reemplazo de los agregados fino y grueso, para ensayo de compresión.</i>	<i>34</i>
2.2.2.3. <i>Probetas de concreto convencional para ensayo de abrasión.....</i>	<i>34</i>
2.2.2.4. <i>Probetas con material de concreto reciclado en reemplazo de los agregados fino y grueso, para ensayo a la abrasión.....</i>	<i>35</i>
2.2.2.5. <i>Muestras de concreto convencional para obtención de módulo de elasticidad.</i>	<i>35</i>
2.2.2.6. <i>Muestras con material de concreto reciclado en reemplazo de los agregados fino y grueso, para obtención de módulo de elasticidad.....</i>	<i>35</i>
2.3 Procedimientos.....	36
2.3.1 Procedimiento con material convencional y reciclado.	36
2.3.1.1 Procedimiento con material convencional.	36
2.3.1.2 Procedimiento con material reciclado.	46
2.3.1.3 Prueba de revenimiento y elaboración de especímenes.....	63
2.3.2 Procedimiento con material convencional y reciclado para ensayo a la compresión.	67
2.3.3 Procedimiento con material convencional y reciclado para ensayo a la abrasión.	69
2.3.4 Procedimiento con material convencional y reciclado para ensayo a la elasticidad.	72
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	78
CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	98
REFERENCIAS	103
ANEXOS	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	33
Tabla 2. Características de los materiales	36
Tabla 3. Datos obtenidos de laboratorio	39
Tabla 4. Datos obtenidos de laboratorio	56
Tabla 5. Resumen de resistencia alcanzada	68
Tabla 6. Resultado de ensayos a la compresión.....	79
Tabla 7. Análisis Descriptivo.....	81
Tabla 8. Resultados de la prueba de Normalidad	82
Tabla 9. Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con el diseño T1	84
Tabla 10. Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con el diseño T2.	85
Tabla 11. Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con el diseño C2.	86
Tabla 12. Resultado de ensayos a la abrasión.....	88
Tabla 13. Análisis Descriptivo.....	88
Tabla 14. Resultados de la prueba de Normalidad	90
Tabla 15. Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con el diseño C2	91
Tabla 16. Resultado de ensayos de elasticidad	93
Tabla 17. Análisis Descriptivo.....	93
Tabla 18. Resultados de la prueba de Normalidad	95
Tabla 19. Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con el diseño C2	96

Tabla 20. Costo diseño tradicional..... 101

Tabla 21. Costo diseño experimental C2 102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Asentamientos de las mezclas confeccionadas con concreto reciclado 15

Figura 2: Resistencia al esfuerzo de la compresión; promedio de tres probetas por edad de acuerdo con la NTC 1377 (ASTM C192M)..... 15

Figura 3: Curva de la resistencia al esfuerzo de la compresión; evolución a 91 días..... 16

Figura 4: Acuerdos y resoluciones municipales y metropolitanas en Medellín sobre RCD y construcción sostenible..... 16

Figura 5: Identificación de $f'cr$ solo con $f'c$ 37

Figura 6: Identificación de $f'cr$ solo con $f'c$ 39

Figura 7: Identificación del volumen unitario de agua. 40

Figura 8 Identificación de módulo de fineza de la combinación de agregados 42

Figura 9: Tabla de husos granulométricos 45

Figura 10: Recolección de concreto reciclado en vertedero informal en las riveras del litoral de Oquendo – Callao 46

Figura 11. Recolección de concreto reciclado en vertedero informal en las riveras del litoral de Oquendo – Callao 47

Figura 12: Concreto reciclado selecto para ser llevado a la molienda..... 47

Figura 13: Trituración de concreto reciclado en máquina (tritadora mandíbula)..... 48

Figura 14: Planta de trituración de escombros, (tritadora mandíbula) 48

Figura 15: Datos de laboratorio para el agregado fino, Norma ASTM C33..... 49

Figura 16: Análisis granulométrico de laboratorio	50
Figura 17: Datos de laboratorio para el agregado grueso, Norma ASTM C33	50
Figura 18: Análisis granulométrico de laboratorio	51
Figura 19: Granulometría y tamizado ASTM D-422, AASHTO T88, MTC E 107-2000.....	51
Figura 20: Granulometría y tamizado ASTM D-422, AASHTO T88, MTC E 107-2000.....	52
Figura 21: Cuarteo de concreto reciclado triturado según la norma AASHTO T 248 – ASTM C702.	52
Figura 22: Ensayo de peso unitario de agregado reciclado grueso y fino (compactado y suelto) según la NTP 400.017	53
Figura 23: Peso de agregados reciclados grueso y fino.....	54
Figura 24. Ensayo de pesos específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021 / ASTM C127).....	54
Figura 25: Ensayo de pesos específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022 / ASTM C128).....	55
Figura 26: Agregado fino superficialmente saturado seco. (SSS).....	55
Figura 27: Identificación de $f'cr$ solo con $f'c$	56
Figura 28: Identificación de volumen unitario de agua	57
Figura 29. Identificación de contenido de aire atrapado.....	57
Figura 30: Identificación relación agua /cemento pos resistencia	58
Figura 31: Identificación de módulo de fineza de la combinación de agregados.....	59
Figura 32: Preparación del concreto, con agregado reciclado, según el método de agregados globales.....	64
Figura 33: Ensayo de revenimiento con concreto 100% reciclado.....	64

Figura 34: Consistencia plástica, muestra pastosa óptima para vaciado	65
Figura 35: Vaciado de probetas 6" x 12", para someterlos a ensayo de compresión	66
Figura 36: Vaciado de probetas de 6" x 12" con agregado 100% reciclado.....	66
Figura 37: Muestra de especímenes de 6" x 12" con agregado 100% reciclado	67
Figura 38: Llenado de probetas 6 x12 con agregado 100% reciclado (ASTM C31).....	68
Figura 39: Ensayo de abrasión en maquina los ángeles, con especímenes de agregado 100% reciclado (ASTM C31).....	71
Figura 40: Ensayo de abrasión en maquina los angeles con especímenes de concreto 100% reciclado (ASTM C31).....	71
Figura 41: Datos de elasticidad con espécimen de concreto convencional	74
Figura 42: Curva de deformación de elasticidad con concreto convencional	74
Figura 43: Datos de elasticidad a espécimen con concreto reciclado	75
Figura 44: Curva de deformación de elasticidad con concreto reciclado	75
Figura 45: Grafico comparativo de módulo elasticidad a muestra control y muestra experimental	76
Figura 46: Calibración de compresómetro y ensayo de elasticidad, con concreto 100% reciclado	76
Figura 47: Diamantina al material reciclado con la condición de ver su resistencia a la compresión ($f'c$)	77
Figura 48: Resultado de diamantina	77

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es un diseño de mezcla del concreto para un $f'c = 210$ kg/cm² utilizando el método de agregados globales para reemplazar los agregados finos y gruesos al en su totalidad con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Se pretende utilizar el concreto reciclado con $f'c$ primarias de 175 kg/cm² y 210 kg/cm², de esta forma se presenta una alternativa para el uso de materiales reciclados, con el fin de crear un concreto eficiente y económico, así como también accesible con el medio ambiente, donde hay mucha cantidad de concreto reciclado, proveniente de demoliciones buscando minimizar la contaminación ambiental, dado que se demostraría que el concreto reciclado tendrían un buen para la elaboración de un concreto experimental.

La metodología utilizada fue cuantitativa ya que se emplearon instrumentos de recolección de datos que permitieron cuantificar los resultados, como es el caso de la ficha de observación de datos, utilizando la estadística inferencial de los datos obtenidos para poder demostrar las hipótesis. Como conclusión se estableció que los ensayos de rotura, abrasión y elasticidad realizados a los 7, 14 y 28 días, dio que el diseño óptimo es el C2 (Vol. Agua = 216 L, $a/c=0.56$), certificando que el uso del concreto reciclado como reemplazo de los agregados es de utilidad para la construcción de pavimentos rígidos y dando como beneficio bajos costos.

Palabras claves: Método agregado global para el diseño de mezcla y concreto reciclado

ABSTRACT

The objective of the present investigation is a concrete mix design for a $f'c = 210$ kg / cm² using the global aggregates method to replace the fine and coarse aggregates to the whole with recycled concrete for rigid pavements, low traffic. It is intended to use recycled concrete with primary $f'c$ of 175 kg / cm² and 210 kg / cm², thus presenting an alternative for the use of recycled materials, in order to create efficient and economical concrete, as well as accessible with the environment, where there is a lot of recycled concrete, from demolitions, seeking to minimize environmental pollution, since it would be shown that recycled concrete would have a good effect on making concrete experimental.

The methodology used was quantitative since data collection instruments were used to quantify the results, as is the case of the data observation sheet, using the inferential statistics of the data obtained to demonstrate the hypotheses. As a conclusion, it was established that the tests of breakage, abrasion and elasticity carried out at 7, 14 and 28 days, gave that the optimal design is C2 (Vol. Water = 216 L, a / c = 0.56), certifying that the use of the Recycled concrete as a replacement for aggregates is useful for the construction of rigid pavements and as a low cost benefit.

Keywords: Global aggregate method for mix design and recycled concrete

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Entre los problemas que enfrenta el sector de la construcción es la generación de residuos sólidos derivados de la demolición y la práctica en procesos constructivos. La base de estos residuos es material de hormigón y de pavimentos, los cuales terminan en botaderos y generan costos por el manejo de materiales desechados. Analizando el panorama internacional, los materiales producto de la demolición son uno de los flujos más pesados y voluminosos que se genera en la UE (Unión Europea). Representa aproximadamente del 25% al 30% de todos los residuos generados en la UE y consta de numerosos materiales, incluidos concreto, ladrillos, yeso, madera, vidrio, metales, plástico, disolventes, amianto y tierra excavada, muchos de ellos pueden reciclarse (Vásquez y Rodríguez, 2017, p.544).

Otro dato resaltante es el de México, donde más del 80% de los 1.6 millones de toneladas de residuos de la construcción se vertieron en el año 2016. La mayoría de este material se puede reciclar o reutilizar. Los residuos de construcción y demolición son generados durante el proceso constructivo, renovación y demolición de edificios o estructuras. Estos desechos incluyen materiales como concreto, ladrillos, madera, techos, paneles de yeso, etc. (Martínez, et al, 2015, p.15).

La realidad de Colombia no es diferente, ya que para el 2017 se generaron 7.5 millones de residuos de demolición en Bogotá y sus regiones circundantes (Castaño, 2013, p.123).

En el Perú es necesario señalar que no cuenta con una cultura para el reciclaje y manejo de los residuos de construcción, y según datos del Minan (2016) “la generación de residuos provenientes de la construcción aumentó en los últimos años, pasó del 47% a 54% del total del universo de residuos sólidos en el Perú, destacando escombros, tierra, restos de ladrillo, concreto armado, etc.” (p.152).

Es en este ámbito que se aborda el estudio, delimitándolo en el distrito del Callao, que al estar cerca al mar cuenta con la presencia de camiones que trasladan residuos de materiales de construcción, en especial concreto, tierra, cemento y restos de ladrillos, trasladándolos a los botaderos que se encuentran alrededor de las playas del distrito. Esta realidad representa diversos problemas que pueden ser mitigados, si se realizan prácticas específicas en el manejo de los residuos de materiales de construcción. La propuesta del estudio se focaliza en el proceso de reciclado del concreto estructural, con la finalidad de su reutilización, para aplicarlos en pavimentos de bajo tránsito, ya que el proceso de reciclar los materiales que ya han sido utilizados empezó a ser importante desde que los seres humanos, agrupados en grandes centros urbanos, se han hecho conscientes de la enorme cantidad y volumen de desechos que se producen a diario y la dificultad que puede causar su disposición final, evitando de esta forma que dicho material termine acumulado en los botaderos al darle un nuevo uso; más aún si se sabe que los residuos de construcción y demolición representan actualmente uno de los primeros tipos de residuos.

En varios países se ha recurrido al reemplazo de agregados total o parcialmente, por materiales reciclados, se creía antes que para la elaboración de un material tan usado como el concreto se requerían materias primas no renovables, las cuales a su vez

generan un impacto ambiental negativo al ser obtenidas en algunos casos por ejemplo mediante minería a cielo abierto en varias ciudades, las cuales se ven afectadas por la explotación de canteras para la obtención de agregados, teniendo como consecuencia una degradación ambiental de la corteza terrestre urbana, material particulado en la atmósfera y, derivado de los procesos de demolición y edificación, disposición de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en lotes que pierden su potencial como paisaje o áreas urbanizables. Con una generación de este tipo de residuos en algunos casos de (como en Medellín – Colombia) 8000 t/día (AMVA; 2010), y una actividad extractiva que degrada el ecosistema urbano, esta colectividad que supera los 2.400.000 habitantes (DANE; 2015) experimenta un daño creciente de su ecosistema urbano, ya que, para obtener una tonelada de agregados para concreto, es necesario remover varias toneladas de suelo superficial, anulando allí la actividad biótica. Por ello las exigencias que se reclaman desde la industria de la construcción en la actualidad, obligan el desarrollo de nuevas herramientas de gestión (Gracia y Dzul, 2007; Dzul y Gracia, 2009) que permitan potenciar los recursos, principalmente en países en donde la inversión es limitada.

Para tales casos se presentan dos aspectos que han dificultado la implementación de proyectos de construcción que empleen Concreto con Agregados Recicladados (CAR): el bajo costo de los agregados naturales para concreto como también de la disposición controlada de RCD. A estos dos aspectos citados se suma el desconocimiento de determinadas características que son atinentes al desempeño físico-mecánico del concreto, tales como su resistencia al esfuerzo de la compresión a edades mayores a 28 días y su durabilidad ante agentes atmosféricos del lugar. Este vacío científico se

presenta como una dificultad en el momento de emprender proyectos de construcción con estructuras de concreto reciclado, ya que garantizar el comportamiento futuro de una edificación u obra civil hace parte de los compromisos contractuales del constructor. Determinar las resistencias al esfuerzo de la compresión a edades de 3, 7, 14, 28, 56 y 91 días del CAR, así como su comportamiento ante agentes atmosféricos por medio de ensayos de porosidad, absorción y carbonatación, para predecir su durabilidad, se constituyen en un aporte a la comunidad científica colombiana -pues se contaría con el conocimiento necesario para introducir o no un nuevo material ecológico en la actividad constructora-, y en una de las bases para que por medio de los eco-materiales, se justifique la implementación de una política pública de construcción sostenible a escala urbana (Bedoya, Carlos, & Dzul, Luis. (2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. Revista ingeniería de construcción, 30(2), 99-108. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732015000200002>).

Tipo de mezcla	Asentamiento (cm)
0-R	6.84
25-R	6.50
50-R	6.35
100-R	6.05

Figura 1: Asentamientos de las mezclas confeccionadas con concreto reciclado
Fuente: Bedoya, Carlos, & Dzul, Luis (2015).

Mezcla	Resistencia al esfuerzo de la compresión en MPa					
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	91 días
0-R	11.35	15.60	19.26	23.51	26.84	27.39
25-R	11.15	15.33	18.90	22.91	26.35	26.83
50-R	10.82	14.93	18.55	22.28	25.71	25.93
100-R	10.10	13.89	17.33	20.33	21.92	23.02

Figura 2: Resistencia al esfuerzo de la compresión; promedio de tres probetas por edad de acuerdo con la NTC 1377 (ASTM C192M)

Fuente: Bedoya, Carlos, & Dzul, Luis (2015).

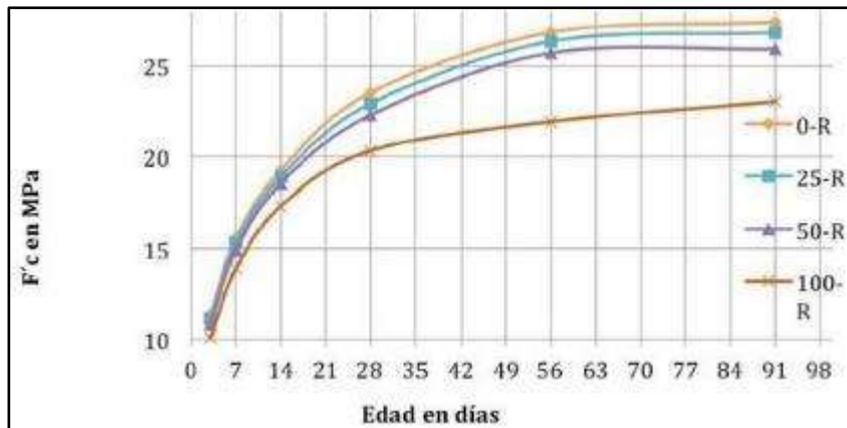


Figura 3: Curva de la resistencia al esfuerzo de la compresión; evolución a 91 días
Fuente: Bedoya, Carlos, & Dzul, Luis (2015).

Año	Acuerdo/Convenio/Ley	Descripción	Aporte al estudio
2005	Estudio para el diseño de valoración de residuos de escombros, mediante un sistema de gestión integral de los mismos para la Producción Más Limpia en la ciudad de Medellín.	Tuvo como base investigaciones realizadas en la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín sobre el reciclaje de escombros para la confección de concretos y su análisis desde el punto de vista de ciclo semi-cerrado de materiales.	Le mostró al municipio la potencialidad de abastecer sus propias demandas para obras públicas por medio de la valorización de escombros, proponiendo su uso como agregados para concretos no estructurales.
2006	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional del Valle de Aburrá. 2005-2020. Convenio número 325 de 2004.	En este estudio se retomaron y actualizan datos del PGIRS de Medellín, en contexto con los nueve municipios y una proyección al 2020 en cuanto a la generación de RCD.	En cuanto a los RCD se identifican estrategias para una recolección del 100% e investigación científica y tecnológica con el fin de superar el modelo de recoger-disponer para pasar a uno de recoger-valorizar.
2010	Formulación e implementación de una Política Pública de Construcción Sostenible para el Valle de Aburrá. Convenio número 253 de 2009.	Se establecen objetivos que implican eficiencia energética en edificios, consumo racional de agua, uso de ecomateriales mediante la valorización de RCD e incentivos tributarios para las empresas que construyan con estos parámetros.	Produjo el Documento Técnico de base para la elaboración de una Política Pública de Construcción Sostenible para el Valle de Aburrá (AMVA; 2010). Expone objetivos y estrategias para declarar la construcción sostenible como hecho vinculante en proyectos del sector público y privado.
2013	Decreto 1609 de 2013; política pública para la gestión de escombros en la ciudad de Medellín.	Reglamenta el Acuerdo Municipal D62 de 2009 que establece una Política Pública para la gestión de escombros en la ciudad de Medellín.	Establece la obligación de aprovechar porcentajes de los RCD generados en las obras; este aprovechamiento será mínimo del 5% del total de metros cuadrados del proyecto, que deberá crecer cada año en dos puntos hasta llegar a un 15%.
2014	Acuerdo Metropolitano N° 5. (Marzo 14 de 2014). Por medio del cual se declara como Hecho Metropolitano la Construcción Sostenible y se dictan lineamientos básicos para la implementación de una Política Pública de Construcción Sostenible para el Valle de Aburrá.	Da continuidad a los lineamientos establecidos en el Acuerdo número 253 de 2009, contempla como territorio de aplicación no solo a Medellín, sino también a los otros ocho municipios sobre los cuales tiene jurisdicción la entidad de control ambiental.	Incentiva la producción y el consumo de productos sostenibles, donde la confección del concreto reciclado es una estrategia muy importante, ya que la mayoría de obras emplean el concreto como material principal.

Figura 4: Acuerdos y resoluciones municipales y metropolitanas en Medellín sobre RCD y construcción sostenible
Fuente: Bedoya, Carlos, & Dzul, Luis (2015).

A nivel internacional se identifican trabajos que sustituyen solo el agregado grueso o el fino natural por reciclados, como también otros que sustituyen ambos agregados, concluyendo en general que la densidad de éstos disminuye entre un 5 % y 10 % y que la absorción aumenta dramáticamente, siendo consecuentes estos resultados con los obtenidos en el presente trabajo y con los de otros autores en distintas regiones del mundo como Egipto (Wagih A., El-Karmoty H., Ebid M. y Okba S., 2013), España (Olivarez M., Laffarga J., Galán C. y Nadal P. 2003), entre otras. Así mismo las resistencias al esfuerzo de la compresión reportadas en este artículo son similares a las de otros autores en otros contextos, permitiendo esto inferir que es posible implementar prácticas de confección y producción de concretos con agregados reciclados en el ámbito local y regional, escalables a nivel mundial, permitiendo con ello un flujo más reflexivo en cuanto a extracción de materias primas no renovables y generación de residuos, obviamente conservando el rigor en cuanto a los respectivos análisis de las características intrínsecas de los materiales en cada contexto (Arezoumandi M., Drury J., Volz J. and Khayat K., 2015).

