

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON**  
**RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN,**  
**CHOTA, 2018**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**NEYSER FERNÁNDEZ PÉREZ**

**Chota, Perú**

**2020**



## FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

### 1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: Fernández Pérez Neysier  
Código del alumno: 2014050137  
Correo electrónico: Neysier.19270@gmail.com

Teléfono: 995498002  
DNI: 76939846

### 2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación  Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico  Tesis

### 3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller  Licenciado  Título  
 Magister  Segunda especialidad  Doctor

### 4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICION, CHOTA, 2018

### 5. FACULTAD DE: Ciencias de la Ingeniería.

### 6. ESCUELA PROFESIONAL DE: Ingeniería Civil

### 7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: Benavidez Núñez Claudia Emilia  
Correo electrónico: Cbenavidezh@gmail.com

Teléfono: 959008297  
D.N.I: 70609688

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

FIRMA: NEYSIER FERNÁNDEZ PÉREZ  
DNI : 76939846

Fecha, 30 de marzo del 2021

**EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON  
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN,  
CHOTA, 2018**

**POR:  
NEYSER FERNÁNDEZ PÉREZ**

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la  
Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de  
Chota para optar el título de  
INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR**



-----  
**Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro**

**PRESIDENTE**



Miguel Ángel SILVA TARRILLO  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107732

-----  
**Dr. Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo**

**SECRETARIO**



Dr. Ing. Elmer Chavez Vasquez  
Reg. CIP. 91731

-----  
**Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez**

**VOCAL**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a mi universidad por la formación brindada, gracias a todos mis docentes que fueron impartíendome conocimiento a lo largo de mi trayectoria universitaria, a los encargados de los diferentes laboratorios, gracias a mis compañeros y grandes amigos que de alguna u otra forma aportaron conocimiento conmigo y que siempre mostraron la ganas de crecer cada día. Gracias a mis padres que ellos fueron y son el principal apoyo en mi educación, y que ahora se ve reflejado en la culminación de mi vida universitaria, gracias a mi tío Nelson Pérez Torres, a mis abuelos y todos mis familiares que siempre me brindaron su apoyo en todo momento.

Finalmente agradecer a la Ing. Claudia E. Benavidez Núñez por el asesoramiento brindado para que sea posible esta investigación.

Gracias.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado principalmente a Dios, por haberme dado vida y conocimiento para poder llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Abel Fernández Altamirano y Melida Pérez Torres por ser el pilar más importante y por depositar siempre su confianza y apoyarme incondicionalmente sin importar las adversidades de la vida.

A mi Hermana Yaneth Fernández Pérez, por estar siempre dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b><i>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</i></b>	<b>15</b>
<b><i>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</i></b>	<b>18</b>
<b>2.1. Antecedentes.....</b>	<b>18</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	18
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	18
2.1.3. Antecedentes regionales .....	19
<b>2.2. Bases teóricas.....</b>	<b>20</b>
2.2.1. Residuos de construcción y demolición (RCD).....	20
2.2.2. Diseño de mezclas .....	21
2.2.3. Agregados para concreto (NTP 400.037) .....	22
2.2.4. Concreto.....	23
2.2.5. Impactos del uso de concreto con RCD.....	26
2.2.6. Análisis de impactos ambientales.....	27
<b>2.3. Marco conceptual.....</b>	<b>28</b>
<b><i>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....</i></b>	<b>29</b>
<b>3.1. Ubicación.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2. Población y muestra .....</b>	<b>30</b>
3.2.1. Población .....	30
3.2.2. Muestra .....	30
<b>3.3. Operacionalización de variables .....</b>	<b>31</b>
3.3.1. Variable independiente.....	31
3.3.2. Variable dependiente.....	31

3.4.	<b>Equipos, materiales e insumos .....</b>	<b>33</b>
3.5.	<b>Metodología de la investigación.....</b>	<b>35</b>
3.5.1.	Tipo de investigación.....	36
3.5.2.	Diseño de investigación.....	37
3.6.	<b>Análisis estadístico .....</b>	<b>38</b>
<b><i>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</i></b>		<b>39</b>
4.1.	<b>Resultados.....</b>	<b>39</b>
4.1.1.	Propiedades físico-mecánicas de los agregados naturales .....	39
4.1.2.	Propiedades físico-mecánicas de los agregados reciclados .....	42
4.1.3.	Diseño de mezcla.....	46
4.1.4.	Propiedades del concreto .....	48
4.2.	<b>Discusión de resultados .....</b>	<b>60</b>
4.2.1.	Propiedades de los agregados .....	60
4.2.2.	Comparación técnica del concreto.....	63
4.2.3.	Comparación económica del concreto.....	69
4.2.4.	Impacto ambiental .....	74
4.2.5.	Análisis estadístico ANOVA.....	77
<b><i>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i></b>		<b>80</b>
5.1.	<b>Conclusiones.....</b>	<b>80</b>
5.2.	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>81</b>
<b><i>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</i></b>		<b>82</b>
<b><i>CAPÍTULO VII. ANEXOS .....</i></b>		<b>87</b>
	Anexo N° 1. Matriz de consistencia.....	87
	Anexo N° 2. Panel fotográfico .....	88

Anexo N° 3. Ficha técnica de cemento tipo I.....	117
Anexo N° 4. Cotización de maquinaria para la movilización de RCD .....	118
Anexo N° 5. Diseños de mezcla.....	119
Anexo N° 6. Plano de ubicación y localización.....	128
Anexo N° 7. Análisis estadístico ANOVA .....	130
Anexo N° 8. Formatos de ensayos de laboratorio .....	133



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Granulometría del Agregado Fino .....	22
Tabla 2. Magnitud e importancia en la Matriz de Leopold .....	27
Tabla 3. Número de probetas para ensayo de resistencia a la compresión ( $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup> ).....	31
Tabla 4. Operacionalización de variables .....	32
Tabla 5. Granulometría del agregado grueso de la cantera San Juan Del Suro.	39
Tabla 6. Propiedades físico-mecánicas del agregado grueso de la “cantera San Juan del Suro” .....	40
Tabla 7. Granulometría del agregado fino de la cantera Conchán .....	41
Tabla 8. Propiedades físico-mecánicas del agregado fino de la “cantera Conchán” .....	41
Tabla 9. Granulometría del agregado grueso reciclado.....	43
Tabla 10. Propiedades físico-mecánicas del agregado grueso reciclado .....	43
Tabla 11. Granulometría del agregado fino reciclado.....	45
Tabla 12. Propiedades físico-mecánicas del agregado fino reciclado .....	45
Tabla 13. Diseño de mezclas concreto patrón .....	46
Tabla 14. Diseño de mezclas concreto reciclado .....	47
Tabla 15. Dosificación en peso incorporando diferentes porcentajes de A. reciclado .....	47
Tabla 16. Ensayos al concreto en estado fresco.....	48
Tabla 17. Resistencia a la compresión en concreto con 0% de RCD.....	51
Tabla 18. Resistencia a la compresión en concreto con 10% de RCD.....	51
Tabla 19. Resistencia a la compresión en concreto con 25% de RCD.....	52
Tabla 20. Resistencia a la compresión en concreto con 50% de RCD.....	52
Tabla 21. Resistencia a la compresión en concreto con 75% de RCD.....	52

Tabla 22. Resistencia a la compresión en concreto con 100% de RCD .....	53
Tabla 23. Propiedades del agregado fino natural y reciclado .....	62
Tabla 24. Propiedades del agregado grueso natural y reciclado .....	62
Tabla 25. Resistencia a la compresión promedio de los especímenes a los 7, 14 y 28 días .....	66
Tabla 26. Comparación de resistencia a la compresión a los 28 días .....	67
Tabla 27. Precio de transformación de los RCD a agregado fino reciclado .....	69
Tabla 28. Precio de transformación de los RCD a agregado grueso reciclado ..	70
Tabla 29. Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 0% de agregados reciclados de RCD .....	70
Tabla 30. Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 10% de agregados reciclados de RCD .....	71
Tabla 31. Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 25% de agregados reciclados de RCD .....	71
Tabla 32. Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 50% de agregados reciclados de RCD .....	71
Tabla 33. Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 75% de agregados reciclados de RCD .....	72
Tabla 34. Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 100% de agregados reciclados de RCD .....	72
Tabla 35. Costo/beneficio del concreto con agregados reciclados de RCD .....	73
Tabla 36. Matriz de Leopold .....	75
Tabla 37 Datos de resistencia a la compresión para análisis estadístico ANOVA .....	78
Tabla 38 Análisis de varianza en software Minitab*19 .....	79
Tabla 39 Resumen de modelo estadístico Minitab*19 .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producto bruto interno por actividad económica 2019_II.....	16
Figura 2. Esquema de planta de procesamiento de RCD .....	20
Figura 3. Ensayos físico-mecánicos para agregados.....	23
Figura 4. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto.....	24
Figura 5. Molde de ensayo para asentamiento .....	25
Figura 6. Asentamientos referenciales.....	25
Figura 7. Formas de quiebre en especímenes de concreto .....	26
Figura 8. Av. Inca Garcilaso de la Vega – Reciclaje de concreto .....	29
Figura 9. Chancadora – Obtención de agregados reciclados.....	30
Figura 10. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
Figura 11. Diseño de investigación experimental clásico .....	37
Figura 12. Curva granulométrica del agregado grueso de la cantera San Juan Del Suro .....	40
Figura 13. Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Conchán.....	42
Figura 14. Curva granulométrica del agregado grueso reciclado .....	44
Figura 15. Curva granulométrica del agregado fino reciclado .....	46
Figura 16. Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) de la mezcla de concreto .....	49
Figura 17. Asentamiento (pulg) de la mezcla de concreto.....	49
Figura 18. Contenido de aire (%) de la mezcla de concreto.....	50
Figura 19. Temperatura (°C) de la mezcla de concreto.....	50
Figura 20. Promedio de la resistencia axial del concreto con 0% RCD.....	53
Figura 21. Resistencia axial a los 28 días del concreto con 0% RCD .....	54
Figura 22. Promedio de la resistencia axial del concreto con 10% RCD.....	54

Figura 23. Resistencia axial a los 28 días del concreto con 10% RCD .....	55
Figura 24. Promedio de la resistencia axial del concreto con 25% RCD .....	55
Figura 25. Resistencia axial a los 28 días del concreto con 25% RCD .....	56
Figura 26. Promedio de la resistencia axial del concreto con 50% RCD .....	56
Figura 27. Resistencia axial a los 28 días del concreto con 50% RCD .....	57
Figura 28. Promedio de la resistencia axial del concreto con 75% RCD .....	57
Figura 29. Resistencia axial a los 28 días del concreto con 75% RCD .....	58
Figura 30. Promedio de la resistencia axial del concreto con 100% RCD .....	58
Figura 31. Resistencia axial a los 28 días del concreto con 100% RCD .....	59
Figura 32. Peso específico del concreto a los 28 días .....	59
Figura 33. Comparación de resistencia axial de PP y PP-10% .....	63
Figura 34. Comparación de resistencia axial de PP y PP-25% .....	64
Figura 35. Comparación de resistencia axial de PP y PP-50% .....	64
Figura 36. Comparación de resistencia axial de PP y PP-75% .....	65
Figura 37. Comparación de resistencia axial de PP y PR-100% .....	65
Figura 38. Resistencia a la compresión promedio de los especímenes a los 7, 14 y 28 días .....	66
Figura 39. Curva de compresión axial de diferentes porcentajes de agregado reciclado de RCD, a los 28 días .....	68
Figura 40. Resistencia a la compresión y peso específico a los 28 días de los especímenes de concreto con RCD .....	68
Figura 41. Costo de materiales para 1 m <sup>3</sup> de concreto con agregados reciclados .....	73
Figura 42. Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) y costo de los materiales para 1m <sup>3</sup> de concreto .....	74

## RESUMEN

Los objetivos fueron: a) analizar las propiedades físico-mecánicas de los agregados producto de la demolición de concreto reciclado, para diseño de mezclas de este concreto; b) elaborar el diseño de mezcla con el Método del Comité ACI 211; y c) comparar técnica, económica y ambientalmente el concreto elaborado con Residuos de Construcción y Demolición con un concreto convencional con agregados de la cantera Conchán para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La metodología ha consistido en determinar las características físico-mecánicas de los agregados provenientes del concreto reciclado y de cantera; así como caracterizar al concreto fresco y endurecido con el 0%, 10%, 25%, 75% y 100% de agregados reciclados incorporados al diseño de mezcla patrón y complementarlo con un análisis económico y ambiental.