Si se tiene en cuenta que uno de los factores más críticos a considerar para la durabilidad de las estructuras de concreto es la carbonatación, los resultados en general son muy buenos para todas las mezclas, tanto de referencia como recicladas; basta con observar que a una edad de 27 años y cuatro meses la máxima profundidad alcanzada en el frente de carbonatación fue de 12.4 mm para la mezcla 50-R y 9.1 mm para la 100-R, comparadas con 8.4 mm de la mezcla de referencia, y que la literatura técnica y científica establece que, para concretos estructurales normales, una profundidad estándar es del orden de 20 mm para una edad de 20 años. En este sentido

las mezclas presentaron unas profundidades de carbonatación, a una edad de 19.8 años, de 9.97 mm en promedio, siendo 11.0 mm la más alta (50-R) y 5.4 mm la más baja (0-R), estando muy por debajo de la profundidad estándar y, considerando como ya se dijo, que la norma sismorresistente de aplicación en Colombia exige un recubrimiento mínimo de 50 mm para el acero de refuerzo (Bedoya C., & Dzul L., 2015).

Las mezclas confeccionadas con agregados reciclados presentan un costo muy parecido a la mezcla de referencia, dado que, si bien consumen más cemento, el costo del agregado reciclado es menor que el natural. En tal caso se recomienda por distintos investigadores y productores de concreto, invertir el ahorro generado por los agregados reciclados en un aumento de cemento en la mezcla, para incrementar la resistencia al esfuerzo de la compresión y la durabilidad. Uno de los aportes de esta investigación es la correlación que se hace entre el análisis del desempeño de un material reciclado, su factibilidad económica y las posibilidades de ser producido a escala urbana con el aval de la legislación, de manera que se incentiven la producción y el consumo de un concreto ecológico por medio de acciones vinculantes tales como decretos y políticas públicas (Alaejos P., Domingo A. y Monleón S., 2005).

Los fundamentos teóricos para poder realizar esta investigación serán:

Concretos reciclados es un término usado para describir el concreto triturado o asfalto de desechos de construcción que se reutiliza en otros proyectos de construcción. Esta colección de desechos de construcción se usa usualmente para la base de carreteras, cemento u otros proyectos de infraestructura (Martínez, et al, 2015, p.240).

El empleo de materiales reciclados para la construcción es un movimiento sostenible en esta industria. Evita que los materiales deban ser recolectados para la construcción, al tiempo que evita que ingresen más desechos en el relleno sanitario. Este proceso puede realizarse fácilmente en el sitio de demolición o incluso en una instalación permanente (Pavón, Etxeberria y Martínez, 2011. p.62).

Cabrera, et al (2017) señalaron que “Los agregados reciclados provienen de materiales de reprocesamiento que se han utilizado previamente en la construcción. Hay dos métodos para producir agregado reciclado a) en el sitio de la fuente, los beneficios de esto incluyen ahorrar en los costos de transporte y b) los beneficios ambientales de reducir los movimientos de los camiones en una planta central. Entre los ejemplos de áridos reciclados se incluyen el hormigón reciclado procedente de materiales de construcción y demolición” (p.203).

Dentro de las características de los concretos reciclados, se podría recalcar:

Las características de trituración del concreto endurecido son parecidas a las de la roca natural y no se ven significativamente afectadas por el grado o la calidad del concreto original. Se puede esperar que los agregados de hormigón reciclado producidos a partir de todos los hormigones originales, excepto los de calidad más pobre, pasen las mismas pruebas requeridas de los áridos convencionales (Martínez, et al, 2015, p.246).

Los agregados de concreto reciclado contienen no solo los agregados originales, sino también la pasta de cemento hidratado. Esta pasta reduce la gravedad específica y aumenta la porosidad en comparación con los agregados similares. Una mayor

porosidad de los áridos reciclados conduce a una mayor absorción (Martínez, et al, 2015, p.246).

Para el **uso del concreto reciclado**, las piezas más pequeñas de concreto se usan como grava para nuevos proyectos de construcción. La grava de la subbase se establece como la capa más baja en una carretera, con concreto fresco o asfalto vertido sobre ella. Se puede proyectar nuevas carreteras con los materiales de las carreteras y/o autopistas antiguas. El concreto reciclado triturado se usa también como agregado seco para concreto nuevo si no tiene contaminantes. Además, los pavimentos de concreto pueden romperse en su lugar y usarse como una capa base para un pavimento asfáltico a través de un proceso llamado frotamiento. Las piezas más grandes de concreto triturado se pueden emplear como revestimientos (Valdés, 2011, p.21).

En general, el reúso y el reciclaje de residuos de construcción se concentran en la preparación de áridos reciclados para hormigón. Al agregar una dosis de agregado reciclado en lugar de agregado natural grueso a la mezcla, se produce el concreto reciclado, que puede conservar energía y materiales para producir el concreto (Valdés, 2011, p.22).

Con un control de calidad adecuado en la instalación de trituración, se pueden proporcionar materiales bien graduados y estéticamente agradables como reemplazo de la piedra tipo mantillo. Los gaviones de alambre (jaulas) pueden rellenarse con hormigón triturado y apilarse para proporcionar muros de contención económicos. Los gaviones apilados también se emplean para construir muros pantalla de privacidad (en lugar de vallas) (Valdés, 2011, p.21).

Para la **resistencia y durabilidad del concreto**, el parámetro de absorción del agregado reciclado es del 7,5%, más alto que la especificación del agregado natural que llega a un máximo del 3,7%. Debido a la grava que influirá en la absorción de agua. Por lo que el agregado reciclado satisface la especificación de absorción. Además, agregar diferentes porciones de agregado reciclado a la mezcla tendrá diferentes grados de influencia sobre la gravedad específica, resistencia característica, resistencia a la compresión, elasticidad del módulo y resistencia a la flexión (Cabrera, et al, 2017, p.205).

Al mezclar 0%, 35%, 50% y 65% de agregado reciclado en la mezcla y se encontrará que a medida que se agrega la dosis de agregado reciclado aumenta, la gravedad específica, resistencia característica, resistencia a la compresión, elasticidad del módulo y resistencia a la flexión disminuye (Cabrera, et al, 2017, p.205).

Si se emplea un 65% de agregado reciclado, cada propiedad física disminuirá considerablemente. Sin embargo, si limitamos la porción de agregados reciclados al concreto, no afectará mucho a cada propiedad. Con base en el análisis de investigación y experimentación, "la sustitución máxima del agregado grueso reciclado que se puede emplear en el concreto es del 35%". Algunos experimentos indicaron que el agregado reciclado no tiene una buena durabilidad como el agregado grueso natural, pero podemos mejorar su durabilidad al mezclarlo con materiales especiales como la ceniza volante para producir concreto resistente y duradero (Cabrera, et al, 2017, p.206).

Para el **beneficio del árido reciclado**, hay una variedad de beneficios en reciclar el concreto en lugar de tirarlo o enterrarlo en un vertedero:

- Mantener los desechos de concreto fuera de los vertederos permite el ahorro de espacio en los vertederos.
- El uso de concreto reciclado puede conservar los recursos naturales al reducir la necesidad de extraer grava, agua, carbón, petróleo y gas.
- El uso de concreto reciclado como material base para carreteras reduce la contaminación involucrada al transportar material.
- Reciclar concreto puede crear más oportunidades de empleo.
- Reciclar el hormigón arrastra el costo de comprar materias primas y transportar los residuos a los vertederos.
- Reciclar una tonelada de cemento podría ahorrar 1.360 galones de agua, 900 kg de CO₂ (Pavón, Etxeberria y Martínez, 2011. p.64).

Como complemento de las nociones teóricas, es importante mencionar algunos antecedentes nacionales e internacionales referidos a esta investigación.

Para mencionar algunos **antecedentes nacionales**, se puede referenciar lo estudiado por Bazán (2018) presentó el estudio “Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso)”. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Su objetivo fue caracterizar los residuos de construcción delimitados del edificio Clement y del terminal Muelle Norte del Callao. La metodología empleada fue aplicada de diseño experimental. Concluyendo que los residuos que más predominan fueron los escombros, de estos el 98% pueden ser reciclados, ya que son residuos que pueden ser

aprovechados de manera eficiente, dependiendo que es lo que se busca aprovechar con los residuos de construcción.

Rivasplata (2015) presentó el estudio “Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y sub - bases de estructura de pavimento en nuevo Chimbote-Santa-Ancash”. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Nacional del Santa. Su objetivo fue optimizar el agregado obtenido de escombros. La metodología usada fue la aplicada de diseño experimental. Concluyendo que las propiedades físicas del agregado reciclado son parecidas a las propiedades de agregado natural. El agregado reciclado tiene altas capacidades, resistencia y propiedades mecánicas por encima del agregado natural.

Meléndez (2016) presentó el estudio “utilización del concreto reciclado como agregado grueso y fino para un diseño de mezcla $f'c = 210$ kg/cm² en la ciudad de Huaraz”. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil en la Universidad San Pedro. Su objetivo fue utilizar el concreto reciclado como agregado para un diseño de mezcla $f'c = 210$ kg/cm² en la ciudad de Huaraz – 2106

Eyzaguirre (2018) presentó el estudio “Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras a porticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental”. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil en la Universidad peruana de ciencias aplicadas. Objetivo específico es determinar experimentalmente las propiedades del concreto fresco y endurecido elaborado con agregado reciclado y con agregado natural mediante ensayos de peso unitario, temperatura, determinación del asentamiento de las mezclas, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción indirecta de probetas

cilíndricas. La metodología aplicada es remplazar el agrado grueso natural por un porcentaje de agregado grueso de concreto reciclado para obtención de un concreto 280 kg/cm²

Como **antecedentes internacionales** se puede mencionar lo indicado por Del Rey (2018) presentó el estudio “Evaluación ambiental y aplicaciones de áridos procedentes de RCD ligados con cemento en ingeniería civil”. Tesis doctoral en la Universidad de Córdoba, España. Su objetivo fue la evaluación ambiental de los áridos reciclados proveniente de actividades de construcción civil. La metodología utilizada fue la aplicada, experimental. Se determinó que, de acuerdo con los resultados de las pruebas de cumplimiento, 14 de los 20 materiales se clasifican como no residuos peligrosos. Sin embargo, tres AR concretos y todos los AR asfálticos se consideran desechos inertes. Por lo tanto, el más alto de los riesgos ambientales potenciales eran poseer altos contenidos químicos y tóxicos como Cr y sulfato como los compuestos más contaminantes. Los procedimientos experimentales se realizaron para identificar el origen de estos dos compuestos y se enfocaron en analizar el comportamiento de los componentes convencionales de AR (como la cerámica) materiales de construcción y concreto). Por lo tanto, altos niveles de Cr y sulfato se detectaron en tres de los cinco materiales cerámicos (perforados y ladrillo hueco y azulejo). Éstos presentaron los contenidos más altos de arcilla (más del 90% por peso de composición). Los resultados mostraron que esencialmente todo el Cr total liberado por la cerámica estaba presente como Cr (III), que es menos dañino para el medio ambiente y la salud.

Bermejo (2016) presentó la investigación “*Lineamientos para la gestión ambiental de residuos de construcción y demolición (RCD) generados en Barranquilla*”

D.E.I.P.”. Tesis de maestría en la Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. Su objetivo fue el manejo de residuos de construcción con el fin de diseñar un plan de gestión ambiental. La metodología empleada fue la aplicada, cuantitativa, no experimental. Concluyendo que el problema más resaltante relacionado a la gestión de residuos de construcción es que no hay políticas públicas focalizadas en el manejo, transformación y disminución de los RCD, tanto a nivel del ejecutivo, como de los gobiernos locales. Ello generó el incremento de los RCD, contaminado el ambiente de forma directa, ya por la polución de material particulado, como del agua y del suelo. Es necesario gestionar y promover políticas públicas integre a diversas instancias para disminuir el impacto de las RCD en el ambiente.

Martínez (2015) presentó la investigación “*Evaluación de morteros estructurales fabricados con áridos reciclados de diferente tipo*”. Tesis para optar el título de ingeniería civil en la Universidad Nacional Autónoma de México. Su objetivo fue establecer la durabilidad y resistencia de morteros estructurales fabricados con áridos reciclados. La metodología empleada fue la aplicada de diseño experimental. Concluyendo que los áridos reciclados de hormigón son más resistentes que los de cerámica, el costo de fabricación es menor a los de cerámica, ya que la materia prima son los materiales reciclados, la resistencia del árido reciclado es mayor que el de los de cerámica.

García (2015) presentó la investigación “*Estudio de los resultados en obra y a largo plazo de la utilización de materiales reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) en firmes de carreteras y urbanizaciones*”. Tesis doctoral en la Universidad de Sevilla. Su objetivo fue analizar y estudiar los materiales que se pueden

reciclar generados por la construcción. La metodología usada fue la analítica de diseño experimental. Concluyendo que técnicamente se pueden fabricar ladrillos con material reciclado, reemplazando a los ladrillos de arcilla, siendo más resistente y de menor costo, si es que se fabrica en volumen. La calidad de los materiales está en función de la fabricación y procesos seleccionados al momento de hacer los ladrillos y otros materiales de construcción.

Navarro (2014) presentó el estudio *“Uso y fomento del árido reciclado en hormigón estructural como oportunidad de mejora medioambiental y económica”*. Investigación desarrollada en la Universidad de la Rioja, España. Su objetivo fue fomentar el uso del árido reciclado en hormigón estructural para disminuir la contaminación de residuos de construcción. La metodología usada fue la aplicada de diseño experimental. Concluyendo que la resistencia del reciclado de hormigón tiene una resistencia superior al 20% a otros materiales, el reciclado de hormigón puede elevar sus propiedades mediante el uso de aditivos.

Como **justificación** se puede mencionar que la motivación del estudio surge desde la experiencia de los investigadores, que al reciclar el concreto estructural, se está evitando que una cantidad similar de materiales sea explotada, preservando por un mayor periodo de tiempo las reservas de materiales de construcción, al reciclar los residuos que son generados diariamente, también para enfrentar el problema generado por las grandes cantidades de residuos que son producidos a diario, debido que el sector de la construcción representa uno de los aspectos de mayor importancia dentro de la economía del país, consumiendo volúmenes altos de materia prima y recursos, lo que a su vez ocasiona la mengua de las áreas de vertimiento. Por lo que el proceso de

reciclaje del concreto estructural hace posible la preservación de una cantidad considerable de recursos naturales, lo que posibilita el ahorro energético y reduce la creación de nuevos vertederos. Asimismo, con el tiempo se ve favorecida el diseño y construcción de redes viales elaboradas con pavimentos rígidos, lo que beneficia a los ciudadanos de las mismas, así como a la conexión con las zonas periféricas que se van desarrollando, y su aplicación se puede generalizar por los gobiernos tanto a nivel local como regional.

Como **limitación** se puede mencionar la poca información de este tipo de concreto experimental con respecto a la resistencia a la abrasión, así como la selección de concreto reciclado ideal, ya que existen de varias $f'c$, según el uso primario.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General.

¿De qué manera determinar el comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020?

1.2.2. Problemas específicos.

1.2.2.1. Problema específico 1

¿De qué manera determinar que cumpla con las NTP 339 - 034, 2008, el diseño de mezcla del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020?

1.2.2.2. Problema específico 2

¿De qué manera determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020?

1.2.2.3. Problema específico 3

¿De qué manera determinar la resistencia a la abrasión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020?

1.2.2.4. Problema específico 4

¿De qué manera determinar la elasticidad del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Determinar el diseño de mezcla del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020, que cumpla con las NTP 339 – 034, 2008.

Objetivo específico 2

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

Objetivo específico 3

Determinar la resistencia a la abrasión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

Objetivo específico 4

Determinar la elasticidad del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

1.4. Hipótesis.

1.4.1. Hipótesis General.

El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con el comportamiento mecánico del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

1.4.2. Hipótesis Específicas.

1.4.2.1. Hipótesis Específica 1.

El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con el diseño de la mezcla del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020, según la norma NTP 339 - 034, 2008.

1.4.2.2. Hipótesis Específica 2.

El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con la resistencia a la compresión del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020, según la norma NTP 339.034.

1.4.2.3. Hipótesis Específica 3.

El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con la resistencia a la abrasión del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020, según la norma NTP 400.019.

1.4.2.4. Hipótesis Específica 4.

El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con la elasticidad del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020, según la norma ASTM. C 469 - 94

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo y diseño de la investigación

2.1.1 Tipo de investigación.

El tipo de investigación es aplicada, ya que servirá como una técnica novedosa para el diseño de una mezcla con concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso para la obtención de un concreto $f'c = 210$ kg/cm² de óptima calidad, de esa manera también se reduce la contaminación al medio ambiente.

2.1.2 Diseño de investigación

La presente investigación es de diseño cuasi-experimental debido a que en ella se establece una situación de control en la cual se manipula de manera intencional la variable independiente concreto reciclado, para que se pueda analizar las consecuencias sobre la variable dependiente comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210$ kg/cm² en las probetas a ensayar, ya que no hay elección aleatoria de las mismas.

Será transversal ya que hablamos de un espacio – tiempo definido y cuantitativo, dado que se recaudó información cuantificable que puede establecer la reutilización del concreto reciclado en concreto estructural como oportunidad de mejora medioambiental.

Variable Independiente: Concreto reciclado.

Variable Dependiente: Comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210$ kg/cm².

Tabla 1.

Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
V.I.: Concreto reciclado.	<ul style="list-style-type: none"> • Demolición. • Escombros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agregado. • Cemento • Agua.
V.D.: Comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210$ kg/cm ² .	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte de carga externa. • Capacidad de equilibrio 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de mezcla. • Resistencia a la compresión. • Resistencia a la abrasión. • Elasticidad.

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población.

La población por tratarse de una investigación cuasi-experimental, estará constituida por 84 probetas cilíndricas de concreto según la norma NTP 339.034, 2008, dado que se efectuará el estudio experimental al concreto en sí, con el objetivo de determinar el diseño de mezcla utilizando concreto reciclado que reemplazará al 100% de los agregados fino y grueso para la obtención de un concreto $f'c=210$ kg/cm², utilizando el método del agregado global para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

2.2.2 Muestra.

El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia en el cual se tomó la misma cantidad de la población, siendo 21 probetas realizadas de manera convencional, y 63 probetas que contengan concretos reciclados en reemplazo de los agregados fino y grueso dentro del diseño de mezcla.

2.2.2.1. Probetas de concreto convencional para ensayo de compresión.

03 probetas de concreto ensayas a 7 días.

03 probetas de concreto ensayas a 14 días.

03 probetas de concreto ensayas a 28 días.

2.2.2.2. Probetas con material de concreto reciclado, en reemplazo de los agregados fino y grueso, para ensayo de compresión.

09 probetas de concreto ensayas a 7 días.

09 probetas de concreto ensayas a 14 días.

09 probetas de concreto ensayas a 28 días.

Por lo tanto, se tiene como muestra a 27 probetas diseñadas para ensayos a la compresión.

2.2.2.3. Probetas de concreto convencional para ensayo de abrasión.

02 probetas de concreto ensayas a 7 días.

02 probetas de concreto ensayas a 14 días.

02 probetas de concreto ensayas a 28 días.

2.2.2.4. Probetas con material de concreto reciclado en reemplazo de los agregados fino y grueso, para ensayo a la abrasión.

06 probetas de concreto ensayas a 7 días.

06 probetas de concreto ensayas a 14 días.

06 probetas de concreto ensayas a 28 días.

Por lo tanto, se tiene como muestra a 18 probetas diseñadas para ensayos a la abrasión.

2.2.2.5. Muestras de concreto convencional para obtención de módulo de elasticidad.

02 muestras de concreto ensayas a 7 días.

02 muestras de concreto ensayas a 14 días.

02 muestras de concreto ensayas a 28 días.

2.2.2.6. Muestras con material de concreto reciclado en reemplazo de los agregados fino y grueso, para obtención de módulo de elasticidad.

06 muestras de concreto ensayas a 7 días.

06 muestras de concreto ensayas a 14 días.

06 muestras de concreto ensayas a 28 días.

Por lo tanto, se tiene como muestra a 18 muestras diseñadas para ensayos a la elasticidad.

2.3 Procedimientos

2.3.1 Procedimiento con material convencional y reciclado.

2.3.1.1 Procedimiento con material convencional.

Según lo antes mencionado el pavimento rígido a utilizar, debiera seguir la calidad requerida para este tipo de estructuras para evitar su falla, por lo que utilizaremos el método de agregados globales, donde la composición de la mezcla de un concreto reciclado, al igual a la de un concreto tradicional, debe satisfacer todos los criterios de desempeño para este material en estado fresco y endurecido.

Es importante tener presente los siguientes pasos:

1. Conocer las características de los materiales, los cuales se mostrarán en el anexo 2.

Tabla 2.

Características de los materiales

Descripción
Peso Específico de cemento
Peso Específico de Masa Seca
Peso Específico de Masa SSS
Peso Específico Aparente
Peso Unitario Suelto Seco
Peso Unitario Compactado Seco
Contenido de Humedad
Porcentaje de Absorción
Módulo de Finura

2. Determinación de la resistencia promedio $f'cr$

a. En caso de tener $f'c$ y σ .

$$f'cr = f'c + 1.33 \sigma \dots\dots\dots (1)$$

$$f'cr = f'c + 2.33 \sigma - 35 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

σ : desviación standard (kg/cm²)

$f'cr$: Resistencia a la compresión requerida (kg/cm²)

Se escogerá el mayor valor de las fórmulas (1) y (2)

b. En caso de tener solo $f'c$.

$F'c$	$F'cr$
< 210 kg/cm ²	+ 70 kg/cm ²
210 - 350 kg/cm ²	+ 84 kg/cm ²
>350 kg/cm ²	+ 96 kg/cm ²

Figura 5: Identificación de $f'cr$ solo con $f'c$.

Fuente: Código ACI.

- 3 Cálculo del T.N.M.
- 4 Cálculo del Asentamiento.
- 5 Cálculo de contenido de agua.
- 6 Seleccionar el contenido de aire atrapado.
- 7 Seleccionar la relación a/c por resistencia a la compresión o por durabilidad.
- 8 Cálculo del contenido de cemento.
- 9 Calcular la suma de los volúmenes de los componentes, sin incluir los agregados.

- 10 Cálculo del volumen absoluto de los agregados.
- 11 Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados.
- 12 Cálculo del porcentaje de agregado fino (rf).

$$rf = \frac{mg - m}{mg - mf}$$

Donde:

m. = Módulo de finura de la combinación

mf. = Módulo de finura del agregado reciclado fino.

mg. = Módulo de finura del agregado reciclado grueso.

- 13 Cálculo de los volúmenes de los agregados fino y grueso:

$$\text{Vol. A.F.} = \% \text{ A.F.} \times \text{Vol. agregados}$$

$$\text{Vol. A.G.} = \% \text{ A.G.} \times \text{Vol. agregados}$$

- 14 Cálculo de los pesos secos de los agregados

$$\text{A.F.} = \text{Vol. A.F.} \times \text{P.E.} \times 1000$$

$$\text{A.G.} = \text{Vol. A.G.} \times \text{P.E.} \times 1000.$$

- 15 Presentación del diseño en estado seco.

- 16 Corrección por humedad de los agregados

$$\text{A.F.} = \text{Peso seco} (1 + \% \text{C.H.A.F.}/100)$$

$$\text{A.G.} = \text{Peso seco} (1 + \% \text{C.H.A.G.}/100).$$

Tabla 3.

Datos obtenidos de laboratorio

INSUMO	PESO ESPECIFICO	HUMEDAD	ABS.	MOD. FINEZA	P.U.SUELTO	TMN
Cemento SOL Tipo 1	3120 kg/m ³					
Agua	1000 kg/m ³					
Aire						
Agregado grueso	2780 kg/m ³	1.80%	0.56%	6.66	1517	3/4
Agregado fino	2570 kg/m ³	2.50%	1.83%	3.03	1570	

$f'c$	$f'cr$
< 210 kg/cm ²	+ 70 kg/cm ²
210 - 350 kg/cm ²	+ 84 kg/cm ²
>350 kg/cm ²	+ 96 kg/cm ²

Figura 6: Identificación de $f'cr$ solo con $f'c$.

Fuente: Código ACI.

1 Resistencia requerida $f'cr$.

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2 Tamaño máximo nominal (MTN)

$$TMN = 3/4''$$

3 Asentamiento

$$\text{Consistencia plástica} = 3'' - 4''.$$

4 Contenido de agua.

$$V = 205 \text{ litros.}$$

TABLA 01

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en l/m³, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----

Figura 7: Identificación del volumen unitario de agua.

Fuente: Confeccionada por comité 211 del ACI.

5 Contenido de aire atrapado.

$$AT = 2.0\%$$

TABLA 02

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Figura 8: Identificación de aire atrapado

Fuente: Confeccionada por comité 211 del ACI

6 Relación agua cemento a/c.

TABLA 05

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

f'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Figura 9: Identificación de relación agua / cemento por resistencia
Fuente: Código ACI 211

$$\begin{array}{l} \left[\begin{array}{l} 250 \\ 294 \\ 300 \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{l} 0.62 \\ X \\ 0.55 \end{array} \right] \end{array}$$

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

$$= -50(0.62 - X) = -3.08$$

$$X = 0.56$$

Interpolando X = 0.56

Agua/ cemento = 0.56

7 Cálculo de contenido de cemento.

$$\text{Cemento} = 205/0.56$$

$$\text{Cemento} = 366.1 \text{ kg.}$$

8 Volumen absoluto de cemento, agua y aire.

Cemento	366.1	0.1173	m ³
Agua	205	0.205	m ³
Aire	2.00%	0.02	m ³
		0.3423	m ³

9 Cálculo del volumen absoluto de los agregados.

$$1 - 0.3423 = 0.6577 \text{ m}^3$$

10 Cálculo de módulo de fineza de la combinación de agregados.

TABLA 03

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	6	7	8	9
3 / 8 "	3.96	4.04	4.11	4.19
1 / 2 "	4.46	4.54	4.61	4.69
3 / 4 "	4.96	5.04	5.11	5.19
1 "	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1 / 2 "	5.56	5.64	5.71	5.79
2 "	5.86	5.94	6.01	6.09
3 "	6.16	6.24	6.31	6.39

Figura 8: Identificación de módulo de fineza de la combinación de agregados
Fuente: Código ACI 211.

$$\begin{array}{l} \left[\begin{array}{l} 8 \\ 8.61 \\ 9 \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{l} 5.11 \\ X \\ 5.19 \end{array} \right] \end{array}$$

$$= \frac{8 - 9}{8 - 8.61} = \frac{5.11 - 5.19}{5.11 - X}$$

$$= -1(5.11 - X) = 0.0488$$

$$X = 5.16$$

Interpolando X = 5.16

11 Cálculo de porcentaje de agregado fino (rf)

$$rf = \frac{mg - m}{mg - mf}$$

Donde:

m. = Módulo de finura de la combinación

mf. = Modulo de finura del agregado reciclado fino.

mg. = Módulo de finura del agregado reciclado grueso.

$$rf = \frac{6.66 - 5.16}{6.66 - 3.03} = 0.41$$

% agregado reciclado grueso = 59%

% agregado reciclado fino = 41%

12 Cálculo del volumen absoluto de los agregados reciclados grueso y fino.

Volumen de agregado grueso = $0.6577 \times 0.59 = 0.388 \text{ m}^3$

Volumen de agregado fino = $0.6577 \times 0.41 = 0.269 \text{ m}^3$

13 Cálculo de los pesos de los agregados reciclados.

Peso = volumen x peso específico

Peso agregado reciclado grueso en seco = $0.388\text{m}^3 \times 2780 \text{ kg/m}^3$
= 1078.64 kg.

Peso agregado reciclado fino en seco = $0.269\text{m}^3 \times 2570 \text{ kg/m}^3$
= 691.33 kg.

14 Presentación de diseño en estado seco.

Cemento	366.1	Kg.
Agua	205	Lt.
Agregado grueso	1078.64	kg.
Agregado fino	691.33	kg.
Aire	2.0%	

15 Corrección del diseño por contenido de humedad y absorción de los agregados reciclados.

Peso agregado reciclado húmedo = peso del agregado seco x (1+ % contenido de humedad).

$$\begin{aligned} \text{- Peso agregado reciclado grueso húmedo} &= 1078.64 (1+0.018) \\ &= 1098.05 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Peso agregado reciclado fino húmedo} &= 691.33 (1+0.025) \\ &= 708.61 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Cantidad de agua requerida en los agregados reciclados

= peso seco de agregado x (contenido de humedad – absorción)

$$\begin{aligned} \text{- cantidad de agua requerida en AG} &= 1078.64 (0.018 - 0.0056) \\ &= 13.38 \text{ Litros.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- cantidad de agua requerida en AF} &= 691.33 (0.025 - 0.0183) \\ &= 4.63 \text{ Litros.} \end{aligned}$$

Cantidad de agua total requerida en los agregados

$$= 18.01 \text{ Litros.}$$

16 Presentación de diseño en estado húmedo.

Cemento	366.1 Kg
Agua	186.99 Lt.
Agregado grueso	1098.65 kg.
Agregado fino	708.61 kg.

17 Presentación de diseño por tandeo.

Por tandeo = vol. del cilindro x N° de probetas

$$\text{Vol. De cilindro} = \frac{\pi \times D^2 \times H}{4} = \frac{3.1416 \times (0.1524^2) \times (0.3048)}{4}$$

$$= 0.00556 \text{ m}^3.$$

$$\text{Por tandeo} = 0.00556 \times 7 = 0.03892 \text{ m}^3$$

$$= 0.04 \text{ m}^3$$

Cemento	366.1 x 0.04	14.6 Kg.
Agua	186.99 x 0.04	11.5 Lt.
Agregado grueso	1098.65x0.04	43.9 Kg.
Agregado fino	708.61 x 0.04	28.3 Kg.

Tamiz (Pulg)	Huso 1/2"		Huso 3/4"		Huso 3/8"	
	L.I.	L.S.	L.I.	L.S.	L.I.	L.S.
2"	100	100				
1 1/2"	95	100	100	100		
1"	60	90	98	100		
3/4"	45	80	95	100		
1/2"	35	68	70	80	100	100
3/8"	30	58	50	65	95	100
N°4	25	50	35	55	30	65
N°8	20	45	25	48	20	50
N°16	14	38	18	42	15	40
N°30	8	30	10	35	10	30
N°50	3	20	5	20	5	15
N°100	0	8	0	8	0	8

Figura 9: Tabla de husos granulométricos
Fuente: Norma ASTM C33.

Para la **determinación de la composición de la mezcla**, según el método del **agregado global**, es importante saber que este método considera el porcentaje incidencia de cada agregado en el diseño de mezcla, los porcentajes se controlan de tal forma que la combinación esté dentro de algunos de estos husos:

2.3.1.2 Procedimiento con material reciclado.

Como podemos apreciar en la figura 10, 11 y 12, se recolecto el concreto reciclado de los vertederos informales ubicados en los litorales de Oquendo – Callao, para luego seleccionarlo y posteriormente llevarlos a la máquina trituradora de mandíbula, calibrándola a este, para un $TM \frac{3}{4}$, tal cual se puede apreciar en la figura 13 y 14.



Figura 10: Recolección de concreto reciclado en vertedero informal en las riveras del litoral de Oquendo – Callao



Figura 11: Recolección de concreto reciclado en vertedero informal en las riveras del litoral de Oquendo – Callao



Figura 12: Concreto reciclado selecto para ser llevado a la molienda

Una vez triturada los escombros, estos pasan a las instalaciones del laboratorio MATESTLAB S.A.C. para realizar los ensayos de características físicas de estos agregados reciclados, tales como:



Figura 13: Trituración de concreto reciclado en máquina (trituradora mandíbula)



Figura 14: Planta de trituración de escombros, (trituradora mandíbula)

GRANULOMETRIA:

Ensayo donde se determina el TMN del agregado reciclado, siendo nuestro caso de $\frac{1}{2}$ y el TM de $\frac{3}{4}$.

a). - **granulometría a agregado fino reciclado:** El análisis de estos agregados finos reciclado, se determinarán haciendo uso de los tamices N°4, N°8, N°16, N°50, N°100.

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	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	1.3	0.22	0.22	99.78	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	156.3	26.03	26.25	73.75	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	135.2	22.52	48.77	51.23	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	104.1	17.34	66.11	33.89	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	74.0	12.33	78.43	21.57	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	57.9	9.64	88.07	11.93	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	88.07	11.93	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	71.6	11.93	100.00	0.00	0.00	0.00

Figura 15: Datos de laboratorio para el agregado fino, Norma ASTM C33

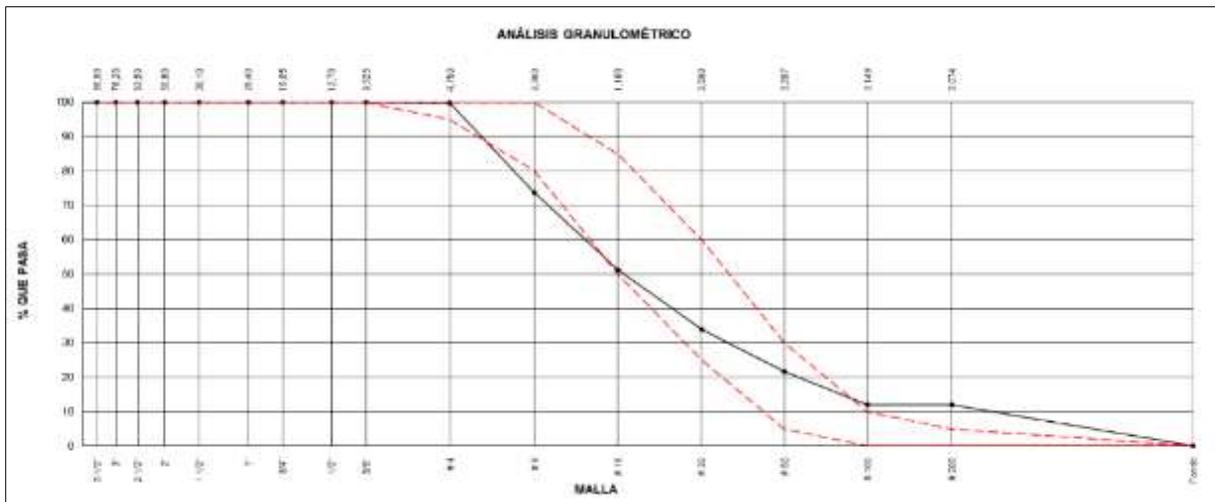


Figura 16: Análisis granulométrico de laboratorio

b). - **granulometría a agregado grueso reciclado:** El análisis del agregado grueso reciclado, se determinarán haciendo uso de los tamices N°3/4, N°1/2, N°3/8, N°4.

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 67							
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	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	28.5	1.14	1.14	98.86	90.00	100.00
1/2"	12.70 mm	830.2	33.23	34.37	65.63	50.00	79.00
3/8"	9.53 mm	699.8	28.01	62.37	37.63	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	889.2	35.59	97.96	2.04	0.00	10.00
# 8	2.36 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	5.00
# 16	1.18 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	0.00
# 30	0.59 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	0.00
# 50	0.30 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	0.00
# 100	0.15 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	0.00
# 200	0.07 mm		0.00	97.96	2.04	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	51.0	2.04	100.00	0.00	0.00	0.00

Figura 17: Datos de laboratorio para el agregado grueso, Norma ASTM C33

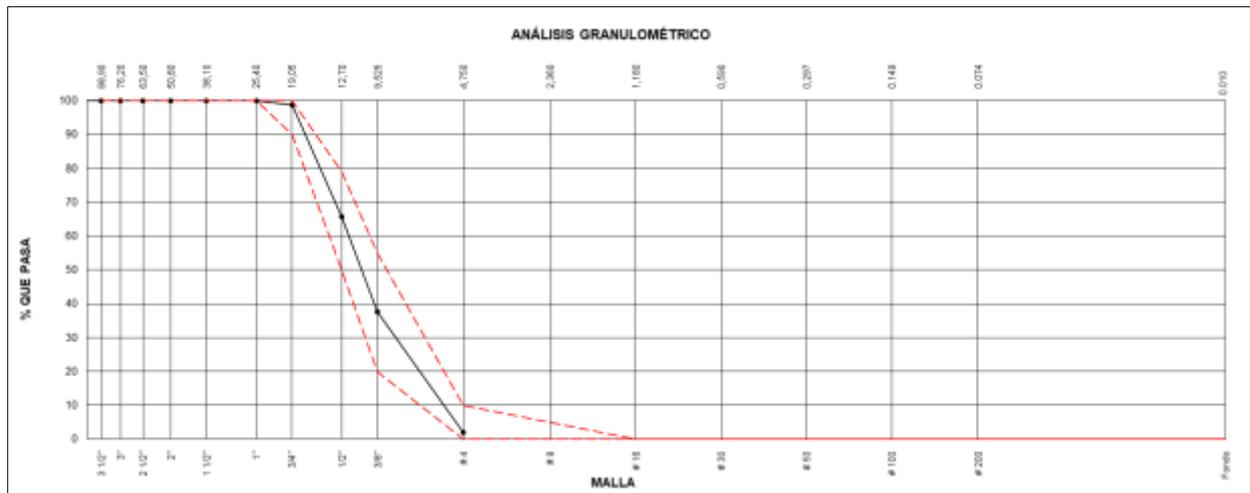


Figura 18: Análisis granulométrico de laboratorio



Figura 19: Granulometría y tamizado ASTM D-422, AASHTO T88, MTC E 107-2000



Figura 20: Granulometría y tamizado ASTM D-422, AASHTO T88, MTC E 107-2000

CUARTEO: Este tipo de ensayo es indispensable ya que con ello se realiza la selección de la muestra selecta representativa tal como se puede apreciar en la figura 21.



Figura 21: Cuarteo de concreto reciclado triturado según la norma AASHTO T 248 – ASTM C702.

PESO UNITARIO:

a). -**Peso unitario suelto:** en este tipo de ensayo, se llena el material reciclado de una determinada altura al recipiente, sin ejercer presión alguna sobre el material, luego se procede a registrar los datos de su peso, que genera el agregado.

b). - **peso unitario compactado:** a diferencia del P.U.S. este se llena en tres etapas, compactando cada capa con 25 chuseadas al agregado reciclado, con una avarilla estandarizada – pisón, tal se aprecia en la figura 22, y luego se procede a pesar, registrando enseguida los datos generados por la balanza. Figura 23.



Figura 22: Ensayo de peso unitario de agregado reciclado grueso y fino (compactado y suelto) según la NTP 400.017



Figura 23: Peso de agregados reciclados grueso y fino

Peso específico y absorción

Este tipo de ensayos se realizan para determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado reciclado, tales como: peso específico de masa SSS y aparente, el porcentaje de absorción y contenido de humedad, tal como se aprecia en la figura 24,25 y 26.



Figura 24. Ensayo de pesos específico y absorción del agregado grueso
(NTP 400.021 / ASTM C127)



Figura 25: Ensayo de pesos específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022 / ASTM C128)



Figura 26: Agregado fino superficialmente saturado seco. (SSS)

Tabla 4.

Datos obtenidos de laboratorio

INSUMO	PESO ESPECIFICO	HUMEDAD	ABS.	MOD. FINEZA	P.U.SUELTO	TMN
Cemento SOL Tipo 1	3120 kg/m ³					
Agua	1000 kg/m ³					
Aire						
Agregado grueso reciclado	2286 kg/m ³	3.5%	6.5%	6.94	1358	1/2
Agregado Fino reciclado	2209kg/m ³	3.5%	9.3%	3.08	1451	

$f'c$	$f'cr$
< 210 kg/cm ²	+ 70 kg/cm ²
210 - 350 kg/cm ²	+ 84 kg/cm ²
>350 kg/cm ²	+ 96 kg/cm ²

Figura 27: Identificación de $f'cr$ solo con $f'c$

Fuente: Código ACI.