Los resultados comparativos a los ensayos de agregados reciclados y de cantera, indican que los primeros, aumentan la absorción del agregado fino y grueso en 939.60% y 502.94%, con disminución del peso específico del agregado fino y grueso en 21.24% y 14.25%. De igual manera, al comparar la resistencia a la compresión axial a los 28 días del concreto patrón respecto al concreto reciclado, se encontró que este último tiende a disminuir 1.45% con el 10%, 7.07% con el 25%, 17.13% con el 50%, 20.24% con 75% y 19.15% con el 100%. En el costo de materiales por metro cúbico, la preparación del concreto reciclado disminuye en 0.35%, 0.89%, 1.77% y 9.88%, para 10%, 25%, 50%, 75% y 100%, respectivamente. Por último, el concreto con agregado reciclado presenta viabilidad ambiental, debido a que genera una mediana magnitud de descontaminación – medianamente importante.

**Palabras clave:** Agregados reciclados, residuos de concreto, RCD, viabilidad, diseño de mezclas.

## ABSTRACT

The objectives were: a) to analyze the physical-mechanical properties of the aggregates resulting from the demolition of recycled concrete, for the design of mixtures of this concrete; b) develop the mixture design using ACI Committee Method 211; and c) compare technically, economically and environmentally the concrete made with Construction and Demolition Residues with a conventional concrete with aggregates from the Conchán quarry for a resistance of 210 kg / cm<sup>2</sup>. The methodology has consisted in determining the physical-mechanical characteristics of the aggregates from recycled and quarry concrete; as well as characterize fresh and hardened concrete with 0%, 10%, 25%, 75% and 100% recycled aggregates incorporated into the standard mix design and complement it with an economic and environmental analysis.

The comparative results to the tests of recycled and quarry aggregates indicate that the former increase the absorption of fine and coarse aggregate by 939.60% and 502.94%, with a decrease in the specific weight of fine and coarse aggregate by 21.24% and 14.25%. Similarly, when comparing the resistance to axial compression at 28 days of standard concrete with respect to recycled concrete, it was found that the latter tends to decrease 1.45% with 10%, 7.07% with 25%, 17.13% with the 50%, 20.24% with 75% and 19.15% with 100%. In the cost of materials per cubic meter, the preparation of recycled concrete decreases by 0.35%, 0.89%, 1.77% and 9.88%, for 10%, 25%, 50%, 75% and 100%, respectively. Finally, concrete with recycled aggregate presents environmental viability, due to the fact that it generates a medium magnitude of decontamination - moderately important.

Keywords: Recycled aggregates, concrete waste, CDR, feasibility, mix design.

# **CAPÍTULO I.**

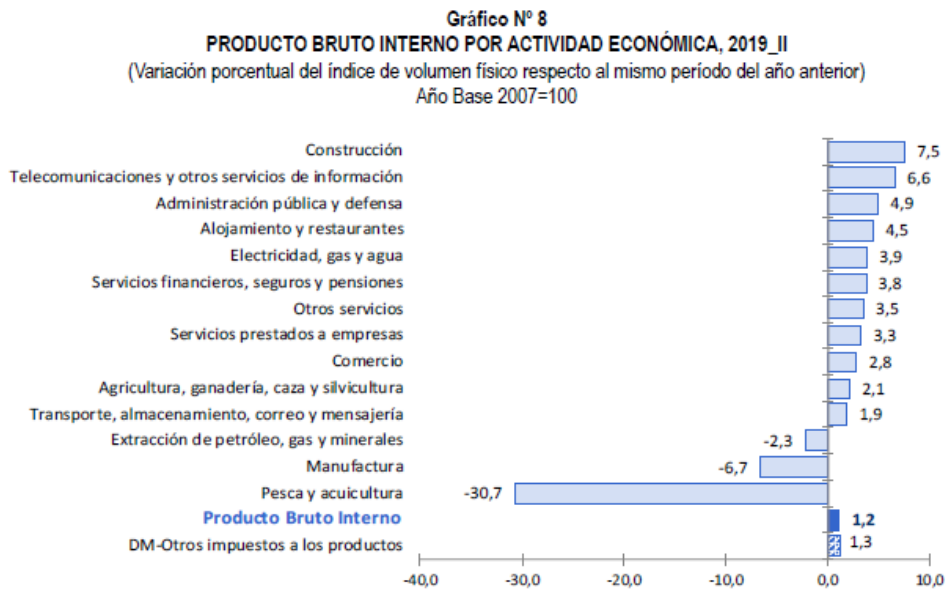
## **INTRODUCCIÓN**

La industria de la edificación para su desarrollo extrae recursos naturales que cada vez están más escasos, y deja como saldo escombros o residuos de las actividades de construcción y demolición (RCD), mismos que en el contexto actual del cuidado del medio ambiente pueden ser reutilizados. “En Estados Unidos se estima que hay alrededor de 140 millones de toneladas y Europa está alrededor de los 970 millones de toneladas/año, lo que representa casi 2 toneladas per cápita” (Guacaneme, 2015, p. 3).

Perú no es la excepción, “en el país la industria de la construcción ha ido creciendo desde fines de los años 90, alcanzando para el 2012 un PBI de 12.4% impulsado principalmente por la autoconstrucción y el creciente desarrollo de proyectos comerciales” (Montoya, 2014, p. 11). Para el 2019 el crecimiento del PBI fue favorable para las actividades económicas del sector construcción con un incremento del 7.5% respecto al año anterior (Fig. 1), debido a la ejecución de obras públicas y privadas, incremento que representa también el aumento de RCD. El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2019) asevera que uno de los principales problemas del país es la poca cantidad de rellenos sanitarios (9) o de seguridad (2) para una cantidad de habitantes mayor a 30 millones, razón que ocasiona que los RCD vayan a parar a lugares no autorizados, aun cuando la Ley N° 27314 “Ley General de Residuos Sólidos”, establece los lineamientos para la gestión de los residuos sólidos, y la NTP 400.050 “Manejo de residuos de la construcción” argumenta que el concreto obtenido de demoliciones o remodelaciones puede ser reciclado y reutilizado al ser un material no tóxico.

**Figura 1.**

**Producto bruto interno por actividad económica 2019\_II**



Nota: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

“La acumulación de escombros de concreto producto de la demolición de edificaciones, pavimentos, puentes, entre otros, genera un efecto ambiental negativo para la ciudad de Cajamarca” (Asencio, 2014, p. 13); además según la OEFA Cajamarca cuenta con un solo relleno sanitario autorizado para toda su población, por tanto, para su población no se abastece.

La ciudad de Chota está creciendo aceleradamente y como consecuencia aumenta los RCD, pero en contraste la ciudad no tiene un relleno sanitario autorizado para la eliminación o almacenaje de estos residuos y como consecuencia estos terminan siendo arrojados a las afueras de la ciudad, contaminando el medio ambiente.

Frente a la problemática se planteó la necesidad de realizar la presente investigación, donde se han reciclado los RCD y se han sometido a una transformación para poder obtener agregado fino y agregado grueso “componentes principales para poder hacer concreto”, luego se ha procedido a



realizar un estudio físico – Mecánico de estos agregados reciclados de acuerdo a las NTP, con el fin de responder a la pregunta: ¿Cuáles son los resultados de la evaluación del concreto elaborado con residuos de construcción y demolición de la ciudad de Chota? De tal manera que se determine si estos agregados pueden o no ser utilizados para la elaboración de cualquier concreto.

Validando la hipótesis: “El concreto elaborado con residuos de construcción y demolición, cumple con los estándares de calidad requeridos en las Normas Técnicas”.

A partir del objetivo general “Evaluar el concreto elaborado con residuos de construcción y demolición de la ciudad de Chota, a fin de cumplir con las normas técnicas”. Y los objetivos específicos:

- Analizar las propiedades físico – mecánicas de los agregados producto de la demolición de concreto reciclado, para diseño de mezclas de este concreto.
- Elaborar diseño de mezcla con el método del Comité ACI 211.
- Comparar técnica, económica y ambientalmente el concreto elaborado con Residuos de Construcción y Demolición con un concreto convencional con agregados de la cantera de Conchan para una resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

## **CAPÍTULO II.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Díaz (2020) elaboró y ensayo el concreto en Colima utilizando los Residuos de construcción y demolición (RCD), demostrando que es factible utilizar los RCD como agregado para la elaboración de concreto ya que presenta resistencias similares al concreto con agregados vírgenes, además de ser más económico.

Olaya y Rojas (2020) analizaron la influencia de los RCD provenientes de concreto en el comportamiento mecánico en morteros de cemento hidráulico, concluyendo que existe viabilidad para el uso de RCD en porcentajes menores de composición de hasta 10%.

Silva-Urrego y Delvasto-Arjona (2020) hicieron uso de los residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes. Las mezclas de concreto con RCD como remplazo del 20% del volumen del cemento Portland, logrando resistencias a la compresión superiores a 21 MPa (28 días), adecuada para muros divisorios de casas según la norma Colombiana NSR 10.

##### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Saravia (2019) utilizó los RCD como agregados reciclados para la elaboración de concreto. Concluyendo que los agregados reciclados provenientes de RCD representan una alta viabilidad técnica, económica y ambiental.

Jordan y Viera (2014) analizaron las propiedades mecánicas del concreto elaborado con arena de la cantera La Cumbre y agregado grueso reciclado al 0, 25, 50 y 100% para diseños  $f'c = 175$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyó, que existe viabilidad para la elaboración de concreto con 25% del agregado reciclado.