1 Resistencia requerida $f'cr$.

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2 Tamaño máximo nominal (TMN)

$$TMN = \frac{1}{2}''$$

3 Asentamiento

$$\text{Consistencia plástica} = 3'' - 4''.$$

4 Contenido de agua.

$$= 216 \text{ litros.}$$

TABLA 01

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en l/m³, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----

Figura 28: Identificación de volumen unitario de agua

Fuente: Confeccionada por comité 211 del ACI

5 Contenido de aire atrapado.

AT = 2.5%

TABLA 02

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Figura 29. Identificación de contenido de aire atrapado

Fuente: Confeccionada por comité 211 del ACI

6 Relación agua cemento a/c.

TABLA 05

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

$f'c$ (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Figura 30: Identificación relación agua /cemento pos resistencia

Fuente: Código ACI 211

$$\begin{bmatrix} 250 \\ 294 \\ 300 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0.62 \\ X \\ 0.55 \end{bmatrix}$$

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

$$a/c = -50(0.62 - X) = -3.08$$

$$a/c = 0.56$$

interpolando X = 0.56

$$\text{agua/ cemento} = 0.56$$

7 Cálculo de contenido de cemento.

$$\text{Cemento} = 216/0.56$$

$$\text{Cemento} = 385.7 \text{ kg.}$$

8 Volumen absoluto de cemento, agua y aire.

Cemento	385.7	0.1236	m ³
Agua	216	0.216	m ³
Aire	2.50%	0.025	m ³
		0.3646	m ³

9 Cálculo del volumen absoluto de los agregados.

$$1 - 0.3646 = 0.6354 \text{ m}^3$$

10 Cálculo de módulo de fineza de la combinación de agregados.

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS				
Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados.				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	6	7	8	9
3 / 8 "	3.96	4.04	4.11	4.19
1 / 2 "	4.46	4.54	4.61	4.69
3 / 4 "	4.96	5.04	5.11	5.19
1 "	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1 / 2 "	5.56	5.64	5.71	5.79
2 "	5.86	5.94	6.01	6.09
3 "	6.16	6.24	6.31	6.39

Figura 31: Identificación de módulo de fineza de la combinación de agregados

Fuente: Código ACI 211

11 Cálculo de porcentaje de agregado fino (rf)

$$rf = \frac{mg - m}{mg - mf}$$

Donde:

m. = Módulo de finura de la combinación

mf. = Modulo de finura del agregado reciclado fino.

mg. = Módulo de finura del agregado reciclado grueso.

$$rf = \frac{6.94 - 4.69}{6.94 - 3.08} = 0.58$$

% agregado reciclado grueso = 42%

% agregado reciclado fino = 58%

12 Cálculo del volumen absoluto de los agregados reciclados grueso y fino.

Volumen de agregado grueso = $0.6354 \times 0.42 = 0.267 \text{ m}^3$

Volumen de agregado fino = $0.6354 \times 0.58 = 0.369 \text{ m}^3$

13 Cálculo de los pesos de los agregados reciclados.

Peso = volumen x peso específico

Peso agregado reciclado grueso en seco = $0.267 \text{ m}^3 \times 2286 \text{ kg/m}^3$
= 610.36 kg.

Peso agregado reciclado fino en seco = $0.369 \text{ m}^3 \times 2209 \text{ kg/m}^3$
= 815.12 kg.

14 Presentación de diseño en estado seco.

Cemento	385.7	Kg.
Agua	216	Lt.
Agregado grueso	610.36	kg.
Agregado fino	815.12	kg.
Aire	2.50%	

15 Corrección del diseño por contenido de humedad y absorción de los agregados reciclados.

Peso agregado reciclado húmedo = peso del agregado seco x (1+ % contenido de humedad).

$$\begin{aligned} \text{- Peso agregado reciclado grueso húmedo} &= 610.36 (1+0.035) \\ &= 631.72 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Peso agregado reciclado fino húmedo} &= 815.12 (1+0.035) \\ &= 843.64 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Cantidad de agua requerida en los agregados reciclados

= peso seco de agregado x (contenido de humedad – absorción)

$$\begin{aligned} \text{- cantidad de agua requerida en AG} &= 610.36 (0.035 - 0.065) \\ &= -18.31 \text{ Litros.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- cantidad de agua requerida en AF} &= 815.12 (0.035 - 0.093) \\ &= - 47.28 \text{ Litros.} \end{aligned}$$

Cantidad de agua total requerida en los agregados

$$= - 65.59 \text{ Litros.}$$

16 Presentación de diseño en estado húmedo.

Cemento	385.7 Kg
Agua	281.59 Lt.
Agregado grueso reciclado	631.72 kg.
Agregado fino reciclado	843.64 kg.

17 Presentación de diseño por tandeo.

Por tandeo = vol. del cilindro x N° de probetas

$$\text{Vol. De cilindro} = \frac{\pi \times D^2 \times H}{4} = \frac{3.1416 \times (0.1524^2) \times (0.3048)}{4}$$

$$= 0.00556 \text{ m}^3.$$

$$\text{Por tandeo} = 0.00556 \times 7 = 0.03892 \text{ m}^3$$

$$= 0.04 \text{ m}^3$$

Cemento	385.7 x 0.04	15.42 Kg.
Agua	283.25 x 0.04	11.26 Lt.
Agregado grueso reciclado	631.72 x 0.04	25.27 Kg.
Agregado fino reciclado	843.64 x 0.04	33.74 Kg.

2.3.1.3 Prueba de revenimiento y elaboración de especímenes.

Ensayos de Concreto Fresco

Medición del asentamiento del concreto reciclado con el cono de Abrams (NTP 339.035, 1999)

Para determinar la docilidad del concreto fresco se realizará por el método del asentamiento del cono de Abrams, que puede ser elaborado en laboratorio o en obra.

a) Materiales y equipos

Se tiene como material la muestra de concreto fresco, y como equipos, el cono de Abrams, una varilla pisón compactadora, una bandeja metálica, un cucharón metálico una wincha metálica.

b) Procedimiento

Para realizar el siguiente proceso de elaboración de especímenes partimos con la proporción obtenido del diseño por tandeo, a continuación, se humedece la maquina mezcladora de concreto y luego se introduce las proporciones del tandeo, para obtener una mezcla apropiada. Antes de realizar la mezcla, la maquinaria mezcladora como el Cono de Abrams, deberán ser selecto.



Figura 32: Preparación del concreto, con agregado reciclado, según el método de agregados globales



Figura 33: Ensayo de revenimiento con concreto 100% reciclado

Una vez obtenida la mezcla homogénea, se procede a llenar el cono de Abrams en tres capas, compactando cada capa con una varilla – pisón estándar con 25 golpes, una vez llenada se procede a verificar la medición del Slump proyectado, obteniendo un resultado de 3” y 4”, luego se realiza los llenados de la mezcla en los moldes de 6” por 12”, en tres capas, compactando cada capa con un avarilla – pisón estándar con 25 golpes, a su vez, se golpea con un mazo de goma de 10 a 15 veces, enseguida se pule con una plancha metálica pulidora, donde posteriormente se le deja reposar durante 24 horas, y finalmente se desmolda y se somete hacer el curado respectivo, sumergiendo los especímenes en el pozo de curado, hasta el día del ensayo correspondiente.



Figura 34: Consistencia plástica, muestra pastosa óptima para vaciado



Figura 35: Vaciado de probetas 6" x 12", para someterlos a ensayo de compresión



Figura 36: Vaciado de probetas de 6" x 12" con agregado 100% reciclado



Figura 37: Muestra de especímenes de 6" x 12" con agregado 100% reciclado

2.3.2 Procedimiento con material convencional y reciclado para ensayo a la compresión.

El cono de Abrams, que puede ser elaborado en laboratorio o en obra.

a) Materiales y equipos

Se tiene como material la muestra cilíndrica, y como equipos, una prensa hidráulica.

b) Procedimiento

El ensayo a la compresión según la norma NTP. 339.034 y ASTM.C39, se realiza para determinar las características mecánicas del concreto, donde su expresión es en kg/cm², se hacen los ensayos correspondientes a los cilindros de concreto reciclado, teniendo en cuenta las dimensiones de las probetas de 6" por 12", en edades diferentes tal como señalan las informaciones tomadas de estudios anteriores en las bibliografías, siendo estos en 7 días, 14 días y 28 días, para garantizar la resistencia del espécimen diseñado, se inicia el proceso luego de haber extraído el espécimen del pozo de curado, enseguida se centra sobre una prensa hidráulica con una capacidad de 1112 KN, para luego proceder al ensayo de la compresión, tal como se puede apreciar en la figura 38.



Figura 38: Llenado de probetas 6 x12 con agregado 100% reciclado (ASTM C31)

Tabla 5.

Resumen de resistencia alcanzada

CANTIDAD DE DIAS	AGREGADO PATRON	AGREGADO RECICLADO
7	176 kg/cm ²	190.3 kg/cm ²
14	204.7 kg/cm ²	218.7 kg/cm ²
28	256.3 kg/cm ²	234.3 kg/cm ²

2.3.3 Procedimiento con material convencional y reciclado para ensayo a la abrasión.

Este tipo de ensayo según la norma ASTM C-131 y ASTM C-535, es realizado en la máquina de los ángeles que mide el desgaste o degradación de agregados a través de una combinación de acciones las cuales incluyen el desgaste, impacto y trituración.

Este procedimiento es realizado en un tambor de acero en rotación las mismas que contienen un numero de esferas de acero, una vez puesta en rotación la máquina de los ángeles, los materiales con las esferas de acero serán recogidas por las pestañas interiores de la máquina los ángeles, trasladándolos y soltándolos del lado opuesto de la máquina, las mismas que darán un efecto de trituración por impacto

a) Materiales y equipos

- Máquina de los ángeles
- Tamiz N° 12
- Esferas de acero con un diámetro de 45 a 50mm y con una masa de 440 ± 50 gr. cada una.
- Horno de termostato que mantenga una temperatura de 110 ± 5 °C
- Balanza de capacidad de 30kg. Y una sensibilidad de 1.0 gr.
- Recipientes metálicos.

b) Procedimiento

Se procede a colocar los especímenes de 4" x 8" con material convencional al interior de la máquina de los ángeles para someterle a la prueba de abrasión por desgaste, siendo accionada la máquina para que gire a 500 revoluciones y a una velocidad de 30 a 33 r.p.m. la cual estima un tiempo de 15 min con 16 sg. una vez culminada las revoluciones se pasa a descargar el material del interior de la máquina así mismo se hace retiro de las esperas, enseguida se hace las

separaciones preliminares del material para luego cribarlo por la malla N° 12, luego se hace el lavado correspondiente para eliminar las partículas finas y partículas ajenas del material, enseguida se somete al horno de secado en un tiempo de 24 horas donde finalmente se registran las diferencias de pesos antes del ensayo y después, se calcula el porcentaje de desgaste, llamado también coeficiente de desgaste de los ángeles la cual se calcula con la siguiente expresión:

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

Donde: P1: peso de la muestra seca antes del ensayo.

P2: peso de la muestra después del ensayo

Los resultados obtenidos de laboratorio serán citados en la parte de anexos.

RESULTADO DE PROBETAS PATRON

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{7252 - 6980}{7252} \times 100$$

$$\% \text{ Desgaste} = 3.75$$

Estimando % Desgaste = 4

RESULTADO DE PROBETAS CON AGREGADO RECICLADO

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{6589 - 5786}{6589} \times 100$$

$$\% \text{ Desgaste} = 12.19$$

Estimando % Desgaste = 12



Figura 39: Ensayo de abrasión en maquina los ángeles, con especímenes de agregado 100% reciclado (ASTM C131)



Figura 40: Ensayo de abrasión en maquina los ángeles con especímenes de concreto 100% reciclado (ASTM C131)

2.3.4 Procedimiento con material convencional y reciclado para ensayo a la elasticidad.

El módulo de elasticidad (modulo Young) nos permite determinar la rigidez del concreto impuesta ante una carga uniaxial sobre el mismo. El ensayo se realiza a mérito de la norma técnica ASTM C469, que brinda la razón entre el esfuerzo y la deformación del concreto endurecido a una edad determinada.

La carga aplicada es de 40% de la última resistencia del concreto, en donde se considera como zona elástica o lineal, pasando de este límite se considera como zona plástica que representa una curvilínea producido por la micro fisuración del concreto.

Numéricamente se calcula con la siguiente expresión

$$E = \frac{S2 - S1}{E2 - E1}$$

Dónde: S2: esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última.

S1: esfuerzo correspondiente a la deformación de 50 millonésima (E1)

E2: deformación longitudinal producido por S2

E1: deformación longitudinal = 0.000050

a) Materiales y equipos

Se tiene como material la muestra cilíndrica 4" x 8" y como equipos, una calibradora, compresómetro - extensómetro y prensa hidráulica.

b) Procedimiento

Se extrae el espécimen del pozo del curado a los 28 días de edad, previo secado superficial se toma las medidas de diámetro y longitud, siendo esta de 4" x 8", a continuación, se coloca el aparato de medición (compresómetro - extensómetro) y se ajustan los diales.

Se coloca el espécimen en la prensa hidráulica y luego se aplica la primera carga de 10% a 15% de la máxima resistencia obtenida en los especímenes, esto es para verificar el correcto funcionamiento del equipo (compresómetro - extensómetro), y a continuación se aplica la segunda carga de forma ascendente hasta llegar el 40% de la máxima resistencia obtenida en los especímenes.

Con los resultados obtenidos se procede a calcular el módulo de elasticidad

$$E = \frac{S2 - S1}{E2 - E1}$$

Dónde: $S2 = 92$ kg/cm²

$S1 = 14$ kg/cm²

$E2 = 0.000415$ mm/mm

$E1 = 0.000050$ mm/mm

Remplazando los valores $E = 213,699.000$ kg/cm²

Lect. No.	Carga kg	Deformaciones		Esfuerzo kg/cm ²
		Deformación mm	Deformación Unitaria	
1	0.0	0.000	0.000000	0
2	500.0	0.003	0.000024	6
3	1,000.0	0.005	0.000039	13
4	1,500.0	0.009	0.000071	19
5	2,000.0	0.013	0.000102	25
6	2,500.0	0.015	0.000118	32
7	3,000.0	0.025	0.000197	38
8	3,500.0	0.031	0.000244	44
9	4,000.0	0.037	0.000291	51
10	4,500.0	0.040	0.000315	57
11	5,000.0	0.042	0.000330	64
12	5,500.0	0.046	0.000362	70
13	6,000.0	0.048	0.000378	76
14	6,500.0	0.051	0.000401	83
15	7,000.0	0.052	0.000409	89
16	7,500.0	0.053	0.000417	95
17	8,000.0	0.055	0.000433	102
18	8,500.0	0.057	0.000448	108
19	9,000.0	0.060	0.000472	114
20	9,500.0	0.062	0.000488	121
21	10,000.0	0.063	0.000496	127
22	10,500.0	0.065	0.000511	133
23			0.000000	0
24			0.000000	0
25			0.000000	0
26			0.000000	0
27			0.000000	0
28			0.000000	0
29			0.000000	0
30			0.000000	0

Figura 41: Datos de elasticidad con espécimen de concreto convencional

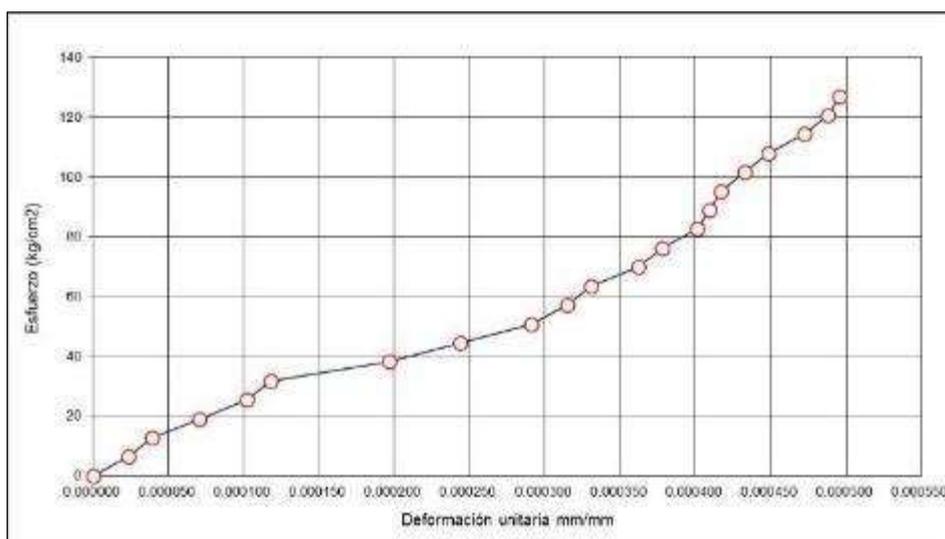


Figura 42: Curva de deformación de elasticidad con concreto convencional

Lect. No.	Carga kg	Deformaciones		Esfuerzo kg/cm ²
		Deformación mm	Deformación Unitaria	
1	0.0	0.000	0.000000	0
2	500.0	0.000	0.000000	6
3	1,000.0	0.000	0.000000	13
4	1,500.0	0.001	0.000008	19
5	2,000.0	0.003	0.000024	25
6	2,500.0	0.007	0.000055	32
7	3,000.0	0.011	0.000087	38
8	3,500.0	0.016	0.000126	44
9	4,000.0	0.022	0.000173	51
10	4,500.0	0.029	0.000228	57
11	5,000.0	0.034	0.000268	64
12	5,500.0	0.039	0.000307	70
13	6,000.0	0.044	0.000346	76
14	6,500.0	0.050	0.000393	83
15	7,000.0	0.055	0.000433	89
16	7,500.0	0.060	0.000472	95
17	8,000.0	0.067	0.000527	102
18	8,500.0	0.072	0.000566	108
19	9,000.0	0.078	0.000614	114
20	9,500.0	0.083	0.000653	121
21	10,000.0	0.090	0.000708	127
22	10,500.0	0.910	0.007160	133
23			0.000000	0
24			0.000000	0
25			0.000000	0
26			0.000000	0
27			0.000000	0
28			0.000000	0
29			0.000000	0
30			0.000000	0

Figura 43: Datos de elasticidad a espécimen con concreto reciclado

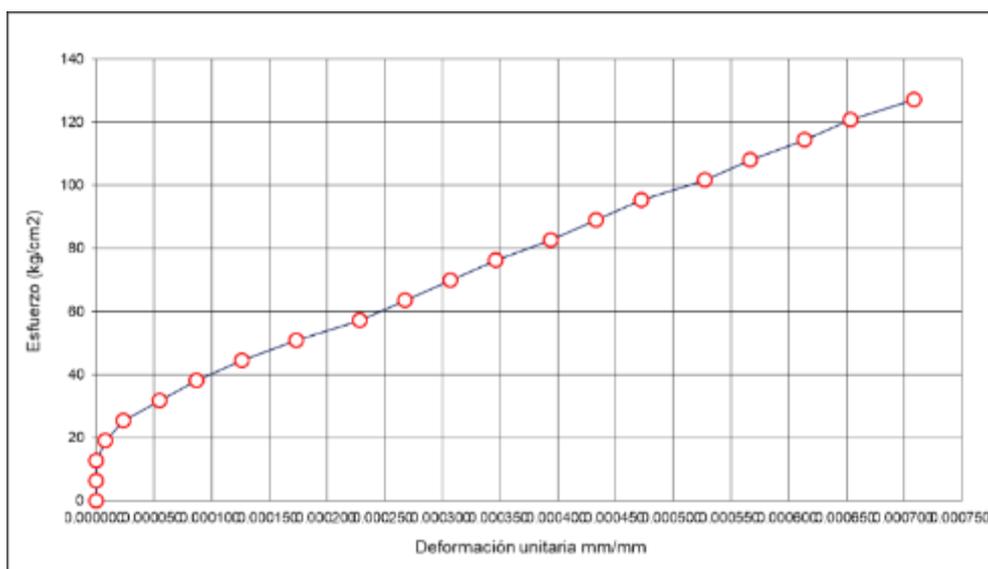


Figura 44: Curva de deformación de elasticidad con concreto reciclado

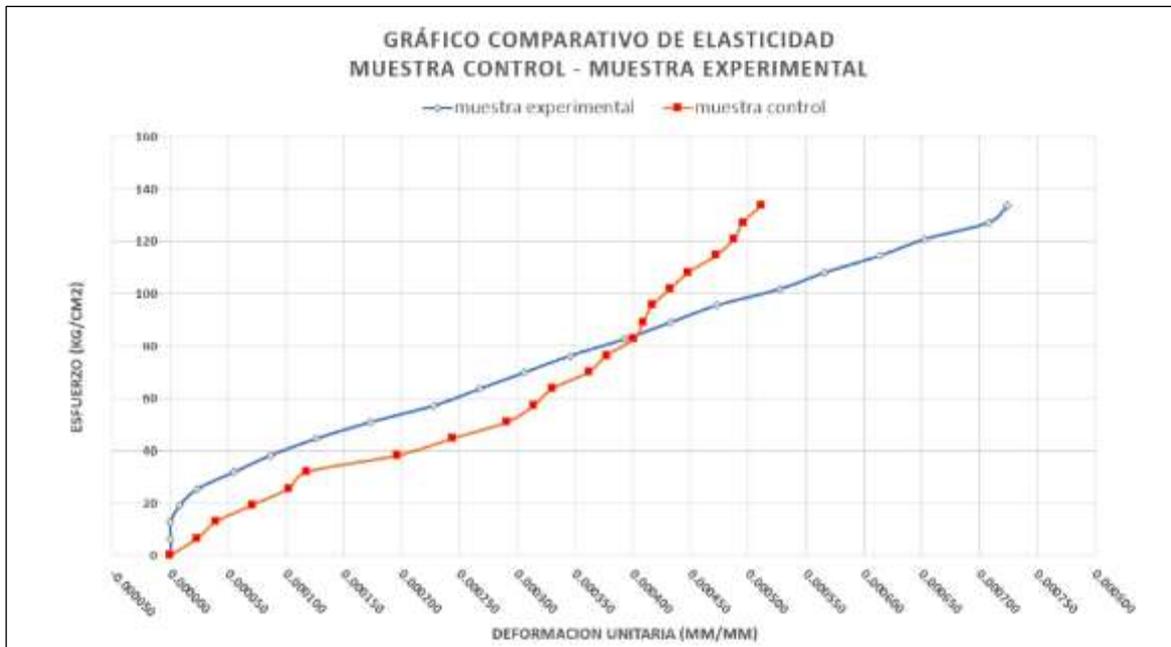


Figura 45: Gráfico comparativo de módulo elasticidad a muestra control y muestra experimental.



Figura 46: Calibración de compresómetro y ensayo de elasticidad, con concreto 100% reciclado.



Figura 47: Diamantina al material reciclado con la condición de ver su resistencia a la compresión ($f'c$)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39						
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% $f'c$
DIAMANTINA DE VIGA DE MATERIAL RECICLADO	**	20/01/2020	**	1.92	186 kg/cm ²	88.8
DIAMANTINA DE VIGA DE MATERIAL RECICLADO	**	20/01/2020	**	1.92	184 kg/cm ²	87.6

Figura 48: Resultado de diamantina

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Cabe destacar que el objetivo 1, que es el diseño de mezcla, se demuestra su eficiencia en cada uno de los ensayos a realizarse, ya que estos se van a dar siguiendo la mezcla diseñada.

Según manifestado en el procedimiento y los diseños de mezcla, se identificaron las siguientes probetas: **DISEÑO PATRÓN** (Vol. Agua = 205 L, $a/c = 0.56$), **DISEÑO T1** (Vol. Agua = 195 L, $a/c=0.56$), **DISEÑO T2** (Vol. Agua = 190 L, $a/c= 0.50$) y **DISEÑO C2** (Vol. Agua = 216 L, $a/c=0.56$), dichos valores se alinearán a los objetivos propuestos.

INFERENCIA ESTADÍSTICA

Los resultados en el presente capítulo se fundamentan en el orden de los objetivos e hipótesis como se detalla a continuación.

Objetivo específico 1.

Determinar la resistencia a la **compresión** del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

Hipótesis específico 1.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con la resistencia a la compresión del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020, Según la norma NTP 339-034.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe una diferencia significativa entre las medidas de las Resistencias a la compresión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo del concreto control.

Promedio de la Resistencia a la compresión con tratamiento = Promedio de la Resistencia a la compresión sin tratamiento

Hipótesis Alterna (H_a): Si existe una diferencia significativa entre las medidas de las Resistencias a la compresión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo del concreto control.

Promedio de la Resistencia a la compresión con tratamiento \neq Promedio de la Resistencia a la compresión sin tratamiento.

El tratamiento del diseño consiste en obtener 3 muestras de concretos con la mezcla patrón y 3 muestras de concreto reciclado con diseño T1, T2 y C2 cada uno y medir sus resistencias a la compresión.

Tabla 6.

Resultado de Ensayos a la Compresión

Tipo de diseño	Número de días	Esfuerzo	% F'c	Esfuerzo a los 28 días
Diseño Patrón	7.00	182.00	86.60	210.16
	7.00	178.00	84.60	210.40
	7.00	169.00	80.30	210.46
	14.00	205.00	97.60	210.04
	14.00	204.00	97.30	209.66
	14.00	205.00	97.70	209.83
	28.00	256.00	121.90	210.01
	28.00	255.00	121.60	209.70

Diseño T1	28.00	257.00	122.50	209.80
	7.00	138.00	65.70	210.05
	7.00	130.00	61.90	210.02
	7.00	104.00	49.50	210.10
	14.00	175.00	83.30	210.08
	14.00	180.00	85.70	210.04
	14.00	173.00	82.40	209.95
	28.00	204.00	97.10	210.09
	28.00	205.00	97.80	209.61
	28.00	207.00	98.50	210.15
Diseño T2	7.00	146.00	69.50	210.07
	7.00	140.00	66.70	209.90
	7.00	142.00	67.60	210.06
	14.00	168.00	80.00	210.00
	14.00	167.00	79.50	210.06
	14.00	205.00	97.70	209.83
	28.00	203.00	96.70	209.93
	28.00	202.00	96.10	210.20
	28.00	202.00	96.40	209.54
	7.00	168.00	80.20	209.48
Diseño C2	7.00	200.00	95.40	209.64
	7.00	203.00	96.70	209.93
	14.00	223.00	106.30	209.78
	14.00	218.00	103.80	210.02
	14.00	215.00	102.40	209.96
	28.00	235.00	111.70	210.38
	28.00	234.00	111.40	210.05
	28.00	234.00	111.60	209.68

Tabla 7.

Análisis Descriptivo

		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
		Recuento	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
TIPO DE DISEÑO	PATRÓN	3	209,84	210,01	209,70	,16
	CONCRETO RECICLADO DISEÑO T1	3	209,95	210,15	209,61	,30
	CONCRETO RECICLADO DISEÑO T2	3	209,90	210,23	209,54	,35
	CONCRETO RECICLADO DISEÑO C2	3	210,04	210,38	209,68	,35

De los resultados obtenidos notamos claramente que las medias de las resistencias a la compresión de los grupos experimentales T1, T2 y C2 son ligeramente mayor al del patrón, ahora mediante la prueba de hipótesis determinaremos si estas diferencias son significativas o no.

Consideraciones de la prueba

- Definimos nuestro nivel de significancia $\alpha=0.05$ (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuesto a asumir al realizar nuestra prueba.
- Para el análisis de la prueba, utilizaremos la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes debido a que la investigación es de tipo transversal, es decir se trata de dos grupos en comparación, donde la variable Resistencia a la compresión es de tipo cuantitativa (medible) y el tamaño de las muestras de cada grupo son pequeñas menores a 30.
- Antes de realizar esta prueba previamente se tiene que corroborar los supuestos de Normalidad y Homogeneidad.

- Todas las pruebas se realizarán con el programa estadístico SPSS v.25.

Normalidad

- Existen dos métodos para probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes y la de Chapiro Wilk para muestras pequeñas, para nuestro caso utilizaremos la de Chapiro Wilk por ser una muestra pequeña.

- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

- Criterio para determinar la normalidad

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Tabla 8.

Resultados de la prueba de Normalidad

TIPO DE DISEÑO		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	PATRÓN CONCRETO	,258	3	.	,960	3	,614
	RECICLADO DISEÑO T1	,349	3	.	,832	3	,194
	CONCRETO RECICLADO DISEÑO T2	,201	3	.	,994	3	,856
	CONCRETO RECICLADO DISEÑO C2	,182	3	.	,999	3	,937

a. Corrección de significación de Lilliefors

Decisión

Como Los p-valores sig tanto del patrón como los experimentales son mayores a 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula.

Interpretación

Por tanto, se concluye que la variable resistencia a la compresión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
 - Planteamiento de las hipótesis
- Ho: Las varianzas en ambos grupos son iguales
- Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas
 - Criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Tabla 9.

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con el diseño T1

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilater)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se asumen varianzas iguales	2,384	,197	,585	4	,590	,11333	,19376	-,42464	,65131
	No se asumen varianzas iguales			,585	3,057	,599	,11333	,19376	-,49688	,72355

- De la prueba de Levene, como el pvalor sig es igual a $0.197 > 0.05$, entonces aceptamos H_0 , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales, por lo tanto, existe homogeneidad de varianzas.
- De la prueba T Student, tomamos el p valor igual al sig (bilateral) donde se asumen varianzas iguales = 0.590
- Como el $0.590 > 0.05$, entonces Aceptamos la hipótesis nula H_0 , que indican que tiene medias iguales.
- Por lo tanto, se concluye estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que no existe diferencias significativas entre las medidas promedio de las resistencias a la compresión entre el concreto patrón y reciclado de tipo diseño T1.

Tabla 10.

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con el diseño T2

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se asumen varianzas iguales	1,213	,333	,288	4	,787	,06333	,21965	-,54650	,67317
	No se asumen varianzas iguales			,288	2,801	,793	,06333	,21965	-,66455	,79122

- De la prueba de Levene, como el p - valor sig es igual a $0.333 > 0.05$, entonces aceptamos H_0 , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales, por lo tanto, existe homogeneidad de varianzas.
- De la prueba T Student, tomamos el p valor igual al sig (bilateral) donde se asumen varianzas iguales = 0.787
- Como el $0.787 > 0.05$, entonces Aceptamos la hipótesis nula H_0 , que indican que tiene medias iguales.
- Por lo tanto, se concluye estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que no existe diferencias significativas entre las medidas promedio de las resistencias a la compresión entre el concreto patrón y reciclado de tipo diseño T2.

Tabla 11.

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con el diseño C2

		Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se asumen varianzas iguales	1,046	,364	,901	4	,418	,20000	,22186		-,41598	,81598
	No se asumen varianzas iguales			,901	2,784	,438	,20000	,22186		-,53811	,93811

- De la prueba de Levene, como el p - valor sig es igual a $0.364 > 0.05$, entonces aceptamos H_0 , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales, por lo tanto, existe homogeneidad de varianzas.
- De la prueba T Student, tomamos el p valor igual al sig (bilateral) donde se asumen varianzas iguales = 0.418
- Como el $0.418 > 0.05$, entonces no rechazamos la hipótesis nula H_0 , que indican que tiene medias iguales.

Por lo tanto, se concluye estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que no existe diferencias significativas entre las medidas promedio de las resistencias a la compresión entre el concreto patrón y reciclado de tipo diseño C2.

Objetivo específico 2.

Determinar la resistencia a la abrasión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

Hipótesis específico 2.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso cumple con la resistencia a la abrasión del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe una mejora significativa entre las medidas de las

Resistencias a la abrasión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo del concreto patrón.

Promedio del %Resistencia a la abrasión con tratamiento \geq Promedio del %Resistencia a la abrasión sin tratamiento

Hipótesis Alterna (H_a): Si existe una mejora significativa entre las medidas de las

Resistencias a la abrasión del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo del concreto patrón.

Promedio del %Resistencia a la abrasión con tratamiento $<$ Promedio del % Resistencia a la abrasión sin tratamiento

El tratamiento del diseño consiste en obtener 3 muestras de concretos con la mezcla patrón y 3 muestras de concreto reciclado con diseño C2 y medir sus resistencias a la abrasión.

Tabla 12.

Resultado de Ensayos a la Abrasión

Tipo de diseño	Porcentaje promedio (%)
Diseño Patrón	4.00
Diseño C2 concreto reciclado	12.00

Tabla 13.

Análisis Descriptivo

		RESISTENCIA A LA ABRASIÓN				
		Recuento	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
TIPO DE DISEÑO	PATRÓN	3	4,00	4,50	3,50	,50
	CONCRETO RECICLADO DISEÑO C2	3	12,00	13,00	11,00	1,00

De los resultados obtenidos notamos claramente que la media de los porcentajes de la abrasión del grupo experimental de diseño C2 es mayor al del patrón, ahora mediante la prueba de hipótesis determinaremos si esta diferencia es significativa o no.

Consideraciones de la prueba

- Definimos nuestro nivel de significancia $\alpha=0.05$ (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuesto a asumir al realizar nuestra prueba.

- Para el análisis de la prueba, utilizaremos la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes debido a que la investigación es de tipo transversal, es decir se trata de dos grupos en comparación, donde la variable Resistencia a la abrasión es de tipo cuantitativa (medible) y el tamaño de las muestras de cada grupo son pequeñas menores a 30.
- Antes de realizar esta prueba previamente se tiene que corroborar los supuestos de Normalidad y Homogeneidad.
- Todas las pruebas se realizarán con el programa estadístico SPSS v.25.

Normalidad

- Existen dos métodos para probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes y la de Chapiro Wilk para muestras pequeñas, para nuestro caso utilizaremos la de Chapiro Wilk por ser una muestra pequeña.
- Planteamiento de las hipótesis
Ho: Los datos provienen de una distribución normal
Ha: Los datos no provienen de una distribución normal
- Criterio para determinar la normalidad
Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.
Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Tabla 14.

Resultados de la Prueba de Normalidad

TIPO DE DISEÑO		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	PATRÓN	,175	3	.	1,000	3	1,000
	CONCRETO RECICLADO DISEÑO C2	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Decisión

Como Los p-valores sig tanto del patrón como el experimental son mayores a 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula.

Interpretación

Por tanto, se concluye que la variable porcentaje de la resistencia a la abrasión en los dos grupos se distribuyen normalmente.

Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
- Planteamiento de las hipótesis
Ho: Las varianzas en ambos grupos son iguales
Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas
- Criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Tabla 15.

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con el Diseño C2

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior		Superior
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	Se asumen varianzas iguales	,800	,422	12,394	4	,000	8,00000	,64550	6,20781	9,79219
	No se asumen varianzas iguales			12,394	2,941	,001	8,00000	,64550	5,92230	10,07770

- De la prueba de Levene, como el p - valor sig es igual a 0.422 > 0.05, entonces aceptamos Ho, lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales, por lo tanto, existe homogeneidad de varianzas.
- De la prueba T Student, el valor t de la prueba donde se asumen varianzas iguales es igual a 12.394, esto es $t > 0$
- Según la regla como $t > 0$, entonces no rechazamos la hipótesis nula Ho, que indican que el porcentaje de abrasión del diseño C2 es significativamente mayor al patrón.
- Por lo tanto, se concluye estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que no existe una mejora significativa de la resistencia a la abrasión en el diseño C2.

Objetivo específico 3.

Determinar la elasticidad del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

Hipótesis específico 3.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso cumple con la elasticidad del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H₀): No existe una mejora significativa entre las medidas de las elasticidades del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo del concreto patrón.

Promedio de la elasticidad con tratamiento \geq Promedio de la elasticidad sin tratamiento

Hipótesis Alterna (H_a): Si existe una mejora significativa entre las medidas de las elasticidades del grupo con el tratamiento del concreto experimental respecto al grupo del concreto patrón.

Promedio de la elasticidad con tratamiento $<$ Promedio de la elasticidad sin tratamiento

El tratamiento del diseño consiste en obtener 3 muestras de concretos con la mezcla patrón y 3 muestras de concreto reciclado con diseño C2 y medir sus elasticidades.

Tabla 16.

Resultado de Ensayos de Elasticidad

Tipo de diseño	Módulo de elasticidad promedio (kg/cm ²)
Diseño Patrón	229.05
Diseño C2	213.70

Tabla 17.

Análisis Descriptivo

TIPO DE DISEÑO		ELASTICIDAD				Desviación estándar
		Media	Recuento	Máximo	Mínimo	
PATRÓN CONCRETO RECICLADO DISEÑO C2		229,05	3	230,11	228,04	1,04
		213,70	3	214,26	213,12	,57

De los resultados obtenidos notamos claramente que la media de la elasticidad del grupo experimental de diseño C2 es menor al del patrón, ahora mediante la prueba de hipótesis determinaremos si esta diferencia es significativa o no.

Consideraciones de la prueba

- Definimos nuestro nivel de significancia $\alpha=0.05$ (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuesto a asumir al realizar nuestra prueba.
- Para el análisis de la prueba, utilizaremos la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes debido a que la investigación es de tipo transversal, es decir

se trata de dos grupos en comparación, donde la variable elasticidad es de tipo cuantitativa (medible) y el tamaño de las muestras de cada grupo son pequeñas menores a 30.

- Antes de realizar esta prueba previamente se tiene que corroborar los supuestos de Normalidad y Homogeneidad.
- Todas las pruebas se realizarán con el programa estadístico SPSS v.25.

Normalidad

- Existen dos métodos para probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes y la de Chapiro Wilk para muestras pequeñas, para nuestro caso utilizaremos la de Chapiro Wilk por ser una muestra pequeña.

- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

- Criterio para determinar la normalidad

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Tabla 18.

Resultados de la Prueba de Normalidad

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	TIPO DE DISEÑO	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ELASTICIDAD	PATRÓN	,187	3	.	,998	3	,918
	CONCRETO RECICLADO DISEÑO C2	,178	3	.	,999	3	,956

a. Corrección de significación de Lilliefors

Decisión

Como Los p-valores sig tanto del patrón como el experimental son mayores a 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula.

Interpretación

Por tanto, se concluye que la variable elasticidad en los dos grupos se distribuye normalmente.

Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
- Planteamiento de las hipótesis
 Ho: Las varianzas en ambos grupos son iguales
 Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas
- Criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Tabla 19.

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con el Diseño C2

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ELASTICIDAD	Se asumen varianzas iguales	,744	,437	-22,491	4	,000	-15,35667	,68278	-17,25236	-13,46097
	No se asumen varianzas iguales			-22,491	3,099	,000	-15,35667	,68278	-17,49083	-13,22251

- De la prueba de Levene, como el p - valor sig es igual a $0.437 > 0.05$, entonces aceptamos H_0 , lo cual concluimos que los dos grupos tienen varianzas iguales.
- De la prueba T Student, como el estadístico $t < 0$, entonces el p valor = $\text{sig}/2 = 0.000/2 = 0.000$
- Como el $0.000 < 0.05$, entonces Rechazamos H_0 y aceptamos la hipótesis del investigador, lo cual indica que la elasticidad media del grupo experimental es significativamente menor que el grupo patrón.
- Se concluye estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que existe evidencia suficiente para afirmar que hubo una mejora significativa de la

elasticidad al usar concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020.

CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Discusiones.

Se señala la presente investigación de **diseño de mezcla** realizada por el método de agregados globales donde como parte del procedimiento se usó: Agregado triturado por una máquina trituradora de mandíbula, tamaño máximo nominal de 1/2”, relación de a/c de 0.56 y slump de 3” a 4”. Donde el diseño experimental del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con el diseño de la mezcla de manera similar al concreto del diseño patrón según la NTP 339 - 034.

Se determina la presente investigación a la **compresión** a los especímenes de la muestra experimental C2 a los 28 días, con una prensa hidráulica de capacidad de 1112 KN. Y se obtuvo una resistencia a la compresión de 234.33 kg/cm², dando veracidad al objetivo deseado de la presente investigación.

De acuerdo la investigación realizada por Meléndez (2016) en su estudio “utilización del concreto reciclado como agregado grueso y fino para un diseño de mezcla $f'c = 210$ kg/cm² en la ciudad de Huaraz”, se realizó por método ACI, y como parte de su procedimiento utilizó: Agregado triturado de manera manual, tamaño máximo nominal de 1”, relación de a/c de 0.59 y con slump de 1” a 4”. Y obtuvo una resistencia a los 28 días de 199.7 kg/cm², en cuanto la abrasión y elasticidad no específica, mientras.

Se determina la presente investigación a la **abrasión** al espécimen de la muestra experimental “C2” a los 28 días, por método de gradación “A”, con la máquina de los ángeles a 500 revoluciones y se obtuvo un desgaste de 12%, estando dentro de los parámetros que ameritan la NTP.

Eyzaguirre (2018) presentó el estudio “Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras a porticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental”. Se realizó el ensayo de abrasión al agregado grueso reciclado por método de gradación “A”, mediante la máquina de los ángeles con 500 revoluciones. Y se obtuvo un desgaste de 35.9%.