Sumari (2016) elaboró mezclas de concreto de mediana a alta resistencia con residuos de concreto como agregados y cemento, obteniendo resistencias similares a los del concreto elaborado con agregados naturales con variaciones de 3%.

Montoya (2014) analizó el concreto con 30-45 MPa, elaborado con 0, 25, 50 y 100% de agregado reciclado, demostrando que el concreto con 25% de agregado reciclado alcanza propiedades similares al concreto convencional.

### **2.1.3. Antecedentes regionales**

Tafur (2015) determinó las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con agregado grueso reciclado en la ciudad de Cajamarca, concluyendo que el concreto convencional alcanza una resistencia de  $218.65 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que el concreto elaborado con agregado grueso reciclado alcanza resistencias de  $228.36 \text{ kg/cm}^2$ .

Asencio (2014) analizó los efectos de los agregados reciclados en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , concluyendo que el concreto elaborado con agregados reciclados es 15.49% menos resistente que el concreto convencional pero mucho más económico.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Residuos de construcción y demolición (RCD)

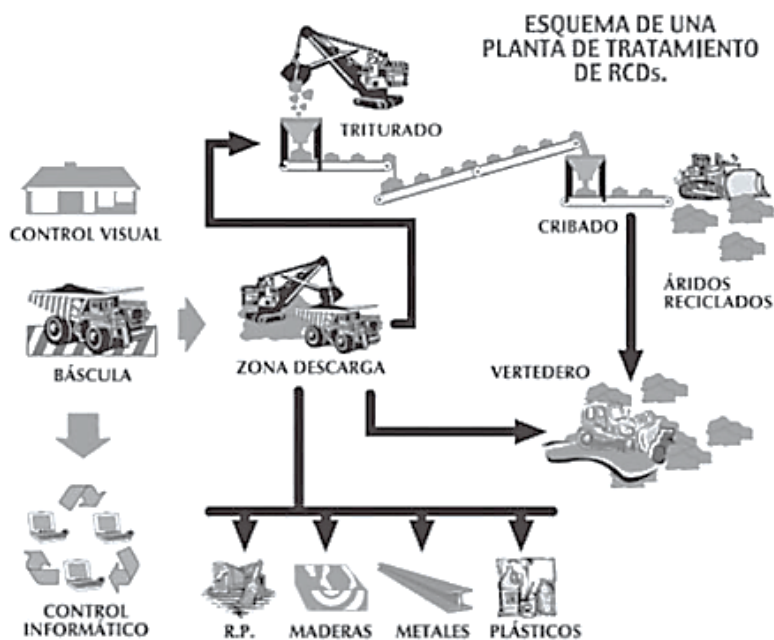
Son residuos que surgen de las actividades de construcción, remodelación y demolición (Aldana y Serpell, 2012). Se clasifican de acuerdo a su procedencia en (Pacheco, et al., 2017):

- Materiales de excavación: tierra, arena, grava, rocas, etc.
- Construcción y mantenimiento de obras civiles: asfalto, arena, grava y metales, etc.
- Materiales de demolición: bloques de concreto, ladrillos, yeso, porcelana y cal-yeso.

La actividad principal de donde se obtiene del 15 al 25% de los RCD del mundo es la demolición de edificaciones e infraestructura (Mejía et al., 2013) por lo que es imprescindible plantear el procesamiento y reutilización de los residuos de concreto (Castaño et al., 2013)

**Figura 2.**

#### **Esquema de planta de procesamiento de RCD**



Nota: (Castaño et al., 2013)

## **Comité ACI 555R-01: Eliminación y reutilización de concreto endurecido**

Aquí se presenta información sobre la extracción y reutilización de concreto endurecido. La aplicabilidad, ventajas, limitaciones y consideraciones de seguridad de varios tipos de métodos de eliminación de concreto, incluyendo herramientas de mano, herramientas eléctricas manuales, equipos montados en vehículos, con chorro de explosivo, taladros y sierras, agentes de demolición no explosivos, divisores mecánicos, etc.

Se discuten los sistemas disponibles de eliminación de superficie, sus aplicaciones probables, y ventajas y desventajas de diferentes tipos de sistemas de eliminación de la superficie. se presentan Consideraciones para la evaluación y el procesamiento de residuos de concreto para la producción de agregados adecuados para reutilizaciones en la construcción de concreto.

### **2.2.2. *Diseño de mezclas***

El Comité ACI 211,1 “Práctica estándar para la selección de las proporciones para concreto de peso normal, peso pesado, y en concreto masivo” describe, con ejemplos, los métodos para seleccionar y ajustar las proporciones para el hormigón de peso normal, con y sin aditivos, y materiales de escoria. Los procedimientos tienen en consideración los requisitos para trabajabilidad, consistencia, fuerza, y durabilidad. Ejemplo cálculos se muestran para ambos métodos, incluyendo los ajustes basados en los caracteres del primer lote de prueba.

La dosificación del concreto pesado para fines tales como blindaje contra la radiación y las estructuras de contrapeso de puente se describe en un apéndice. Este apéndice utiliza el método de volumen absoluto,

que en general se acepta y es más conveniente para el concreto de peso pesado. También hay un apéndice que proporciona información sobre la dosificación de concreto masivo. El método volumen absoluto se utiliza debido a su aceptación general.

- *Paso 1: Elección del revenimiento o asentamiento*
- *Paso 2: Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso*
- *Paso 3: Estimación del contenido de agua y aire*
- *Paso 4: Relación agua – cemento ( $\frac{a}{c}$ )*
- *Paso 5: Cálculo del contenido de cemento*
- *Paso 6: Estimación del contenido de agregado grueso*
- *Paso 7: Estimación del contenido de agregado fino*
- *Paso 8: Ajustes por humedad de los agregados*
- *Paso 9: Ajustes de prueba por lotes*

### **2.2.3. Agregados para concreto (NTP 400.037)**

#### **Agregado fino (AF)**

Material granular que pasa la malla 3/8" al 100%, denominada comúnmente arena, cumple con el siguiente huso granulométrico:

**Tabla 1.**

#### **Granulometría del Agregado Fino**

<i>Tamiz</i>	<i>% que pasa</i>
<i>3/8 pulg</i>	100
<i>N° 4</i>	95-100
<i>N° 8</i>	80-100
<i>N° 16</i>	50-85
<i>N° 30</i>	25-60
<i>N° 50</i>	5-30
<i>N° 100</i>	0-10

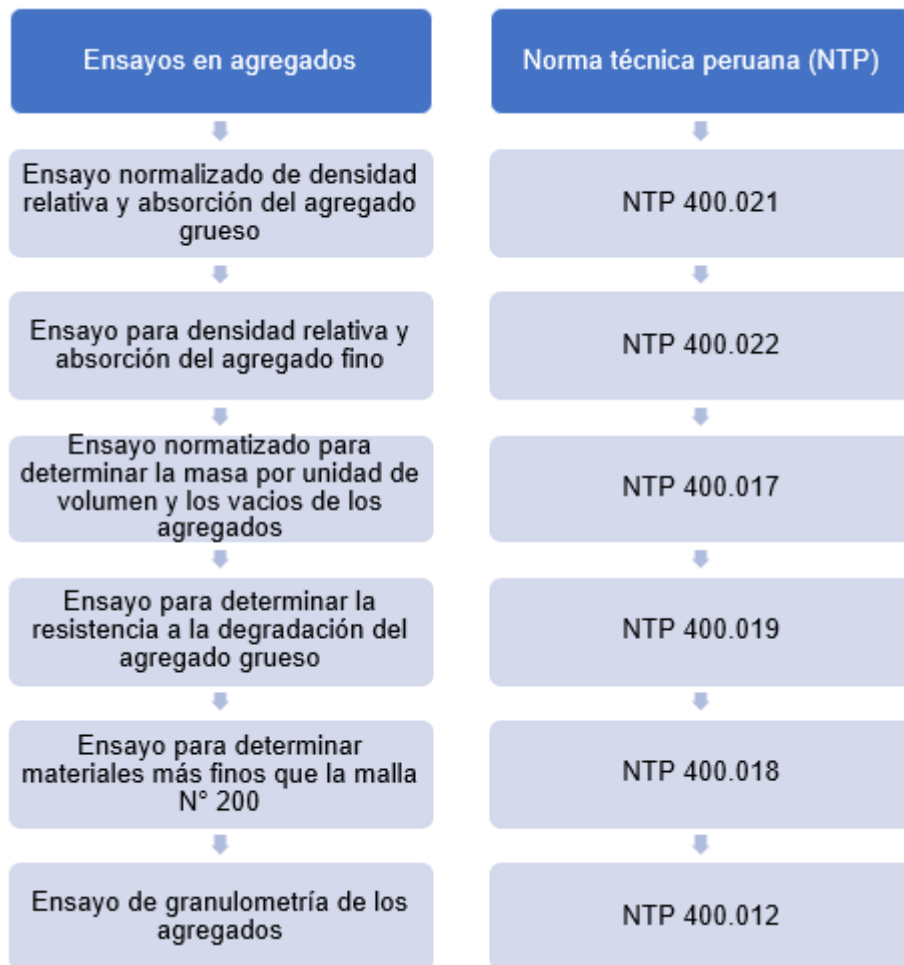
Nota: NTP 400.037

### **Agregado grueso (AG)**

Material producto de la transformación de la roca en grava o piedra chancada, que debe cumplir con los requisitos granulométricos de la NTP 400.037.