Se determina la presente investigación a la **elasticidad** al espécimen de la muestra experimental “C2” a los 28 días, con una maquina compresómetro calibrado, y se obtuvo 213,699.00 kg/cm².

Eyzaguirre (2018) presentó el estudio “Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras a porticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental”. Se realizó el ensayo de módulo de elasticidad a los 28 días, con los especímenes que contiene el 30%, 40% y 50% de agregado grueso reciclado. Y se obtuvo 277,406.61 kg/cm², 280,603.64 kg/cm² y 252,680.09 kg/cm² respectivamente.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados y pruebas obtenidos del **diseño de mezcla** al concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado, se puede confirmar la viabilidad del uso de material agregado reciclado, visto que el diseño de mezcla cumple con la hipótesis esperada según NTP 339 -034,2008, y estos pueden ser usados de manera eficiente en trabajos como: veredas, adoquines, bloquetas y estabilización de suelos.

De acuerdo a los ensayos de resistencia a la **compresión** del diseño del grupo experimental y diseño del grupo de control, se puede afirmar la viabilidad del diseño C2 (Grupo experimental), puesto que entre ellos existe una mínima diferencia en cuando a los resultados obtenidos en laboratorio, a los 28 días podemos indicar que la resistencia del diseño (grupo control) es de 257 kg/cm² y el diseño experimental es de 234 kg/cm². Lo cual indica el cumplimiento de la resistencia requerida, estadísticamente también se demuestra que con un nivel de significancia del 5% no existe diferencias significativas entre las medidas promedio de las resistencias a la compresión entre el concreto patrón y reciclado.

De acuerdo a los ensayos de resistencia a la **abrasión** del diseño del grupo experimental y diseño del grupo de control, se puede afirmar la viabilidad del diseño C2 (Grupo experimental), puesto que entre ellos existe una mínima diferencia en cuando a los resultados obtenidos en laboratorio, podemos indicar que la resistencia al desgaste debe ser inferior del 30% según el reglamento CIRSOC para que este cumpla con las normas establecidas en cuanto a este tipo de ensayo, se puede afirmar que el resultado obtenido al diseño C2, arrojo un 12% afirmando estar dentro de los parámetros establecidos en cuanto al desgaste, limitando a este para pavimento de bajo tránsito.

En el objetivo que se solicita determinar la **elasticidad** del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito, según los ensayos obtenidos y su procesamiento estadístico, se demostró que para el diseño de mezcla C2, existe un nivel de significancia del 5% , habiendo una evidencia suficiente para afirmar que hubo una mejora significativa de la elasticidad al usar concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso de acuerdo al estudio referido.

Finalmente, se afirma que un pavimento con diseño de mezcla C2 permite un mejor concreto del grupo experimental para pavimentos rígidos de manera eficiente, pero para bajo tránsito, es decir, su ancho mínimo absoluto de vía, son carriles de 3 m según el manual de carreteras del MTC (DG – 2014), con IMDA menores a 400 veh/día, y de manera excepcional hasta 2.5m de ancho siempre en cuando cuente con el sustento técnico correspondiente según el MTC.

Asimismo, podemos señalar que un diseño grupo experimental con concreto reciclado es una oportunidad de mejora económica y ambiental, dado que el material se encuentra en los botaderos y vertederos informales en diferentes puntos de nuestra capital, solo el costo sería por el procesamiento de dichos materiales y transporte, como se podrá verificar en el costo presentado en la **tabla 20 - 21**, siendo el costo del grupo experimental 5.26% más económico que el grupo control.

Tabla 20.

Costo Diseño Tradicional

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PU	PRECIO (S/. / m ³)
Cemento Tipo I	kg	357.00	0.52	185.64
Agua	l	182.00	0.016	2.912
Agregado Fino	kg	670.00	0.058	38.86
Agregado Grueso	kg	1150.00	0.038	43.70
Total				271.11

Tabla 21.

Costo Diseño Experimental C2

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PU	PRECIO (S/. / m ³)
Cemento Tipo I	kg	363.00	0.52	188.76
Agua	l	205.00	0.016	3.28
Concreto reciclado como agregado global	kg	1558.00	0.0416	64.81
Total				256.85

REFERENCIAS

- Bazán, I. (2018). Caracterización de residuos de construcción de lima y callao (estudio de caso). Tesis (ingeniero civil, Pontificia Universidad Católica del Perú). Recuperado de: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/10189/BAZAN_G ARAY_CHARACTERIZACION_RESIDUOS_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Beltrán, G. Romo, M. (2014). Evaluación de pavimentos y decisiones de conservación con base en sistemas de inferencia difusos. *Revista Ingeniería, Investigación y Tecnología*. Vol. (15), núm. (3), p. 392. Recuperada de: <http://www.redalyc.org/pdf/404/40431741006.pdf>
- Bermejo, G. (2016). Lineamientos para la gestión ambiental de residuos de construcción y demolición (RCD) generados en Barranquilla D.E.I.P. Tesis (maestría en la Pontificia Universidad Javeriana). Colombia. Recuperado: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/20473/BermejoUrzolaGustavoAdolfo2016.pdf?sequence=1>
- Castaño, J. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes. *Rev. Tecnura*, vol. 17, núm. 38, octubre-diciembre, 2013, pp. 121-129. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257028384010>
- Cabrera, F. (2017). Propiedades en estado fresco de morteros con árido reciclado de hormigón y efecto de la relación c/a. *Rev. Ingeniería y desarrollo*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/852/85248898011/>

Cabrera, F., et al (2017). Propiedades en estado fresco de morteros con árido reciclado de hormigón y efecto de la relación c/a. Ingeniería y Desarrollo. Universidad del Norte. Vol. 35, n.º 1: 198-218. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/html/852/85248898011/>

Del Rey, I. (2018). Evaluación ambiental y aplicaciones de áridos procedentes de RCD ligados con cemento en ingeniería civil. Tesis (doctoral, Universidad de Córdoba). España. Recuperado de:
<https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/16304/2018000001761.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

El Comercio. (2017). Escombros generados en lima por Juan Pablo león, 2017. Recuperado de: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274>

García, M. (2015). Estudio de los resultados en obra y a largo plazo de la utilización de materiales reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) en firmes de carreteras y urbanizaciones. Tesis (doctoral, Universidad de Sevilla). Recuperado de: <file:///C:/Users/hp/Downloads/TESIS%20MARIA%20DEL%20LIRIO%20GARCIA%20GARRIDO%20protegido.pdf>

Guerrero, G. Guerrero, C. (2014). Metodología de la investigación. México: Grupo editorial Patria.

Gámez, D. (2017). Estudio de factibilidad y caracterización de áridos para hormigón estructural. Rev. Ingeniería y Desarrollo, vol. 35, núm. 2, julio-diciembre, pp. 283-304-Universidad del Norte-Barranquilla, Colombia. Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/pdf/852/85252030002.pdf>

Loaiza, J. (2015). Sostenibilidad ambiental a través de la conservación de los suelos. Revista EIA, vol. 12, núm. 2, junio. Escuela de Ingeniería de Antioquia-Envigado, Colombia.

Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1492/149240052001.pdf>

Martínez, W. et al (2015). Concreto reciclado: una revisión. Rev. ALCONPAT vol.5 no.3

Mérida sep. /dic. Recuperado de:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000300235)

[68352015000300235](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000300235)

Martínez, E. (2015). Evaluación de morteros estructurales fabricados con áridos reciclados de diferente tipo. Tesis (ingeniería civil, Universidad Nacional Autónoma de México).

Recuperado de:

http://tesis.cujae.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7646/pigueiras_aleaga_enzo.pdf

[?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.cujae.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7646/pigueiras_aleaga_enzo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ministerio de ambiente. (2016). Plan nacional integrado de residuos, 2008 - 2015.

Recuperado de:

http://www.lamoncloa.gob.es/espana/eh15/medioambiente/Documents/ISA_PNIR_26

[_11_2007.pdf](http://www.lamoncloa.gob.es/espana/eh15/medioambiente/Documents/ISA_PNIR_26_11_2007.pdf)

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2014). Perú hacia la construcción

sostenible en escenas de cambio climático, 2014. Recuperado de:

http://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/edicion_final_estudio_constr

[uccion_sostenible.pdf](http://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/edicion_final_estudio_constr)

Mejía, E. (2015). Residuos de la construcción: una opción para la recuperación de suelos.

Revista EIA, vol. 12, núm. 2, junio, pp. 55-60. Escuela de Ingeniería de Antioquia-Envigado, Colombia. Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/pdf/1492/149240052005.pdf>

Navarro, A. (2014). Uso y fomento del árido reciclado en hormigón estructural como oportunidad de mejora medioambiental y económica. Tesis (doctoral, Universidad de

la Rioja) España. Recuperado de: file:///C:/Users/hp/Downloads/Dialnet-

UsoYFomentoDelAridoRecicladoEnHormigonEstructuralC-43246.pdf

Rivasplata, J. (2015). Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y subbases de estructura de pavimento en nuevo Chimbote-Santa-Ancash.

Tesis (ingeniero civil, Universidad Nacional del Santa). Recuperado de:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2708/42970.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pavon, E. Etxeberria, M. Martínez, I. (2011). Propiedades del hormigón de árido reciclado fabricado con adiciones, activa e inerte. Revista de la Construcción, vol. 10, núm. 3, diciembre, pp. 4-15. Pontificia Universidad Católica de Chile-Santiago, Chile.

Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127622721002>

Pacheco, A. (2017). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión.

Ingeniería y Desarrollo, vol. 35, núm. 2, julio-diciembre, pp. 533-555. Universidad del Norte- Barranquilla, Colombia. Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/pdf/852/85252030015.pdf>

Sumari, J. (2016). Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento portland tipo I. Tesis (ingeniero civil, Universidad Nacional de Ingeniería). Recuperado de:
http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/5379/1/sumari_rj.pdf

Tipos de ladrillos y sus propiedades. (2012). Recuperado de: <http://ladrillos.es/tipos-de-ladrillos-y-sus-propiedades/>

Vásquez, M. Rodríguez, A. (2017). Comparación de normativa sobre instalaciones de vertidos de residuos en España y Chile. Rev. Interciencia, vol. 42, núm. 8, agosto, 2017, pp. 542-547-Asociación Interciencia. Caracas, Venezuela. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/pdf/339/33952871010.pdf>

Valdés, G. (2011). Aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción. Ingeniería y Desarrollo, vol. 29, núm. 1, enero-junio, pp. 17-33. Universidad del Norte-Barranquilla, Colombia. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/pdf/852/85222642003.pdf>

Yehia, S. (2015). Evaluación de resistencia y durabilidad del hormigón agregado reciclado. Revista Internacional de Estructuras y Materiales de Hormigón. Volumen 9, Número 2, páginas 219-239.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	DIMNESIONES	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACION
<p>GENERAL</p> <p>¿De qué manera determinar el comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020?</p> <p>ESPECÍFICOS.</p> <p>¿De qué manera determinar que cumpla con las NTP 339-034,2008, el diseño de mezcla del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020?</p> <p>¿De qué manera determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020?</p> <p>¿De qué manera determinar la resistencia a la abrasión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito?</p> <p>¿De qué manera determinar la elasticidad del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020.?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Determinar el comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito.</p> <p>ESPECÍFICOS.</p> <p>Determinar el diseño de mezcla del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020, que cumpla con las NTP 339-034,2008.</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao.</p> <p>Determinar la resistencia a la abrasión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao.</p> <p>Determinar la elasticidad del concreto $f'c = 210$ kg/cm² según el método de agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao.</p>	<p>GENERAL</p> <p>El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con el comportamiento mecánico del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020.</p> <p>ESPECÍFICAS</p> <p>El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con el diseño de la mezcla del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020, según la NTP 339-034,2008.</p> <p>El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con la resistencia a la compresión del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020, según la NTP 339-034.</p> <p>El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con la resistencia a la abrasión del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – Callao 2020, según la NTP 400.019.</p> <p>El uso del concreto reciclado en reemplazo del 100% de agregados fino y grueso, cumple con la elasticidad del concreto experimental para pavimentos rígidos de bajo tránsito Oquendo – Callao 2020, según la NTP 469.</p>	<p>Demolición.</p> <p>Escombros.</p> <p>Soporte de carga externa.</p> <p>Capacidad de equilibrio</p>	<p>Agregado.</p> <p>Cemento</p> <p>Agua.</p> <p>Diseño de mezcla</p> <p>Resistencia a la compresión.</p> <p>Resistencia a la abrasión.</p> <p>Elasticidad.</p>	<p>El tipo de investigación es Aplicada de diseño</p> <p>Cuasi-experimental ya que, para la elección de la muestra, los especímenes a ensayar, no han sido aleatorias, por otro lado, será transversal ya que hablamos de un espacio – tiempo definido y cuantitativo.</p>

Anexo 2: Certificados de ensayos.

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES

PROYECTO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO	REGISTRO N°	2020 - TS/12 - 011
SOLICITANTE	RICHARD ELIO GUTIERREZ MENDOZA / CARLO HECFORO ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VAGADO	22/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	22/01/2020	TURNO	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	210 kg/cm ²
Procedencia	: Agregados de forsteria	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	DISEÑO PATRON

<p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</p> <p>F'cr = 29k</p>	<p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</p> <p>Cemento = 366 kg</p>
<p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</p> <p>f'w/c = 0,56</p>	<p>6. FACTOR CEMENTO</p> <p>Bólas x m³ = 0,6 Bólas</p>
<p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</p> <p>Agua = 205 L</p>	
<p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</p> <p>Aire = 2,5%</p>	

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U. SUELTO	T.M.N
Cemento SOL Tipo 1	3120 kg/m ³	0,1173 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0,2050 m ³					
Aire	---	0,0250 m ³					
Agregado grueso	2780 kg/m ³	---	1,80%	0,56%	5,05	1517	34
Agregado fino	2570 kg/m ³	---	2,50%	1,83%	3,03	1570	
Volumen de pasta		0,3473 m ³					
Volumen de agregados		0,6527 m ³					

<p>10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <p>Agregado grueso = 0,3785 m³ = 1052 kg 58,0%</p> <p>Agregado fino = 0,2741 m³ = 704 kg 42,0%</p>	<p>13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA: 0,04 m³</p> <p>Cemento SOL Tipo 1 15,36 kg</p> <p>Agua 7,88 L</p> <p>Agregado grueso 44,99 kg</p> <p>Agregado fino 30,33 kg</p> <p>Slump Obtenido 3"</p>
<p>11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <p>Agregado grueso 1071 kg</p> <p>Agregado fino 722 kg</p>	<p>14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <p>CEM A.F. A.G. AGUA</p> <p>f : 2,0 : 2,93 : 21,7 L/bolsa</p>

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 187 L

OBSERVACIONES

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

	 <p>HENRY W. SANTIAGO FLOR INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>
---	---	---



**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES**

PROYECTO	: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	REGISTRO N°	: 2020 - TS12 - 011
SOLICITANTE	: RICHARD ELIBIO GUTIERREZ MENDOZA / CIRILO NICEFORO ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VAGADO	: 22/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	: 22/01/2020	TURNO	: Diurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	: 210 kg/cm ²
Procedencia	: Agregados de fábrica	Asentamiento	: 3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	: DISEÑO PATRON

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R_{ac} = 0,36

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2,5%

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	HUMEDAD	ABS	MF	PLS	PLC	TMN
Cemento SOL Tipo 1	3120 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
Agregado grueso	2700 kg/m ³	1,80%	0,50%	8,08	1517	1877	34
Agregado fino	2570 kg/m ³	2,50%	1,83%	3,03	1570	1940	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL-BL-12	29/05/2020	LM-418-2020
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL-BL-13	29/05/2020	LM-418-2020
Balanza digital New Classic 5000g x 0.01g	MTL-BL-14	29/05/2020	LM-418-2020
Horno digital Thermocup 195L 0° a 300°C	MTL-HN-2	29/05/2020	LM-369-2020

MATESTLAB S.A.C.		
 TECNOLIUM MATELAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES

PROYECTO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	REGISTRO N°	2020 - TS12 - 014
SOLICITANTE	RICHARD ELBO GUTIERREZ MENDOZA / CARLO NICÉFORO CRUZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VACIADO	01/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	09/02/2020	TURNO	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	210 kg/cm ²
Procedencia	: CONCRETO RECICLADO	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	DISEÑO C2

<p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F'cr = 284</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R'ac = 0,56</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 216 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2,5%</p>	<p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 386 kg</p> <p>6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m³ = 9,1 Bolsas</p>
---	---

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS							
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3120 kg/m ³	0,1236 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0,2160 m ³					
Aire	---	0,0250 m ³					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TMN
Agregado grueso reciclado	2286 kg/m ³	---	3,50%	6,50%	6,04	1189	112
Agregado fino reciclado	2209 kg/m ³	---	3,50%	5,30%	3,06	1263	
Volumen de pasta		0,3646 m ³					
Volumen de agregados		0,8354 m ³					

<p>10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <p>Agregado grueso reciclado = 0,2869 m³ = 610 kg 42,0%</p> <p>Agregado fino reciclado = 0,3585 m³ = 814 kg 58,0%</p> <p>11. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <p>Agregado grueso reciclado 631 kg</p> <p>Agregado fino reciclado 843 kg</p> <p>12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</p> <p>Agua 292 L</p>	<p>13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,04 m³</p> <p>Cemento SOL Tipo 1 16,20 kg</p> <p>Agua 11,82 L</p> <p>Agregado grueso reciclado 26,52 kg</p> <p>Agregado fino reciclado 35,30 kg</p> <p>Sump Obtenido 4"</p> <p>14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <p>CEM : A.F. : A.C. : AGUA</p> <p>f : 2,2 : 1,64 : 31,0 L / bolsa</p>
--	---

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales</p>	<p>ENRY W. SANTIAGO FLORIS INGENIERO CIVIL Reg. QIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572</p> <p>NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>
--	--	---

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES

PROYECTO	: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO $f'c = 210$ kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	REGISTRO N°	: 2020 - TS-12 - 01
SOLICITANTE	: RICHARD ELBIO GUTIERREZ MENDOZA / CIRILO NICEFORO ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VACIADO	: 08/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	: 08/02/2020	TURNO	: Diurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	: 210 kg/cm ²
Precedencia	: CONCRETO RECICLADO	Asentamiento	: 3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	: DISEÑO C2

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R_{ac} = 0.56

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 216 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.5%

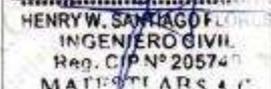
4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3120 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso reciclado	2286 kg/m ³	3.50%	0.30%	0.94	1199	1358	1/2
Agregado fino reciclado	2200 kg/m ³	3.50%	0.30%	3.00	1263	1451	

OBSERVACIONES:

- * Muestras previstas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL-BL-12	29/09/2020	LM-418-2020
Balanza digital Ohaus 3000g x 1g	MTL-BL-13	29/09/2020	LM-415-2020
Balanza digital New Classic 6000g x 0.01g	MTL-BL-14	29/09/2020	LM-416-2020
Horno digital Thermocup 156, 0° a 300°C	MTL-IN-2	29/09/2020	LM-309-2020

MATESTLAB S.A.C.			
Nombre y firma	D ^o	D ^o	Nombre y firma
	M	M	
			
		HENRY W. SANTIAGO INGENIERO CIVIL Reg. C.P.N° 20574	NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES**

PROYECTO	: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO	REGISTRO N°:	2020 - TS12 - 012
SOLICITANTE	: RICHARD BURRO GUTIERREZ MENDOZA / CIRILO NICOLFO ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR :	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desempleado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE VACIADO:	22/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	: 22/01/2020	TURNO :	Dúmo
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: CONCRETO RECICLADO	Asentamiento:	3' - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	DISEÑO T1

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 294

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 346 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R/a/c = 0.56

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 8.2 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 195 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.5%

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3120 kg/m ³	0.1116 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.1950 m ³					
Aire	---	0.0250 m ³					
Agregado grueso reciclado	2206 kg/m ³	---	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TMM
Agregado fino reciclado	2206 kg/m ³	---	3.50%	5.50%	6.34	1.69	1/2
			3.50%	5.30%	3.06	1.263	---
		Volumen de pasta	0.3316 m ³				
		Volumen de agregados	0.6684 m ³				

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso reciclado = 0.2807 m³ = 642 kg 42.0%