**Figura 3.**

#### **Ensayos físico-mecánicos para agregados**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

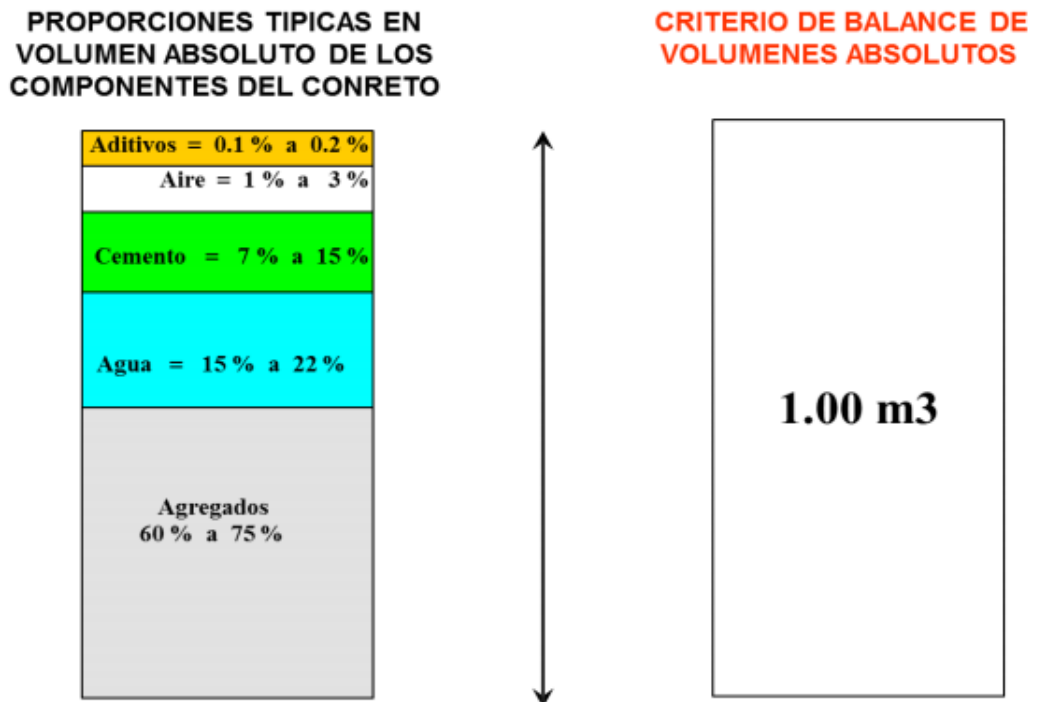
#### **2.2.4. Concreto**

“También denominado Hormigón, es la mezcla de un material aglutinante (cemento portland), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecer forma un todo

compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión” (Sánchez, 2001)

**Figura 4.**

**Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto**



Nota: (Ticlla, 2018)

### **Propiedades del concreto en estado fresco**

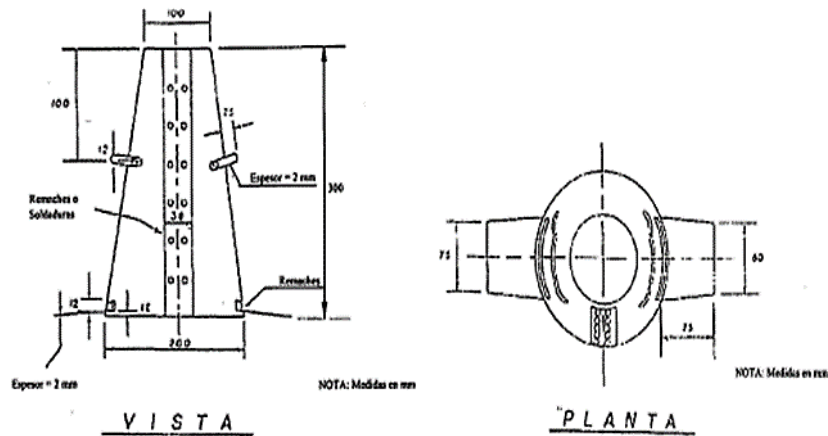
Según Pacheco (2017) estas propiedades son:

- **Plasticidad.** Estado por el cual el concreto puede ser moldeado, adquiriendo la forma del molde.
- **Trabajabilidad.** Denominada manejabilidad determina la habilidad del concreto para ser transportado, colocado y vibrado para su consolidación.
- **Consistencia.** Determina el estado de fluidez de la mezcla cementante, se determina por medio del ensayo de asentamiento con el cono de Abrams.



**Figura 5.**

**Molde de ensayo para asentamiento**



Nota: (NTP 339.035, 2015).

**Figura 6.**

**Asentamientos referenciales**



Nota: (NTP 339.035, 2015).

**Propiedades del concreto en estado endurecido**

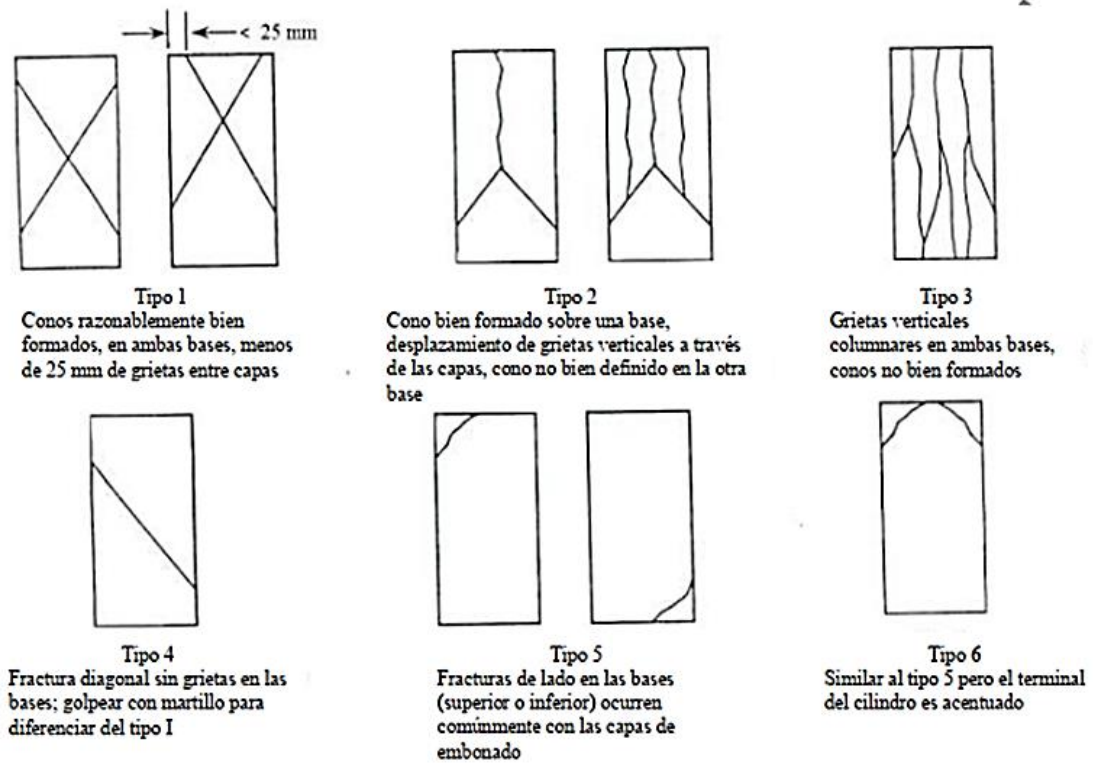
Según Pacheco (2017) estas propiedades son:

- **Impermeabilidad.** Capacidad para impedir el paso de agua a través de sí mismo.
- **Durabilidad.** Resistencia a la intemperie, ataque químico, abrasión y cualquier otro proceso.
- **Resistencia a la flexión.** Esfuerzo máximo que puede soportar una viga a flexión antes que se agriete.

- **Resistencia a la compresión.** Esfuerzo máximo que puede soportar el concreto bajo una carga de aplastamiento.

**Figura 7.**

**Formas de quiebre en especímenes de concreto**



Nota: (NTP 339.034, 2015)

**2.2.5. Impactos del uso de concreto con RCD**

El uso de RCD en concreto trae impactos positivos para el entorno estos se pueden dividir en:

- **Impactos técnicos.** La resistencia estructural del concreto con RCD no tiene por qué variar respecto a un concreto convencional, si se plantea un diseño de mezclas adecuado, en España se recomienda su uso hasta un 20%. (Guacaneme, 2015)

- **Impactos económicos.** El concreto con RCD es más económico que un concreto convencional, debido a la economía circular que representa producto del reciclaje de RCD. (Jaramillo, 2019)
- **Impactos ambientales.** El concreto con RCD presenta beneficios al entorno ambiental por la reutilización de los escombros de concreto. (Guacaneme, 2015)

### 2.2.6. Análisis de impactos ambientales

La evaluación de impactos ambientales (EIA) es un proceso destinado a determinar en el contexto los posibles efectos positivos o negativos al entorno ambiental por parte de un producto, proyecto o acciones humanas. (García, 2004)

Para el análisis de impactos comúnmente se aplica el método de la “Matriz de Leopold”, procedimiento que relaciona los impactos económicos, ecológicos y sociales de un proyecto según su importancia y magnitud de afectación en una escala de 1 a 10, para ver el daño o positividad que puede causar el proyecto en el ambiente. (Leopold et al., 1971)

**Tabla 2.**

#### **Magnitud e importancia en la Matriz de Leopold**

<i>Magnitud</i>	<i>Valor</i>	<i>Importancia</i>	<i>Valor</i>
Muy Baja Magnitud	1	Sin Importancia	1
	2		2
Baja Magnitud	3	Poco Importante	3
	4		4
Mediana Magnitud	5	Medianamente Importante	5
	6		6
	7		7
Alta Magnitud	8	Importante	8
	9		9
Muy Alta Magnitud	10	Muy Importante	10

Nota: (Leopold et al., 1971)

### 2.3. Marco conceptual

**Concreto.** También denominado Hormigón, es la mezcla de un material aglutinante (cemento portland), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecer forma un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión (Sánchez, 2001)

**Residuos de construcción y demolición.** Son residuos que surgen de las actividades de construcción, remodelación y demolición (Aldana y Serpell, 2012).

**Agregado.** Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta NTP. Se les llama también áridos. (NTP 400.011)

**Agregado fino.** Agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037. (NTP 400.011).

**Agregado grueso.** Agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (Nº 4) que cumple los límites establecidos en la NTP 400.037, proveniente de la disgregación natural o artificial de la roca. (NTP 400.011).

**Agregado reciclado.** Agregado procedente de tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción. (NTP 400.011).

## CAPÍTULO III.

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación

La ciudad de Chota, puesto que, es el lugar donde se realizó la investigación. Los agregados fino y grueso fueron obtenidos de las canteras Conchán y San Juan del Suro, respectivamente. El concreto reciclado fue derivado a partir de la demolición del pavimento rígido de la Av. Inca Garcilaso, Chota (Fig. 8) con coordenadas UTM84-17N (758959.5 E, 9274396.7 N). Las pruebas de laboratorio se ejecutaron en la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

**Figura 8.**

**Av. Inca Garcilaso de la Vega – Reciclaje de concreto**



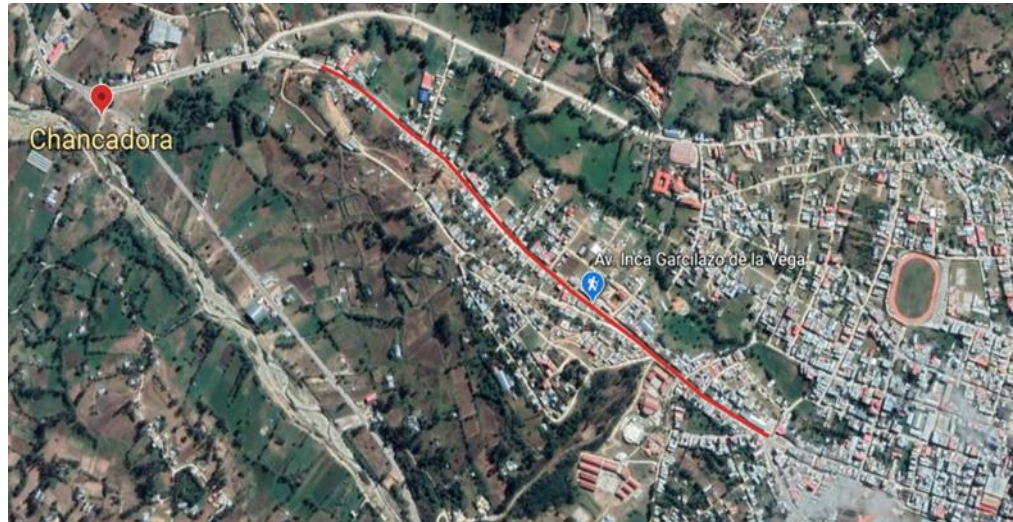
Nota: (Google earth, 2019)

El procesamiento para la obtención de los agregados reciclados se realizó en la chancadora ubicada en el cruce entre la carretera Chota -

Chiclayo y la Av. Perú (Fig. 9) con coordenadas UTM84-17N (757740 E, 9274957N, 2261.52 m.s.n.m).

**Figura 9.**

**Chancadora – Obtención de agregados reciclados**



Nota: (Google earth, 2019)

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1. Población**

Testigos hechos con agregados de cantera y agregado reciclado.

Para la presente tesis se reciclo el concreto demolido del pavimentado de la Av. Inca Garcilazo de Vega de la Provincia de Chota.

#### **3.2.2. Muestra**

La muestra fue determinada por conveniencia, y estuvo comprendida por todos los testigos o probetas de concreto reciclado y concreto simple (c°s) con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para mezcla con 0% (c°s), 10%, 25%, 50%, 75% y 100% de residuos de concreto en remplazo de los agregados de cantera.

**Tabla 3.**

**Número de probetas para ensayo de resistencia a la compresión  
( $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ )**

Edades	7 días	14 días	28 días
% De RCD	Curado según norma		
10%	5	5	5
25%	5	5	5
50%	5	5	5
75 %	5	5	5
100%	5	5	5
C° Simple	5	5	5
Total, de probetas			90

Nota: (Elaboración propia, 2019)

### **3.3. Operacionalización de variables**

#### **3.3.1. Variable independiente**

VI: Residuos de construcción y demolición

Es la materia adiconante que variará las propiedades del concreto, para lograr un nuevo tipo de mezcla cementante. Los RCD son obtenidos a partir de las actividades de la industria de la construcción, en este caso representa los escombros de concreto generados por la trituración del “pavimento rígido de la Av. Inca Garcilaso de la Vega”.

#### **3.3.2. Variable dependiente**

VD: Concreto

Es el material a elaborar a partir de un diseño de mezclas que incluye los componentes convencionales y un material adiconante nuevo que son los “agregados reciclados” para determinar la contrastación de las propiedades técnicos, económicos y ambientales de los dos tipos de concreto analizados.

**Tabla 4.**

**Operacionalización de variables**

<b>Variab</b> les	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Índice</b>
VI: Residuos de construcción y demolición	Propiedades físicas	Granulometría	Curva Granulométrica	%
		Contenido de humedad	Formato de ensayo	%
		Porcentaje de absorción	Formato de ensayo	%
		Peso específico	Formato de ensayo	kg/m <sup>3</sup>
		Peso unitario	Formato de ensayo	kg/m <sup>3</sup>
	Propiedades mecánicas	Resistencia	Formato de ensayo	kg/cm <sup>2</sup>
		Durabilidad	Formato de ensayo	%
		Porcentaje de Finos	Formato de ensayo	%
	Diseño de mezcla con RCD	Granulometría agregado fino	Curva Granulométrica	%
		Granulometría agregado grueso	Curva Granulométrica	%
Agua		Tabla de factor de agua	Lts.	
Cemento		Certificado de calidad	bol/kg	
Diseño de mezcla convencional		Granulometría agregado fino	Curva Granulométrica	%
	Granulometría agregado grueso	Curva Granulométrica	%	
	Agua	Tabla de factor de agua	m <sup>3</sup>	
	Cemento	Certificado de calidad	bol/kg	
Ensayos	Asentamiento	Formato de ensayo	pulg.	
	Compresión axial	Formato de ensayo	kg/cm <sup>2</sup>	
	Contenido de aire	Formato de ensayo	%	
	Densidad	Formato de ensayo	kg/m <sup>3</sup>	
Costos	Costo de agregados	Hoja de costo	s/.	
	Costo de materiales por 1 m <sup>3</sup> de concreto	Hoja de costo	s/.	

Nota: (Elaboración propia, 2019)



### 3.4. Equipos, materiales e insumos

**Observación.** Técnica de visualización de los procesos desarrollados durante la experimentación.

- Cámara fotográfica
- Cuaderno de registro

**Ensayo en agregados.** Ensayos que permiten caracterizar a los agregados y los RCD triturados.

- Tamices
- Molde
- Varilla compactadora
- Agua destilada
- Máquina de Los Ángeles

**Elaboración de especímenes.** Técnica que involucra la elaboración de los especímenes de ensayo para la experimentación.

- Moldes
- Barra compactadora
- Martillo de goma
- Cuchara de muestreo
- Plancha de albañil
- Mezcladora
- Agregados

**Ensayos en el concreto en estado fresco.** Ensayos previos a la constitución de los especímenes, realizados a la mezcla cementante.

- Cono de Abrams
- Barra compactadora
- Olla Washington

- Termómetro digital

**Ensayos en el concreto endurecido.** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas del concreto convencional y con RCD.

- Especímenes de concreto
- Vernier
- Regla graduada
- Máquina de ruptura de probetas

**Comparación.** Representa el cotejo de los valores alcanzados por el concreto convencional y el concreto con RCD para determinar cual de estos presenta beneficios técnicos, económicos y ambientales.

- Computadora
- Software S10
- Software Microsoft Excel

**Figura 10.**

**Técnicas e instrumentos de recolección de datos**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

### 3.5. Metodología de la investigación

En la NTP 400.050 indica que el concreto proveniente de las demoliciones y remodelaciones, está en la lista de RCD no tóxicos y por lo tanto no necesita ninguna fase de desinfección, se recicla el concreto proveniente de la demolición del pavimentado de la Av. Inca Garcilaso de la Vega, y la cual se trasladó a una chancadora de piedra para su respectivo procesamiento.

Con el concreto reciclado en la chancadora, se procedió a la trituración manual de los bloques de concreto para que estos puedan ser procesados por la máquina chancadora, al mismo tiempo se tubo que realizar la limpieza de la muestra para eliminar materiales adheridos en el concreto.

Se obtuvo agregado grueso reciclado al procesarlo en la máquina chancadora (TMN 1"). Así mismo, se procesó el agregado fino reciclado el cual tuvo que pasar por un tamizado por el tamiz de 3/8".

Se solicitó los agregados naturales fino y grueso de las canteras conchan y San Juan del Suro respectivamente, los cuales fueron almacenados cerca de la UNACH.

Teniendo los agregados se realizó la caracterización de los agregados acorde a las NTP.

Con los resultados obtenidos en laboratorio, se realizó el diseño de mezclas  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por el método ACI-211.

Con las proporciones de los materiales se inició el llenado de probetas y las pruebas a la mezcla cementante como: temperatura, slump, contenido de aire y densidad.

Después de pasado 7, 14 y 28 días de curado respectivamente de cada muestra, se tomó el peso y medidas de cada espécimen y se realizó el ensayo de compresión.

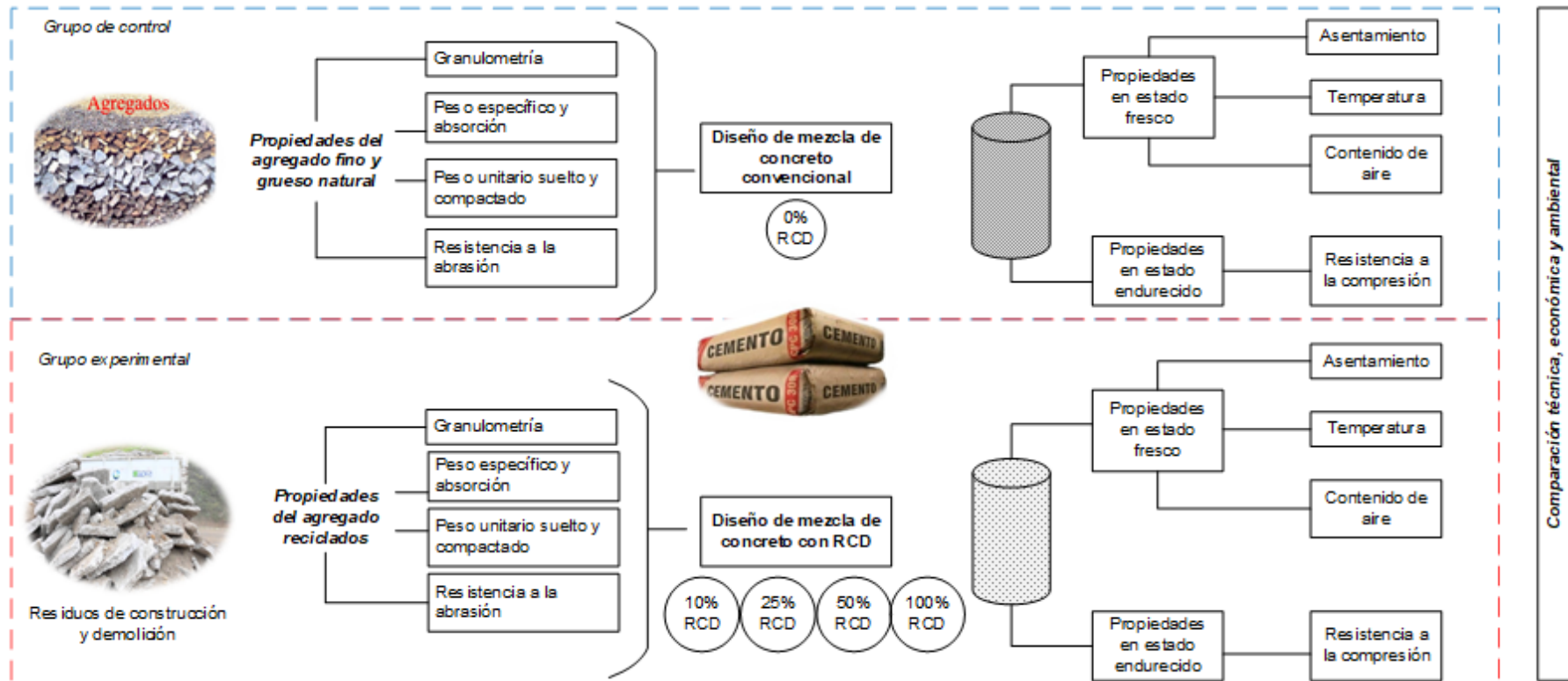
### **3.5.1. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo “**cuantitativa experimental**” porque utiliza un proceso ordenado cuantificable para variar la variable dependiente “concreto” a partir de la adición de la variable independiente “Residuos de construcción y demolición”, de tal forma que se logre determinar el concreto con mejores beneficios técnicos, económicos y ambientales, para la construcción en la ciudad de Chota. (Hernández et al., 2014)

### 3.5.2. Diseño de investigación

Figura 11.