Agregado fino reciclado = 0.3877 m³ = 856 kg 53.0%

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

Cemento SOL Tipo 1 14.63 kg

Agua 11.09 L

Agregado grueso reciclado 27.90 kg

Agregado fino reciclado 37.23 kg

Slump Obtenido 5"

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso reciclado 694 kg

Agregado fino reciclado 895 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 264 L

14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

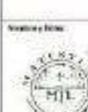
CEM. A.F. A.G. AGUA

1 : 2.5 : 1.01 : 32.2 L/bolsa

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.			
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	D. _____ M. _____ A. _____	D. _____ M. _____ A. _____	D. _____ M. _____ A. _____
HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 20574 MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL AGREGADOS GLOBALES

PROYECTO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	REGISTRO N°:	2020 - 1912 - 013
SOLICITANTE	RICHARD ELINO GUTIERREZ MENDOZA / CIRILO NICOLAS ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR:	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	—	REVISADO POR:	H Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VACADO:	30/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	30/01/2020	TURNO:	Día

Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	CONCRETO RECICLADO	Asentamiento:	3" - 4"
Comento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	DISEÑO T2

<p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</p> <p>F'cr = 294</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</p> <p>R'ac = 0.5</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</p> <p>Agua = 190 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</p> <p>Air = 2.5%</p>	<p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</p> <p>Cemento = 380 kg</p> <p>6. FACTOR CEMENTO</p> <p>Bolsas x m³ = 2.9 Bolsas</p>
---	---

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS		
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3120 kg/m ³	0.1216 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.1900 m ³
Aire	—	0.0250 m ³
Volumen de pasta: 0.3388 m ³		
Volumen de agregados: 0.6632 m ³		

<p>10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <p>Agregado grueso reciclado = 0.2785 m³ = 877 kg 42.0%</p> <p>Agregado fino reciclado = 0.3847 m³ = 850 kg 68.0%</p> <p>11. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <p>Agregado grueso secado: 859 kg</p> <p>Agregado fino secado: 879 kg</p> <p>12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</p> <p>Agua = 258 L</p>	<p>13. VOLUMEN DE TANCA DE PRUEBA: 0.04 m³</p> <p>Cemento SOL Tipo 1: 15.96 kg</p> <p>Agua: 10.85 L</p> <p>Agregado grueso reciclado: 27.88 kg</p> <p>Agregado fino reciclado: 36.04 kg</p> <p>Slump Obtenido: 3"</p> <p>14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <p>CEM A.F. A.G. AGUA</p> <p>1 : 2.3 : 1.73 : 29.9 L/bolsa</p>
--	--

DESERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>HENRY W. SANTIAGO FLOR, 3 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572</p> <p>NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>
--	---	---

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES**

PROYECTO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	REGISTRO N°	2020 - TS12 - 013
SOLICITANTE	RICHARD ELBIO GUTIERREZ MENDOZA / CIRILO NICEFORO ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	—	REVISADO POR	M Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VACIADO	30/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	30/01/2020	TURNO	Diurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: CONCRETO RECICLADO	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	DISEÑO T2

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R_{ac} = 0,50

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 190 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Air = 2,5%

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3120 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	—						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso reciclado	2286 kg/m ³	3,50%	6,50%	6,94	1169	1358	1/2
Agregado fino reciclado	2209 kg/m ³	3,50%	6,30%	3,08	1263	1451	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL-BL-12	29/09/2020	LM-416-2020
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL-BL-13	29/09/2020	LM-415-2020
Balanza digital New Classic 6000g x 0.01g	MTL-BL-14	29/09/2020	LM-416-2020
Horno digital Thermocup 196L @ 300°C	MTL-HR-2	29/09/2020	LM-369-2020

MATESTLAB S.A.C.			
 TECNICO LEM Nombre y Firma: _____ MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	D: M: A:	D: M: A:	D: M: A:
Nombre y Firma: _____ HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		Nombre y Firma: _____ MATESTLAB S.A.C. RUC: 20804738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO CONVENCIONAL

PROYECTO: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUOSOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO. REGISTRO N°: 2020 - TS-2 - 010

SOLICITANTE: RICHARD ELBIO GUTIERREZ MENDOZA / ORLANDO NICEFORO ORTIZ ZOLOAGA. REALIZADO POR: J. Escobedo

LUGAR DE PROYECTO: ---. REVISADO POR: H. Flores

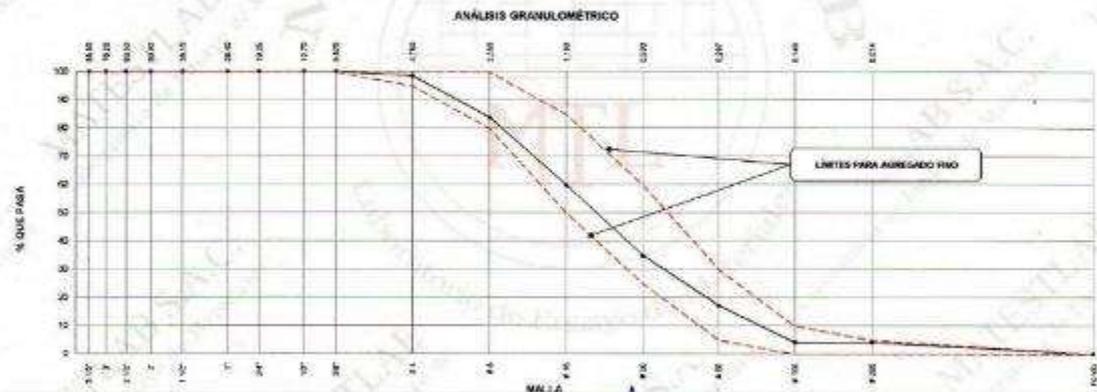
UBICACIÓN DE PROYECTO: ---. FECHA DE VACIADO: 18/01/2020

FECHA DE EMISIÓN: 18/01/2020. Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC. TURNO: Diurno

Código de Muestra: M5
 Lot: ---
 N° de Muestra: ---
 Progresiva: ---

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA ORDINA						
Malla	Tamaño	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasado	ASTM L48.5 (µm)
#4	4.75 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
#10	1.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
#20	0.85 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
#40	0.425 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
#60	0.25 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
#80	0.18 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
#100	0.15 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
#150	0.106 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
#200	0.075 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
Finado	0.075 mm	29.0	5.94	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
F. Especif. de Masa Seca (kg/m ³)	2573.000
F. Especif. de Masa 210 (kg/m ³)	2629.000
F. Especif. de Masa Absoluta (kg/m ³)	2700.000
F. Límite Superior (kg/m ³)	1500
F. Límite Inferior (kg/m ³)	1375
Absorción (%)	1.31
Coeficiente de Variación (%)	2.56
Módulo de Elasticidad	2.03
% - Norm. N° 200 (0.75 mm)	2.54



REALIZADO POR: Nombre y Firma: 	VERIFICADO POR: Nombre y Firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	AUTORIZADO POR: Nombre y Firma: MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMBA BARRETO GERENTE GENERAL
--	---	--

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136

Proyecto	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	Registro N°	MTL-TE1-001
Solicitante	Richard Elbio Gutiérrez Mendoza / Cirilo Nicasoro Ortiz Zuloaga	Muestreado por	Solicitante
Ubicación del Proyecto	Lima	Ensayado por	Solicitante
Material	Concreto reciclado	Fecha de Ensayo	19/01/2020
Código de Muestra		Turno	Diurno
Procedencia			
N° de Muestra			
Progresiva			

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Retenido g	% Ponderal Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00
3/8"	9.50 mm			100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	1.3	0.22	99.78	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	159.3	26.03	73.75	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	135.2	22.52	48.77	50.00	85.00
# 30	600 µm	104.1	17.34	33.89	25.00	60.00
# 50	300 µm	74.0	12.33	21.57	5.00	30.00
# 100	150 µm	57.9	9.64	11.93	0.00	10.00
Fondo	-	71.6	11.60	100.00	0.00	-
					MF	3.08
					TMN	-



MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y Firma	M:	Nombre y Firma	M:
	A:		A:
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg./CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	
		Nombre y Firma	M:
			A:
		MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136

Proyecto	: COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO F' C = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS DE BAJO TRANSITO.	Registro N°	MTL-TE1-002
Solicitante	: Richard Elbio Gutierrez Mendoza / Cirilo Nioeforo Ortiz Zolcaga	Muestreado por	Solicitante
Ubicación de Proyecto	: Lima	Ensayado por	Solicitante
Materia	: Concreto reciclado tamizado por la malla N° 4	Fecha de Ensayo:	19/01/2020
Código de Muestra	---	Turno:	Díurno
Procedencia	---		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100,00 mm					100,00	100,00
3 1/2"	90,00 mm					100,00	100,00
3"	75,00 mm					100,00	100,00
2 1/2"	63,00 mm					100,00	100,00
2"	50,00 mm					95,00	100,00
1 1/2"	37,50 mm					70,00	87,00
1"	25,00 mm				100,00	35,00	70,00
3/4"	19,00 mm	28,5	1,14	1,14	98,86	25,00	50,00
1/2"	12,50 mm	830,2	33,23	34,37	65,63	10,00	30,00
3/8"	9,50 mm	699,8	28,01	62,37	37,63	5,00	18,00
# 4	4,75 mm	889,2	35,69	97,96	2,04	0,00	5,00
# 8	2,36 mm	0,0	0,00	97,96	2,04	0,00	0,00
# 16	1,18 mm	0,0	0,00	97,96	2,04	0,00	0,00
# 30	600 µm	0,0	0,00	97,96	2,04	0,00	0,00
# 50	300 µm	0,0	0,00	97,96	2,04	0,00	0,00
# 100	150 µm	0,0	0,00	97,96	2,04	0,00	0,00
Fondo	-	51,0	2,04	100,00	0,00	-	-
						MF	5,94
						TMN	1/2"

CURVA GRANULOMÉTRICA



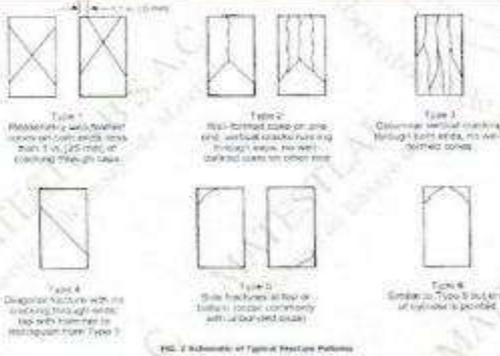
TECNICO LEW Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		JEFE LEW Nombre y firma:  HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738972 Nombre y firma:  NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	
---	--	--	--	---	--

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	REGISTRO N°	2020 - TS12 - 015
SOLICITANTE	RICHARD ELBIO GUTIERREZ MENDOZA / CIRILO MOLFORO ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYEC	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	REVISADO POR	M. Flores
UBICACIÓN DE PROY		FECHA DE ENSAYO	15/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	15/03/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 6"x12"		
Fc de diseño	210 kg/cm ²		

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 = 210 kg/cm ²	22/01/2020	29/01/2020	7 días	2,00	182 kg/cm ²	86,5
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	29/01/2020	7 días	2,00	178 kg/cm ²	84,5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	29/01/2020	7 días	2,00	169 kg/cm ²	80,3
PROBETA N° 01 DISEÑO T1 Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	29/01/2020	7 días	2,00	138 kg/cm ²	65,7
PROBETA N° 02 DISEÑO T1 Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	29/01/2020	7 días	2,00	130 kg/cm ²	61,9
PROBETA N° 03 DISEÑO T1 Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	29/01/2020	7 días	2,00	104 kg/cm ²	49,5
PROBETA N° 01 DISEÑO T2 Fc = 210 kg/cm ²	30/01/2020	06/02/2020	7 días	2,00	146 kg/cm ²	69,5
PROBETA N° 02 DISEÑO T2 Fc = 210 kg/cm ²	30/01/2020	06/02/2020	7 días	2,00	140 kg/cm ²	66,7
PROBETA N° 03 DISEÑO T2 Fc = 210 kg/cm ²	30/01/2020	06/02/2020	7 días	2,00	142 kg/cm ²	67,6
PROBETA N° 01 DISEÑO C2 Fc = 210 kg/cm ²	08/02/2020	15/02/2020	7 días	2,00	198 kg/cm ²	94,3
PROBETA N° 02 DISEÑO C2 Fc = 210 kg/cm ²	08/02/2020	15/02/2020	7 días	2,00	200 kg/cm ²	95,4
PROBETA N° 03 DISEÑO C2 Fc = 210 kg/cm ²	08/02/2020	15/02/2020	7 días	2,00	203 kg/cm ²	96,7



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: (1)

L/D	1.75	1.80	1.90	1.95
Factor	0.99	0.98	0.97	0.92

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

Fonte: ASTM C39

Coefficient of Variation ¹	Acceptable Range ² of Individual Cylinder Strengths ³	
	2 cylinders	3 cylinders
5 to 12.5% (100 to 200 mm) Laboratory conditions Field conditions	10.0% 9.0%	7.5% 6.5%
8 to 16% (100 to 200 mm) Laboratory conditions	10.0%	10.0% ⁴

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

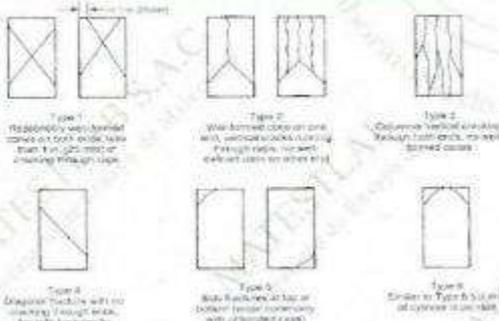
					
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		HENRY W. SANTIAGO FLOR INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	REGISTRO N°:	2020 - TS12 - 016
SOLICITANTE	RICHARD ELBRO GUTIERREZ MENDOZA / CIRILO NICÉFORO ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYEC		REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROJ	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	22/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	22/02/2020	TURNOS	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Preservación	Especímenes cilíndricos 6"x 12"		
F'c de diseño	210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACION ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	05/02/2020	14 días	2,00	205 kg/cm ²	97,6
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	05/02/2020	14 días	2,00	204 kg/cm ²	97,3
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	05/02/2020	14 días	2,00	205 kg/cm ²	97,7
PROBETA N° 04 DISEÑO T1 Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	05/02/2020	14 días	2,00	175 kg/cm ²	83,3
PROBETA N° 05 DISEÑO T1 Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	05/02/2020	14 días	2,00	180 kg/cm ²	86,7
PROBETA N° 06 DISEÑO T1 Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	05/02/2020	14 días	2,00	173 kg/cm ²	82,4
PROBETA N° 04 DISEÑO T2 Fc = 210 kg/cm ²	30/01/2020	13/02/2020	14 días	2,00	168 kg/cm ²	80,0
PROBETA N° 05 DISEÑO T2 Fc = 210 kg/cm ²	30/01/2020	13/02/2020	14 días	2,00	167 kg/cm ²	79,5
PROBETA N° 06 DISEÑO T2 Fc = 210 kg/cm ²	30/01/2020	13/02/2020	14 días	2,00	205 kg/cm ²	97,7
PROBETA N° 04 DISEÑO C2 Fc = 210 kg/cm ²	08/02/2020	22/02/2020	14 días	2,00	223 kg/cm ²	106,3
PROBETA N° 05 DISEÑO C2 Fc = 210 kg/cm ²	08/02/2020	22/02/2020	14 días	2,00	218 kg/cm ²	103,8
PROBETA N° 06 DISEÑO C2 Fc = 210 kg/cm ²	08/02/2020	22/02/2020	14 días	2,00	215 kg/cm ²	102,4



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 15:

L/D Ratio	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.80	0.90	0.95	1.00

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

Fonte: 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 Field conditions	2.4 % 2.9 %	6.6 % 8.0 %	7.6 % 9.0 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	2.2 %	6.0 %	10.4 %

Fonte: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesario la corrección de esfuerzo.

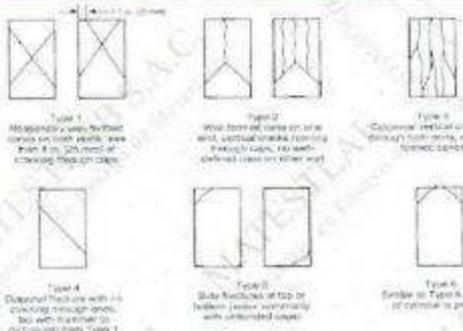
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales</p>		<p>MATESTLAB S.A.C.</p> <p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>		<p>MATESTLAB S.A.C.</p> <p>RUC: 20604738572</p> <p>NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>	
--	--	---	--	--	--

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE
PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	REGISTRO N°	2020 - 1812 - 017
SOLICITANTE	RICHARD ELIBO GUTIERREZ MENDOZA / CIVILO NICÉFORO ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYEC		REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROY	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	07/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	07/03/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 6"x12"		
F'c de diseño	210 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° 07 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	19/02/2020	28 días	2,00	256 kg/cm ²	121,9
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	19/02/2020	28 días	2,00	255 kg/cm ²	121,6
PROBETA N° 09 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	19/02/2020	28 días	2,00	257 kg/cm ²	122,5
PROBETA N° 07 DISEÑO T1 Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	19/02/2020	28 días	2,00	204 kg/cm ²	97,1
PROBETA N° 08 DISEÑO T1 Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	19/02/2020	28 días	2,00	205 kg/cm ²	97,8
PROBETA N° 09 DISEÑO T1 Fc = 210 kg/cm ²	22/01/2020	19/02/2020	28 días	2,00	207 kg/cm ²	98,5
PROBETA N° 07 DISEÑO T2 Fc = 210 kg/cm ²	30/01/2020	27/02/2020	28 días	2,00	203 kg/cm ²	96,7
PROBETA N° 08 DISEÑO T2 Fc = 210 kg/cm ²	30/01/2020	27/02/2020	28 días	2,00	202 kg/cm ²	96,0
PROBETA N° 09 DISEÑO T2 Fc = 210 kg/cm ²	30/01/2020	27/02/2020	28 días	2,00	203 kg/cm ²	96,4
PROBETA N° 07 DISEÑO C2 Fc = 210 kg/cm ²	08/02/2020	07/03/2020	28 días	2,00	235 kg/cm ²	111,7
PROBETA N° 08 DISEÑO C2 Fc = 210 kg/cm ²	08/02/2020	07/03/2020	28 días	2,00	234 kg/cm ²	111,4
PROBETA N° 09 DISEÑO C2 Fc = 210 kg/cm ²	08/02/2020	07/03/2020	28 días	2,00	243 kg/cm ²	115,9



5.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 5.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table: Note 1)

L/D	K2C	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.90	0.90	0.97

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

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation ¹	Acceptable Range ² of Individual Cylinders (Strengths)	
	3 cylinders	5 cylinders
6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions: Fixed conditions	2.4%	4.4%
	23.5%	33.5%
4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	3.2%	6.0%
	10.0%	15.0%

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Pruebas de Materiales</p>		<p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>		<p>MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604736572</p> <p>NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>	
--	--	---	--	---	--

**DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM
C131/C131M-14**

PROYECTO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO	REGISTRO N°:	2020 - T812 - 018
SOLICITANTE	RICHARDO ELIBIO GUTIERREZ MENDOZA / CIRILO NIÑEFORD ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE ENSAYO	10/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	10/03/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Diseño Patron - Diseño AGREGADOS RECICLADOS C2		
Presentación	Probetas de concreto endurecido 4"x8"		
F'c de diseño	210 kg/cm ²		

DATOS DE PROBETA AGREGADO RECICLADO

R	P500	ABRASION
100%	0%	0

DETALLE	RESULTADO
ABRASION	12%

DATOS DE PROBETA PATRON

R	P500	ABRASION
75%	0%	4

DETALLE	RESULTADO
ABRASION	4%

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas e controladas por el personal técnico de MATESTLAB S.A.C.
- * Los muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.