#### Diseño de investigación experimental clásico



Nota: (Elaboración propia, 2019)

### 3.6. Análisis estadístico

Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. “El ANOVA de una vía, ANOVA con un factor o modelo factorial de un solo factor es el tipo de análisis que se emplea cuando los datos no están pareados y se quiere estudiar si existen diferencias significativas entre las medias de una variable aleatoria continua en los diferentes niveles de otra variable cualitativa o factor. Es una extensión de los t-test independientes para más de dos grupos” (Amat, 2016). El análisis estadístico ha sido realizado por medio del software Minitab\*19, aplicando para ello, las siguientes fórmulas estadísticas:

Promedio:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}; n = \text{tamaño de la muestra} \dots \dots \dots (1)$$

Varianza:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}, \text{ donde } x_i \text{ representa los datos de la muestra} \dots \dots (2)$$

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}, \text{ donde } x_i \text{ representa los datos de la muestra} \dots \dots (3)$$

## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. *Propiedades físico-mecánicas de los agregados naturales*

El análisis granulométrico del agregado grueso de la “Cantera San Juan del Suro” (Tabla 5) cumple con el huso granulométrico de la NTP 400.037 (Fig. 12), para un tamaño máximo nominal (TMN) igual a  $\frac{3}{4}$ ”, con una cantidad promedio que pasa el tamiz N° 200 equivalente a 0.88%, valor menor al máximo permisible (Tabla 6). El peso específico, peso unitario suelto y peso unitario compactado equivale a 2595.10, 1379.42, 1529.80 kg/m<sup>3</sup>, valores que influyen en la proporción de materiales, así mismo el contenido de humedad y el porcentaje de absorción asciende a 0.20 y 0.68%, valores que alteran la cantidad efectiva de agua. El desgaste por abrasión es 22.04% valor que cumple con los estándares normativos (NTP 400.037). Por tanto, el agregado grueso de la “Cantera San Juan del Suro” puede ser utilizado en la elaboración de concreto.

**Tabla 5.**

##### ***Granulometría del agregado grueso de la cantera San Juan Del Suro***

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.037		% Que Pasa Acumulado Muestra 1
		Límite inferior	Límite Superior	
2"	50	100	100	100.00
1 1/2"	37.5	100	100	100.00
1"	25	100	100	100.00
3/4"	19	90	100	90.40
1/2"	12.5	45	90	47.85
3/8"	9.5	20	55	30.79
# 4	4.75	0	10	8.67

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 6.**

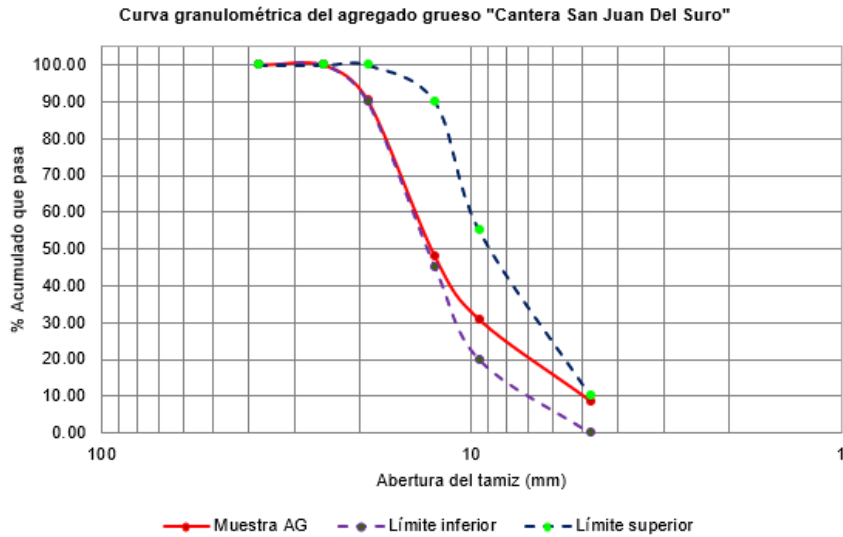
**Propiedades físico-mecánicas del agregado grueso de la “cantera San Juan del Suro”**

Propiedad físico-mecánica	A.G. de la cantera San Juan del Suro
Tamaño máximo nominal	¾”
Porcentaje que pasa malla N° 200 (%)	0.88
Contenido de humedad (%)	0.20
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1379.42
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1529.80
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2595.10
Porcentaje de absorción (%)	0.68
Desgaste por abrasión (%)	22.04

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 12.**

**Curva granulométrica del agregado grueso de la cantera San Juan Del Suro**





mínimo y por debajo del máximo, con una cantidad promedio que pasa el tamiz N° 200 equivalente a 3.18%, valor menor al máximo permisible (Tabla 8). El peso específico, peso unitario suelto y peso unitario compactado equivale a 2586.29, 1515.28, 1591.25 kg/m<sup>3</sup>, valores que influyen en la proporción de materiales, así mismo el contenido de humedad y el porcentaje de absorción asciende a 1.43 y 1.01%, valores que alteran la cantidad efectiva de agua. Por tanto, el agregado fino de la “Cantera Conchán” cumple con los estándares normativos (NTP 400.037) y puede ser utilizado en la elaboración de concreto.

**Tabla 7.**

**Granulometría del agregado fino de la cantera Conchán**

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.037		% Que Pasa Acumulado Muestra 1
		Límite inferior	Límite Superior	
3/8"	9.5	100	100	100.00
# 4	4.75	95	100	98.75
# 8	2.36	80	100	95.99
# 16	1.18	50	85	80.64
# 30	0.0006	25	60	57.99
# 50	0.0003	5	30	24.96
# 100	0.00015	0	10	5.81

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 8.**

**Propiedades físico-mecánicas del agregado fino de la “cantera Conchán”**

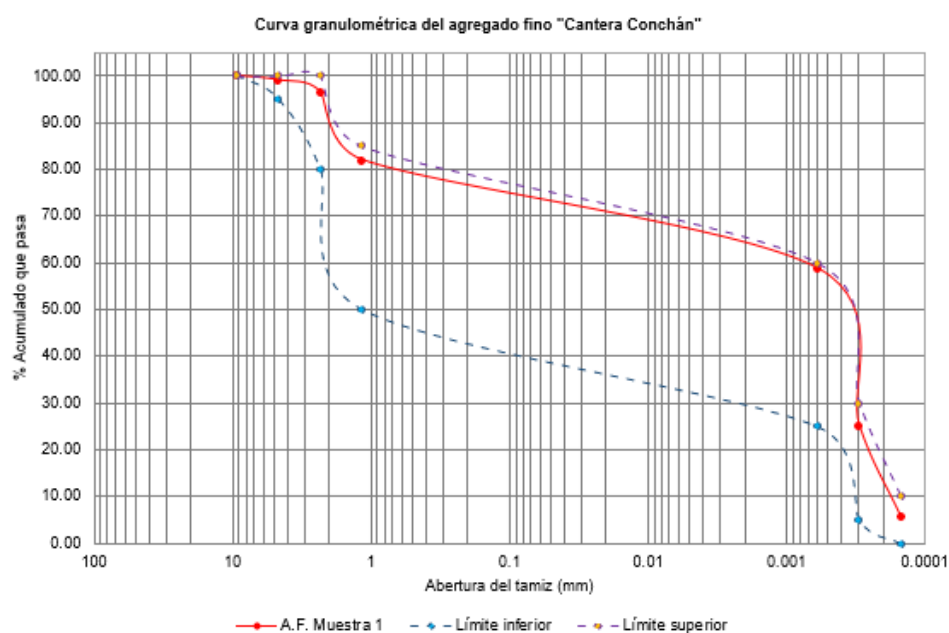
Propiedad físico-mecánica	A.F. de la cantera Conchán
Módulo de finura	2.36
Porcentaje que pasa malla N° 200 (%)	3.18
Contenido de humedad (%)	1.43
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1515.28

Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1591.25
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2586.29
Porcentaje de absorción (%)	1.01

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 13.**

**Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Conchán**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**4.1.2. Propiedades físico-mecánicas de los agregados reciclados**

El análisis granulométrico del agregado grueso reciclado (Tabla 9) cumple con el huso granulométrico "56" de la NTP 400.037 (Fig. 14), para un tamaño máximo nominal (TMN) igual a 1", con una cantidad promedio que pasa el tamiz N° 200 equivalente a 0.28%, valor menor al máximo permisible (Tabla 10). El peso específico, peso unitario suelto y peso unitario compactado equivale a 2225.21, 1137.69, 1196.67 kg/m<sup>3</sup>, valores que influyen en la proporción de materiales, así mismo el contenido de humedad y el porcentaje de absorción asciende a 5.06 y

4.10%, valores que alteran la cantidad efectiva de agua. El desgaste por abrasión es 33.03% valor que cumple con los estándares normativos (NTP 400.037). Por tanto, el agregado grueso reciclado puede ser utilizado en la elaboración de concreto.

**Tabla 9.**

**Granulometría del agregado grueso reciclado**

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.037		% Que Pasa Acumulado Muestra 1
		Límite inferior	Límite Superior	
2"	50	100	100	100.00
1 1/2"	37.5	100	100	100.00
1"	25	90	100	90.42
3/4"	19	40	85	51.01
1/2"	12.5	10	40	11.84
3/8"	9.5	0	15	3.50
# 4	4.75	0	5	0.62

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 10.**

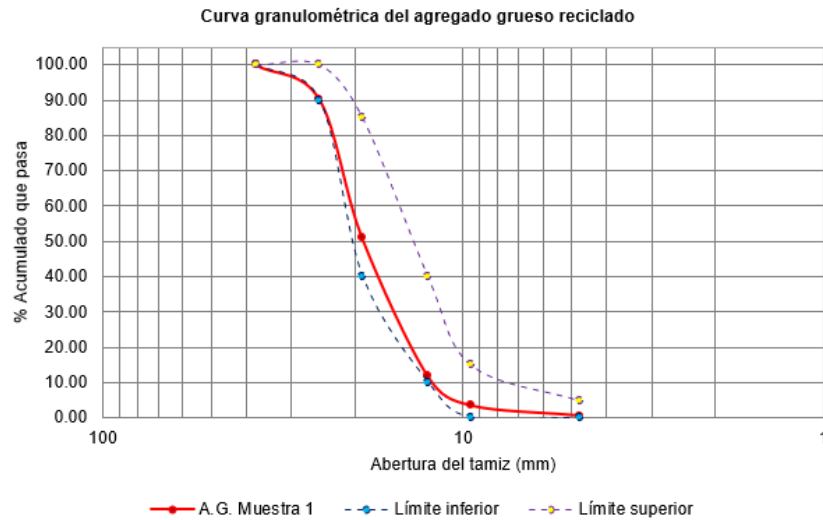
**Propiedades físico-mecánicas del agregado grueso reciclado**

Propiedad físico-mecánica	A.G. reciclado
Tamaño máximo nominal	1"
Porcentaje que pasa malla N° 200 (%)	0.28
Contenido de humedad (%)	5.06
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1137.69
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1196.67
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2225.21
Porcentaje de absorción (%)	4.10
Desgaste por abrasión (%)	33.03

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 14.**

**Curva granulométrica del agregado grueso reciclado**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

El análisis granulométrico del agregado fino reciclado (Tabla 11) cumple con el huso granulométrico de la NTP 400.037 (Fig. 15), para un módulo de finura 3.11, con una cantidad promedio que pasa el tamiz N° 200 equivalente a 6.06%, valor mayor al máximo permisible (Tabla 12). El peso específico, peso unitario suelto y peso unitario compactado influyen en la proporción de materiales, así mismo el contenido de humedad y el porcentaje de absorción asciende a 3.10 y 10.50%, valores que alteran la cantidad efectiva de agua. Por tanto, el agregado fino reciclado cumple parcialmente con los estándares normativos (NTP 400.037).

**Tabla 11.**

**Granulometría del agregado fino reciclado**

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.037		% Que Pasa Acumulado Muestra 1
		Límite inferior	Límite Superior	
3/8"	9.5	100	100	100.00
# 4	4.75	95	100	95.48
# 8	2.36	80	100	81.64
# 16	1.18	50	85	52.89
# 30	0.0006	25	60	32.42
# 50	0.0003	5	30	18.56
# 100	0.00015	0	10	8.43

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 12.**

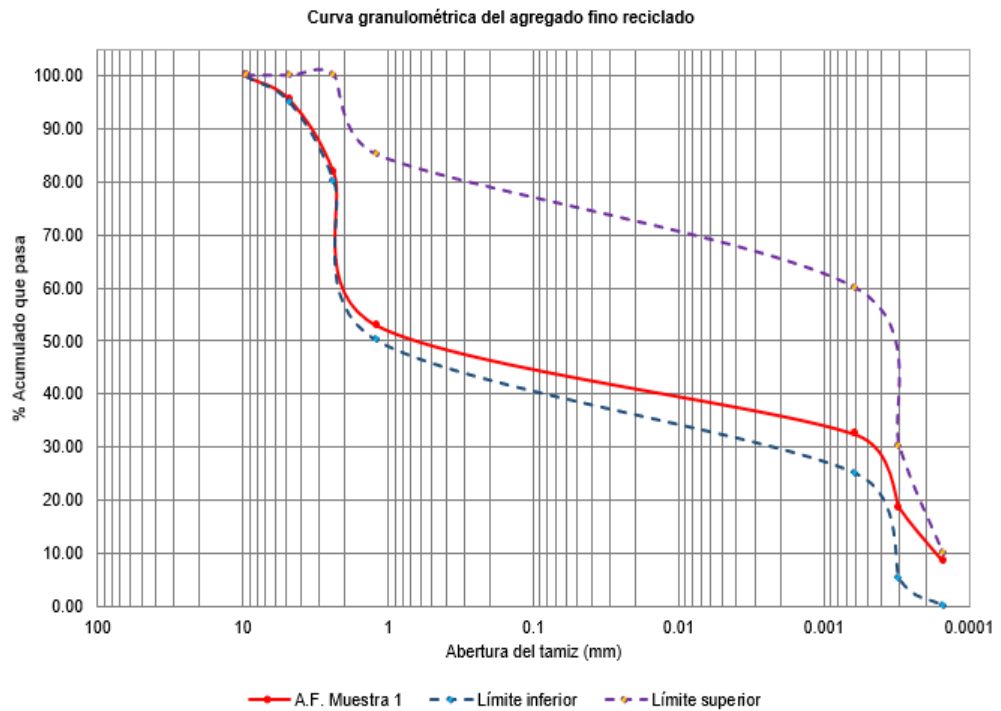
**Propiedades físico-mecánicas del agregado fino reciclado**

Propiedad físico-mecánica	A.F. reciclado
Módulo de finura	3.11
Porcentaje que pasa malla N° 200 (%)	6.06
Contenido de humedad (%)	3.10
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1347.45
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1450.48
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2044.10
Porcentaje de absorción (%)	1.01

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 15.**

**Curva granulométrica del agregado fino reciclado**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**4.1.3. Diseño de mezcla**

**Diseño de concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

Con las peculiaridades de los agregados naturales, se hizo el diseño de mezclas patrón, por el método ACI – 211. Donde se obtuvieron las proporciones mostradas en la tabla 13.

**Tabla 13.**

**Diseño de mezclas concreto patrón**

	<b>Resumen</b>			
	<b>Cemento</b>	<b>A. Grueso</b>	<b>A. Fino</b>	<b>Agua</b>
Dosificación en Peso	367.12 kg	1018.11 kg	694.13 kg	206.97 lts
Proporción de Diseño	1.00	2.77	1.89	23.96 lts

Nota: (Elaboración propia, 2019)

### Diseño de concreto reciclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Con las peculiaridades de los agregados reciclados, se hizo el diseño de mezclas, por el método ACI – 211. Donde se obtuvieron las proporciones mostradas en la tabla 14.

**Tabla 14.**

#### **Diseño de mezclas concreto reciclado**

	Resumen			
	Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
Dosificación en Peso	345.63 kg	803.88 kg	707.44 kg	237.61 lts
Proporción de Diseño	1.00	2.33	2.05	29.22 lts/bol

Nota: (Elaboración propia, 2019)

#### Dosificación en peso para llenado de probetas

Para la incorporación del 10%, 25%, 50% y 75% de agregados reciclados al proporcionamiento patrón, se tuvo que retirar la misma cantidad de agregados de cantera; en cambio para el 100% de agregados reciclados se utilizó su respectivo diseño de mezclas. A continuación, se muestra los pesos utilizados para el llenado de probetas.

**Tabla 15.**

#### **Dosificación en peso incorporando diferentes porcentajes de A. reciclado**

Diseño (RCD)	Etiqueta	A. Cantera				A. Reciclados			
		Cemento (kg)	AG (kg)	AF (kg)	Agua (lts)	Cemento (kg)	AG (kg)	AF (kg)	Agua (lts)
0%	PP	37.24	103.27	70.41	22.04	-	-	-	-
10%	PP-10%	37.24	92.94	63.37	22.04	-	10.33	7.04	-
25%	PP-25%	37.24	77.45	52.81	22.04	-	25.82	17.60	-
50%	PP-50%	37.24	51.64	35.20	22.04	-	51.64	35.20	-
75%	PP-75%	37.24	25.82	17.60	22.04	-	77.45	52.81	-
100%	PR	-	-	-	-	35.06	81.54	71.76	24.10

Nota: (Elaboración propia, 2019)

#### 4.1.4. **Propiedades del concreto**

##### **Propiedades en estado no endurecido**

Se han analizado las propiedades del concreto en estado fresco (Tabla 16), como: temperatura (°C), slump (pulg), contenido de aire (%) y densidad (gr/cm<sup>3</sup>).

- Al adicionar mayor porcentaje de RCD, la densidad disminuye en un 9.01% del concreto patrón (Fig. 16).
- El asentamiento disminuye (Fig. 17) por tanto la trabajabilidad también, pero se mantiene dentro de las propiedades aceptados por el diseño 3" a 4".
- El contenido de aire de la mezcla se incrementa ante el aumento de agregado reciclado (Fig. 18) por tanto aumenta el volumen del concreto, consecuencia de la porosidad que presenta este agregado reciclado.
- La temperatura disminuye (Fig. 19) hasta 17.80 °C, no obstante, según las NTP (339.114) la temperatura mínima del concreto para climas fríos sería 5 °C, por tanto, está acorde a los estándares normativos.

**Tabla 16.**

##### **Ensayos al concreto en estado fresco**

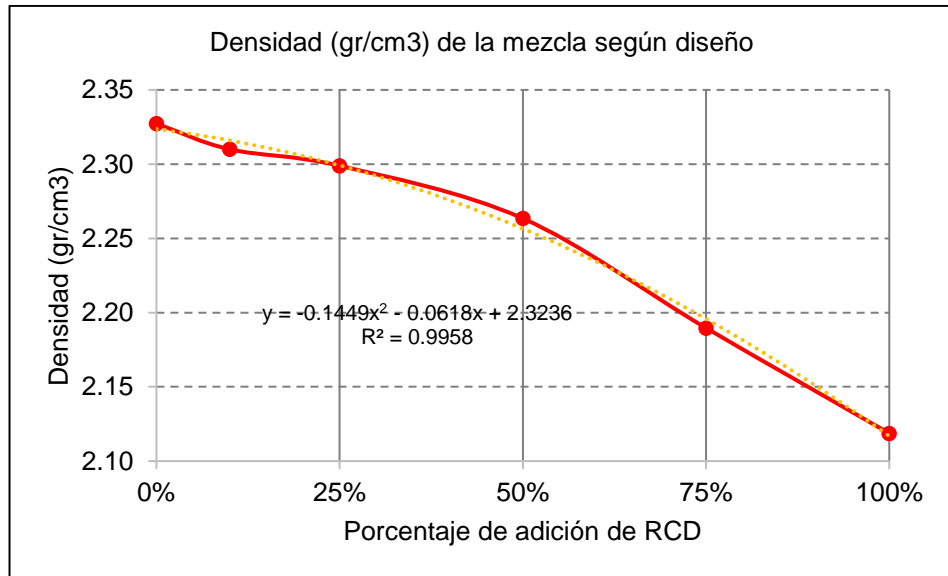
<b>Diseño</b>	<b>Slump (pulg)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>C. de aire (%)</b>	<b>Densidad (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
D. Patrón - 0% RCD	3 3/4	20.90	2.10	2.33
D1 - 10% RCD	3 1/2	20.80	2.20	2.31
D2 - 25% RCD	3 1/2	20.60	2.30	2.30
D3 - 50% RCD	3 1/4	19.80	2.40	2.26
D4 - 75% RCD	3 1/4	19.10	2.50	2.19
D5 - 100% RCD	3	17.80	2.80	2.12

Nota: (Elaboración propia, 2019)