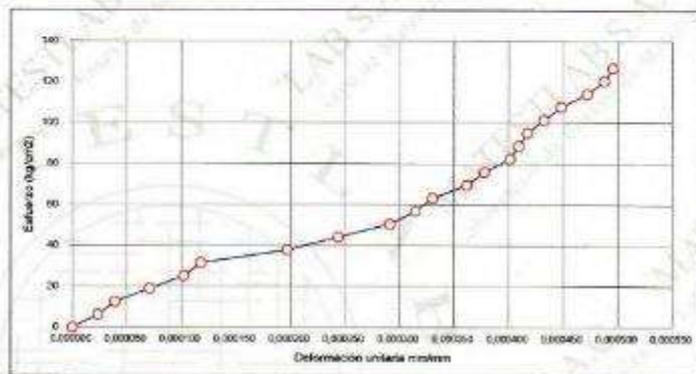
MATESTLAB S.A.C			
TECNICO USM	C	D	D
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	M	M	M
 HENRY W. SANTIAGO FLOR INGENIERO CIVIL Rg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	A	A	A
Nombre y Apellido MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572  NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL			

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DEL CONCRETO

PROYECTO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO $F'c = 210$ kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	REGISTRO N°	2020 - 132 - 000
SOLICITANTE	RICHARD ELLSO GUTIERREZ MENDOZA / CARLO NICEFORO ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	J. ESCOBEDO
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H. FLORES
UBICACIÓN DE PROYECTO	Deposítado en los laboratorios de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VACIADO	22/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	18/02/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes CILÍNDRICOS DE 4" x 8"		
$F'c$ de diseño	: 210 kg/cm ²		

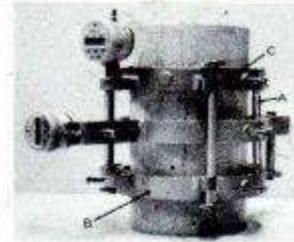
MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO ASTM C469

Deformación Unitaria mm/mm	Esfuerzo kg/cm ²
0,00000	0,00
0,00024	6,35
0,00039	12,71
0,00071	19,06
0,00102	25,41
0,00118	31,77
0,00197	38,12
0,00244	44,47
0,00291	50,83
0,00315	57,18
0,00330	63,53
0,00362	69,89
0,00378	76,24
0,00401	82,60
0,00409	88,95
0,00417	95,30
0,00433	101,66
0,00448	108,01
0,00472	114,36
0,00488	120,72
0,00496	127,07
0,00511	133,42



DATOS DE LA MUESTRA:
 Identificación: PATRON $F'c = 210$ kg/cm²
 Método de curado utilizado: Sumergido en agua
 Fecha de vaciado: 22/01/2020
 Edad: 28 días

RESULTADOS	
MÓDULO DE ELASTICIDAD	
Módulo E_c kg/cm ²	229.062
Cte. $E_{1/3} F_c$ Ult.	14.330
Cte. $E_{1/3} F_c$ Nomín.	15.806



Fuente: ASTM C469

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por MATESTLAB S.A.C.
- * 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 MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM Nombre y firma:  	JEFE LEM Nombre y firma:  ENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	DOC. LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738532 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DEL CONCRETO

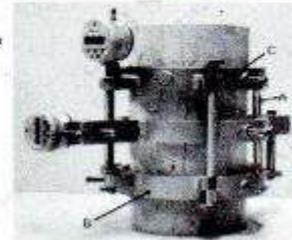
PROYECTO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	REGISTRO N°	2020 - 152 - 021
SOLICITANTE	RICHARD ELBIO GUTIERREZ MENDOZA / CIRILO HICEFORO ORTIZ ZOLOAGA	REALIZADO POR	J. ESCOBEDO
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H. FLORES
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE VACIADO	08/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	07/03/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra : Concreto endurecido			
Presentación : Especímenes CILINDRICOS DE 4" x 8"			
F'c de diseño : 210 kg/cm ²			

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO ASTM C469

Deformación Unitaria mm/mm	Esfuerzo kg/cm ²
0.000000	0.00
0.000009	6.35
0.000019	12.71
0.000028	19.06
0.000037	25.41
0.000046	31.77
0.000055	38.12
0.000064	44.47
0.000073	50.83
0.000082	57.18
0.000091	63.53
0.000100	69.89
0.000109	76.24
0.000118	82.60
0.000127	88.95
0.000136	95.30
0.000145	101.66
0.000154	108.01
0.000163	114.36
0.000172	120.72
0.000181	127.07
0.000190	133.42



DATOS DE LA MUESTRA:
 Identificación : DISEÑO C2 F'c = 210 kg/cm²
 Método de curado utilizado : Sumergido en agua
 Fecha de vaciado : 08/02/2020
 Edad : 28 días



Fuente: ASTM C469

RESULTADOS	
MÓDULO DE ELASTICIDAD	
Módulo Ec kg/cm ²	213.699
Cte. Elás. f _c Ul.	13.974
Cte. Elás. f _c Nomm.	14.747

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por MATESTLAB S.A.C.
- * 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 MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.			
TECNÓLOGO Nombre y Firma  	JEFE DE MUESTRA Nombre y Firma  ENRY W. SANTIAGO F. INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 20574 MATESTLAB S.A.C.	QRO - LPM Nombre y Firma  MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a**

Proyecto	: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	Registro N°	MTL-TE1-007
Solicitante	: Richard Elbro Gutiérrez Mendoza / Cirilo Nicolaro Ortiz Zuloaga	Muestreado por	Solicitante
Atención	: Lima	Ensayado por	Solicitante
Ubicación de Proyecto	: Concreto reciclado agregado grueso.	Fecha de Ensayo	19/01/2020
Materia		Turno	Diurno
Código de Muestra	---		
Precedencia	---		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

PESO UNITARIO SUELTO	
IDENTIFICACIÓN	1
Peso de molde (kg)	2,889
Volumen de molde (m ³)	0,007163
Peso de molde + muestra suelta (kg)	10,863
Peso de muestra suelta (kg)	8,515
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1189

PESO UNITARIO COMPACTADO	
IDENTIFICACIÓN	1
Peso de molde (kg)	2,965
Volumen de molde (m ³)	0,007162
Peso de molde + muestra suelta (kg)	12,085
Peso de muestra suelta (kg)	9,720
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1358

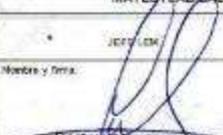
MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM	D.	EFE LEM	D.
Nombre y Firma  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales	M.	Nombre y Firma  HENRY W. SANTIAGO FLORIS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	M.
	A.		A.
		Nombre y Firma  MATESTLAB S.A.C. RUC: 20607738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	M.
			A.

**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a**

Proyecto:	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	Registro N°:	MTL-TE1-006
Solicitante:	Richard Elbio Gutiérrez Mendoza y Cirilo Nicoforo Ortiz Zuloaga	Muestreado por:	Solicitante
Atención:	Lima	Ensayado por:	Solicitante
Ubicación de Proyecto:	Concreto reciclado agregado fino	Fecha de Ensayo:	19/01/2020
Material:		Turno:	Diurno
Código de Muestra:	---		
Procedencia:	---		
N° de Muestra:	---		
Progresiva:	---		

PESO UNITARIO SUELTO	
IDENTIFICACIÓN	1
Peso de molde (kg)	2,385
Volumen de molde (m ³)	0,007162
Peso de molde + muestra suelta (kg)	11,410
Peso de muestra suelta (kg)	9,045
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1283

PESO UNITARIO COMPACTADO	
IDENTIFICACIÓN	1
Peso de molde (kg)	2,385
Volumen de molde (m ³)	0,007162
Peso de molde + muestra suelta (kg)	12,755
Peso de muestra suelta (kg)	10,380
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1461

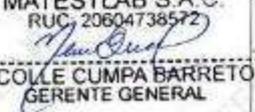
MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM	D:	JEFTE LEM	COO- LEM
Nombre y Firma:	N:	Nombre y Firma:	N:
	A:		
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales		NRY.W. SANTIAGO FLORIS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA-BARRETO GERENTE GENERAL

**DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
ASTM C128-15**

Proyecto	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	Registro N°	MTL-TE1-004
Solicitante	Richard Elbio Gutiérrez Mendoza / Celso Néstor Ortiz Zuloaga	Muestreado por	Solicitante
Atención	Richard Elbio Gutiérrez Mendoza / Celso Néstor Ortiz Zuloaga	Ensayado por	Solicitante
Ubicación de Proyecto	Lima	Fecha de Ensayo	15/01/2020
Materia	Concreto reciclado	Turno	Diurno
Código de Muestra			
Procedencia			
N° de Muestra			
Progresiva			

	IDENTIFICACIÓN	g
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	481,2
B	Peso Frasco + agua	864,7
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	948,7
D	Peso del Mat. Seco	440,4
	Po Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)	2,209
	Po Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)	2,41
	Po aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)	2,78
	% Absorción = 100*(A-D)/C	9,3



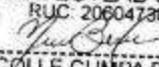
MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM	D	JEFES LEM	COO - LEM
Nombre y firma:	M	Nombre y firma:	M
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	A	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 20574 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA

Proyecto	: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO	Registro N°	: MTL-TE1-005
Solicitante	: Richard Elbio Gutiérrez Mendoza / Cirilo Nicoforo Ortiz Zuloaga	Muestreado por	: Solicitante
Asección	: Lima	Ensayado por	: Solicitante
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo	: 19/01/2020
Material	: Concreto reciclado	Turno	: Diurno
Tipo de muestra	: ---		
Procedencia	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresión	: ---		

DATOS		A
1	Peso de la muestra sss	787,0
2	Peso de la muestra sss sumergida	463,7
3	Peso de la muestra secada al horno	739,0

RESULTADOS		1
PESEO ESPECÍFICO DE MASA		2,206
PESEO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S		2,434
PESEO ESPECÍFICO APARENTE		2,685
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		6,5

MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM	D:	JEFE LAB	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales	A:	 ENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	D:
		 MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738972 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

**CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS
ASTM C566-19**

Proyecto	: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² SEGÚN EL MÉTODO DE AGREGADOS GLOBALES REEMPLAZANDO LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS AL 100% CON CONCRETO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS DE BAJO TRÁNSITO.	Registro N°	MTL-TE1-003
Solicitante	: Richard Ulloa Gutiérrez Mendoza / Cirilo Niceloro Ortiz Zoloaga	Muestreado por :	Solicitante
Ubicación del proyecto	: Lima	Ensayado por :	Solicitante
Material	: Concreto reciclado	Fecha de Ensayo:	19/01/2020
		Turno:	Díurno

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	175,2	CONCRETO RECICLADO
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1303,8	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1265,6	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3,60	



MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM	D:	REF. LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:
		HENRY W. SANTIAGO FLO INGENIERO CIVIL Reg. CIPN° 205749 MATESTLAB S.A.C.	
			GERENTE LEM D: Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

Anexo 3: Certificado de calibración de instrumentos.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 960 - 2020

Página 1 de 2

Expediente : 131-2020
Fecha de Emisión : 2020-08-22

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 4
Diámetro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 66907
Material : AGERO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE SUELOS DE MATESTLAB S.A.C.
22 - SEPTIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	64	65

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, Indicado ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.





Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-6620
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

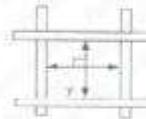
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 960 - 2020

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DEVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DEVIACIÓN ESTÁNDAR
mm														
4,78	4,81	4,78	4,75	4,88	4,72	4,88	4,80	4,88	4,79	4,78	4,75	0,03	0,13	0,06
4,80	4,79	4,88	4,83	4,88	4,82	4,81	4,83	4,76	4,88					
4,75	4,70	4,81	4,88	4,70	4,72	4,76	4,88	4,75	4,77					
4,88	4,80	4,82	4,75	4,79	4,78	4,80	4,83	4,79	4,72					
4,72	4,79	4,88	4,83	4,70	4,81	4,88	4,76	4,82	4,88					
4,88	4,77	4,81	4,80	4,72	4,70	4,83	4,81	4,72	4,75					
4,82	4,88	4,78	4,83	4,78	4,68	4,88	4,80	4,77	4,77					
4,75	4,79	4,72	4,88	4,73	4,73	4,79	4,77	4,79	4,83					
4,75	4,82	4,88	4,76	4,79	4,80	4,70	4,81	4,88	4,75					
4,70	4,88	4,81	4,73	4,82	4,88	4,75	4,83	4,72	4,80					



FIRME DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
DA - Perú
Instituto de Normalización y Certificación

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2020

Página: 1 de 3

<p>Expediente : 131-2020 Fecha de Emisión : 2020-09-29</p> <p>1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.</p> <p>Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p> <p>2. Instrumento de Medición : BALANZA</p> <p>Marca : NEW CLASSIC</p> <p>Modelo : WT6002G</p> <p>Número de Serie : 150921068</p> <p>Alcance de Indicación : 600 g</p> <p>División de Escala de Verificación (e) : 0,01 g</p> <p>División de Escala Real (d) : 0,01 g</p> <p>Procedencia : NO INDICA</p> <p>Identificación : LS-09</p> <p>Tipo : ELECTRÓNICA</p> <p>Ubicación : LABORATORIO</p> <p>Fecha de Calibración : 2020-09-22</p>	<p>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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>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 reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN 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.</p>
<p>3. Método de Calibración La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.</p> <p>4. Lugar de Calibración LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C. MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA.</p>	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,7	21,7
Humedad Relativa	60,1	60,1

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C0772-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 600,00 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 599,70 g para una carga de 600,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	21,7			21,7		
	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	299,99	0,003	-0,008	599,99	0,002	-0,007
2	299,99	0,004	-0,008	599,99	0,001	-0,008
3	299,98	0,002	-0,017	599,98	0,003	-0,016
4	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,002	-0,007
5	299,99	0,001	-0,006	599,99	0,001	-0,006
6	299,99	0,002	-0,007	599,99	0,002	-0,007
7	299,98	0,001	-0,016	599,98	0,002	-0,017
8	299,98	0,002	-0,007	599,98	0,001	-0,006
9	299,99	0,003	-0,008	599,99	0,003	-0,008
10	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,002	-0,007
Diferencia Máxima	0,011			0,012		
Error máximo permitido	± 0,03 g			± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2020

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₂				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	f (g)	ΔL (g)	E ₂ (g)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,10	0,10	0,006	-0,001	200,00	199,99	0,003	-0,008	-0,007
2		0,10	0,005	0,000		199,99	0,002	-0,007	-0,007
3		0,10	0,005	0,000		199,99	0,004	-0,006	-0,009
4		0,10	0,004	0,001		199,98	0,003	-0,018	-0,019
5		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,006	-0,001	0,000

Temp. (°C) Inicial: 21,7 Final: 21,7

(*) valor entre 0 y 10 a

Error máximo permitido: ± 0,03 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,006	-0,001						
0,200	0,20	0,008	-0,003	-0,002	0,20	0,008	-0,004	-0,003	0,01
5,000	5,00	0,007	-0,002	-0,001	5,00	0,006	-0,001	0,000	0,01
20,000	20,00	0,006	-0,001	0,000	20,02	0,006	0,017	0,016	0,01
50,000	49,99	0,003	-0,006	-0,007	49,99	0,005	-0,010	-0,009	0,01
100,000	100,02	0,009	0,016	0,017	100,03	0,008	0,027	0,028	0,02
150,000	150,01	0,004	0,011	0,012	150,00	0,006	-0,001	0,000	0,02
200,000	200,01	0,002	0,013	0,014	200,00	0,007	-0,002	-0,001	0,02
400,001	400,02	0,003	0,021	0,022	400,01	0,004	0,011	0,011	0,03
500,000	500,00	0,008	-0,003	-0,002	500,02	0,005	0,020	0,021	0,03
600,000	600,03	0,009	0,026	0,027	600,03	0,009	0,026	0,027	0,03

± m.p. = error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{correcta}} = R - 4,24 \times 10^{-8} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{8,17 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 8,06 \times 10^{-16} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incremental E: Error absoluto E_c: Error en peso E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 - Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

AM3

AM3 Ingeniería & Negocios SAC

RUC : 20513903261
 Dirección : AV. Nicolás Ayllón 8510 Edif. 9 Of. 804, Lima - Lima - Ate
 Código Postal : Lima 03
 Teléfono : 511-679 8002
 Email : soportetecnico@am3.com.pe

Nº de certificado:	22072020-05
Fecha de emisión:	22/07/2020

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
 RUC : 20602979190
 Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

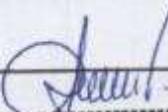
Equipo : Máquina de Compresión Accu-Tek Touch Control PRO 250
 Marca : ELE International
 Modelo Marco de Carga : 36-0690/06
 N° de Serie Marco de Carga : 180300131
 Capacidad : 1112 KN
 División de Escala : 0.1 KN
 N° de Serie Panel de Lectura : 1939-1-10045
 Procedencia : USA
 Patrón de Trabajo : Celda ELE International Tipo: CCDHA-2000 KN-004-000, N° de Serie: 56638, Capacidad: 2000 KN, trazable al HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, Certificado de Calibración INF-LE 013-20.

Método de Verificación : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines" Método C

Temp. Inicial (°C) : 18 H.R. Inicial (%) : 74
 Temp. Final (°C) : 18 H.R. Final (%) : 69
 Fecha de Verificación : 21/07/2020
 Lugar de Verificación : Mza. A Lote. 24 Int. 1 Urb. Mayorazgo Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres
 N° de Páginas : 2



HECHO POR
Emilio Malca



ALDO MARCO
MUCHA MALLAIPOMA
Ingeniero Civil
CIP Nº 234122
REVISADO POR



Este certificado de verificación solo puede ser difundido sin alteraciones posterior a la autorización asignada por AM3 Ingeniería & Negocios S.A.C.
 Este certificado de verificación sin firma y sello carece de validez.

AM3

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Lectura de Celda (patrón)	Lectura del Equipo				Error	Incertidumbre
	LP	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3		
(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	U (%)
100	100.20	100.10	100.30	100.20	0.20	0.1
200	200.20	200.20	200.90	200.43	0.22	0.1
300	300.60	300.60	301.30	300.83	0.28	0.1
400	400.70	400.50	401.70	400.97	0.24	0.1
500	499.20	500.70	501.80	500.57	0.11	0.1
600	600.90	600.10	601.70	600.90	0.15	0.1
700	700.30	700.90	702.00	701.07	0.15	0.1
800	800.80	800.60	802.50	801.30	0.16	0.1
900	901.00	900.80	902.50	901.43	0.16	0.1
1000	1001.00	1001.00	1004.00	1002.00	0.20	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de Medición, para un factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".

Observaciones / Indicaciones

El usuario debe calibrar el equipo en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que esté expuesto

El equipo se encuentra calibrado y no necesita corrección alguna, ya que el error no supera el +/- 1% en todo el rango verificado.

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 052 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 3 de 3

Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
60	31	31	32	31
120	62	62	63	31
180	92	92	94	30
240	123	123	124	31
300	153	153	154	30
360	184	184	185	31
420	214	214	216	30
480	245	245	247	31
540	275	275	277	30
600	306	306	308	31
660	336	336	338	30
720	367	367	369	31
780	397	397	399	30
840	428	428	429	31
900	458	458	459	30

Características del tambor del equipo

Diámetro interior	709 mm
Longitud interior	512 mm

Nota 1.- El peso adecuado para las esferas debe ser de entre 390 g y 445 g, el diámetro debe estar entre 46,38 mm y 47,53 mm.

Nota 2.- El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.

Nota 3.- El rango admisible para el diámetro interior del tambor del equipo es de 711 ± 5 mm.

Nota 4.- El rango admisible para la longitud interior del tambor del equipo es de 508 ± 5 mm.

11. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALBRADO**.

Fin del documento



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mt. FI Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Tel.: (51) 540-0642

Col.: (51) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 052 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM INACAL, tomado como referencia la norma internacional ASTM C131 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22 °C	22,1 °C
Presión Atmosférica	69 %	69 %

9. Patrones de referencia

Se utilizaron patrones trazables al SNM-INDECOPI, con los siguientes certificados de calibración:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Generador de Formas de Ondas Tektronix AFG3102	TACÓMETRO DIGITAL Exactitud de 0,02% de la lectura	INACAL/DM LTF-C-082-2018
PATRONES DE REFERENCIA DE INACAL / DM	REGLA METALICA de 1000 mm con incertidumbre de medición de 0,1 mm.	INACAL / DM LLA-052-2018
PATRONES DE REFERENCIA DE Dirección de Metrología - INACAL	BALANZA - OHAUS Con clase de exactitud II	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. MT-LM-177-2018

10. Resultados

N°	Características de las esferas	
	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	47,62	440,8
2	46,03	398,1
3	46,02	398,1
4	46,03	398,1
5	47,61	440,7
6	46,00	398,2
7	46,04	398,1
8	46,02	398,0
9	47,63	441,0
10	47,61	440,8
11	47,61	440,8
12	46,03	398,1



Anexo 4: panel fotográfico.



