**Figura 16.**

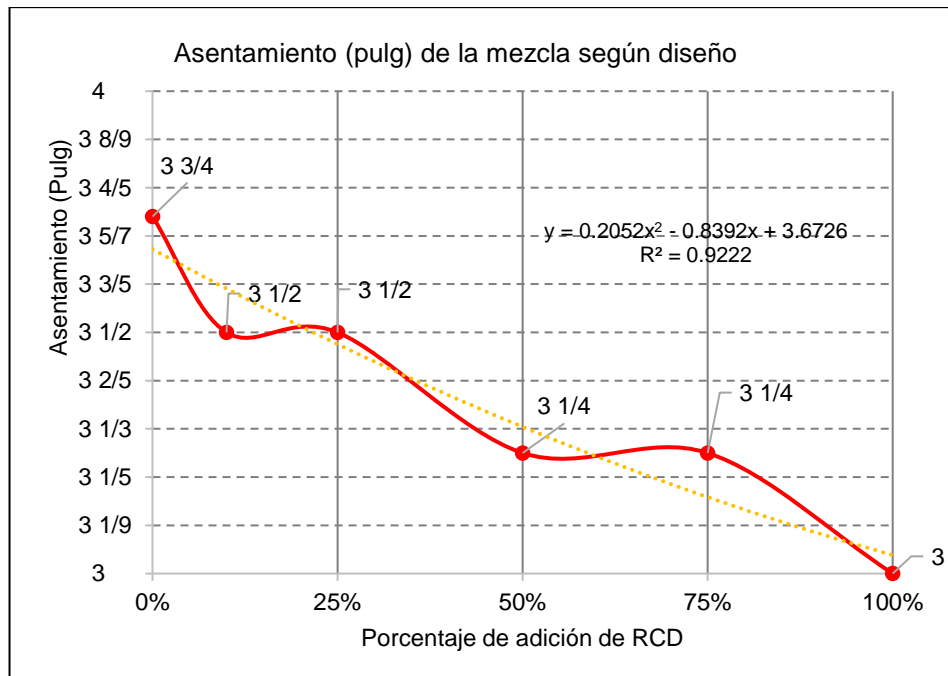
**Densidad (gr/cm<sup>3</sup>) de la mezcla de concreto**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 17.**

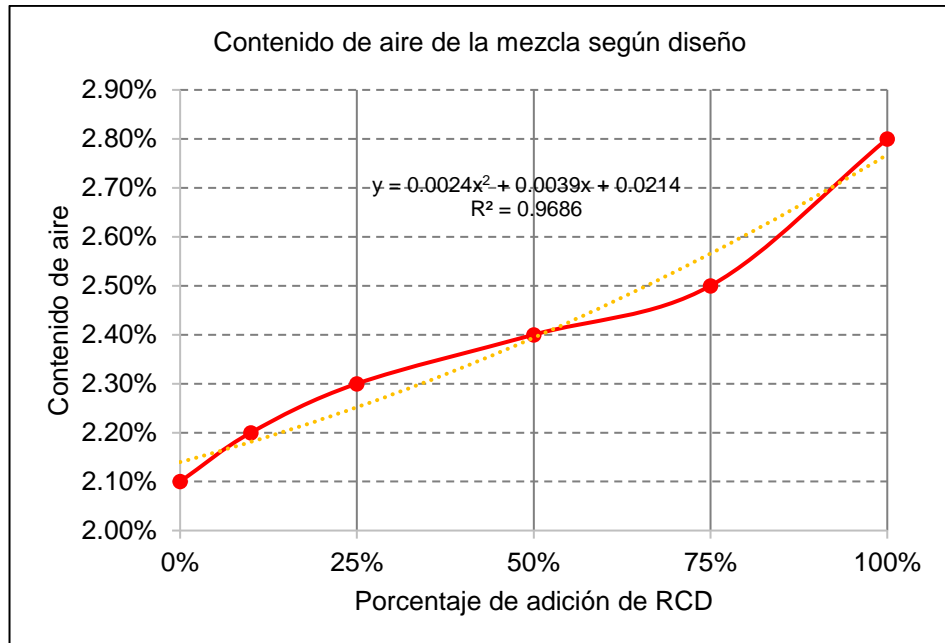
**Asentamiento (pulg) de la mezcla de concreto**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 18.**

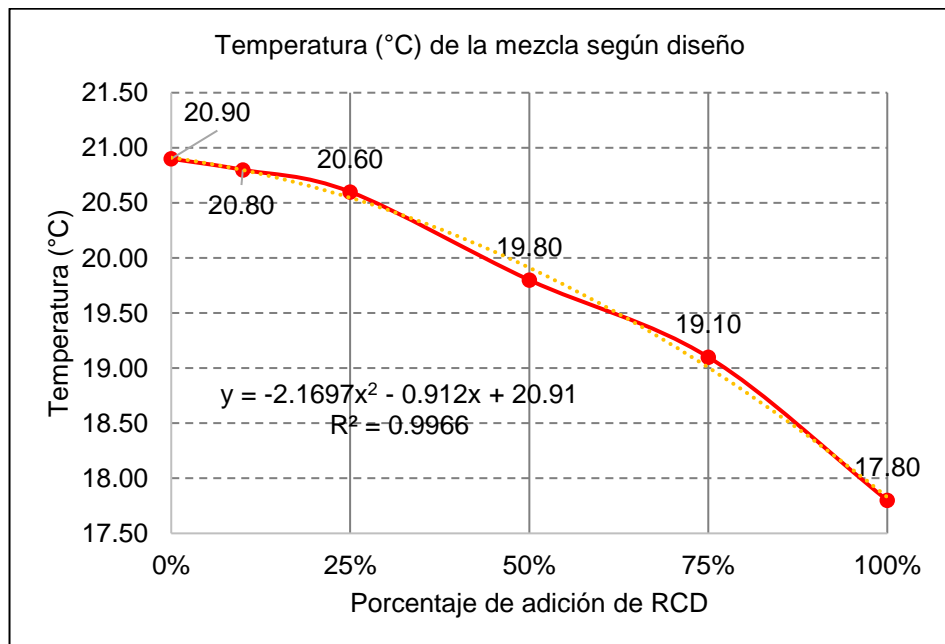
**Contenido de aire (%) de la mezcla de concreto**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 19.**

**Temperatura (°C) de la mezcla de concreto**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

### **Propiedades en estado endurecido**

Se ensayaron especímenes de concreto con 0%, 10%, 25%, 50%, 75% y 100% (Fig. 20, Fig. 22, Fig. 24, Fig. 26, Fig. 28, Fig. 30). Para obtener las resistencias promedio se descartaron los valores extremos, obteniendo resistencias características que mantienen los coeficientes de variación según la NTP 339.034 (Tabla 17, Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20, Tabla 21, Tabla 22), así mismo, a los 28 días todos los especímenes superan la resistencia de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (Fig. 21, Fig. 23, Fig. 25, Fig. 27, Fig. 29, Fig. 31).

**Tabla 17.**

#### **Resistencia a la compresión en concreto con 0% de RCD**

<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
M1	222.20	228.80	275.80
M2	229.40	270.80	300.60
M3	228.80	254.50	285.00
M4	230.80	257.80	294.90
M5	231.00	262.60	293.80
<b>Promedio</b>	<b>228.44</b>	<b>261.43</b>	<b>290.02</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>3.61</b>	<b>7.08</b>	<b>9.71</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>1.58%</b>	<b>2.71%</b>	<b>3.35%</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 18.**

#### **Resistencia a la compresión en concreto con 10% de RCD**

<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
M1	211.40	256.20	305.70
M2	252.68	250.60	281.70
M3	225.60	254.00	283.10
M4	216.70	252.40	289.40
M5	224.80	283.10	288.70
<b>Promedio</b>	<b>219.63</b>	<b>253.30</b>	<b>285.73</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>6.80</b>	<b>2.38</b>	<b>3.89</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>3.10%</b>	<b>0.94%</b>	<b>1.36%</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 19.**

**Resistencia a la compresión en concreto con 25% de RCD**

Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	253.70	239.80	264.10
M2	195.50	296.70	255.90
M3	204.40	230.50	275.80
M4	200.80	247.40	281.90
M5	209.10	236.40	300.60
<b>Promedio</b>	<b>202.45</b>	<b>238.53</b>	<b>269.43</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>5.75</b>	<b>7.05</b>	<b>11.66</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>2.84%</b>	<b>2.96%</b>	<b>4.33%</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 20.**

**Resistencia a la compresión en concreto con 50% de RCD**

Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	216.40	225.40	214.20
M2	195.60	221.30	224.20
M3	200.30	219.20	240.50
M4	198.10	211.40	245.80
M5	173.30	170.40	250.70
<b>Promedio</b>	<b>191.83</b>	<b>219.33</b>	<b>240.30</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>12.50</b>	<b>5.88</b>	<b>11.51</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>6.52%</b>	<b>2.68%</b>	<b>4.79%</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 21.**

**Resistencia a la compresión en concreto con 75% de RCD**

Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	166.50	203.80	248.30
M2	226.30	258.50	219.70
M3	167.70	214.90	226.30
M4	172.50	199.40	231.70
M5	163.50	211.20	230.40
<b>Promedio</b>	<b>167.55</b>	<b>207.33</b>	<b>231.28</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>26.47</b>	<b>23.68</b>	<b>10.60</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>15.80%</b>	<b>11.42%</b>	<b>4.58%</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 22.**

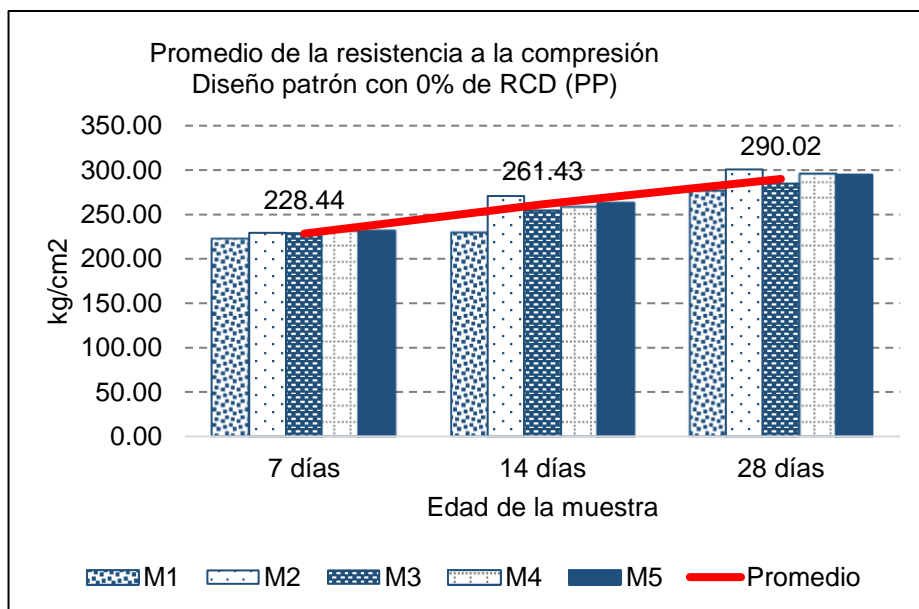
**Resistencia a la compresión en concreto con 100% de RCD**

Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	156.20	247.00	239.40
M2	156.40	201.40	223.70
M3	170.40	214.40	247.00
M4	164.20	215.20	227.10
M5	184.70	220.90	234.90
<b>Promedio</b>	<b>166.38</b>	<b>212.98</b>	<b>234.42</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>11.83</b>	<b>8.24</b>	<b>9.38</b>
<b>Coficiente de variación</b>	<b>7.11%</b>	<b>3.87%</b>	<b>4.00%</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 20.**

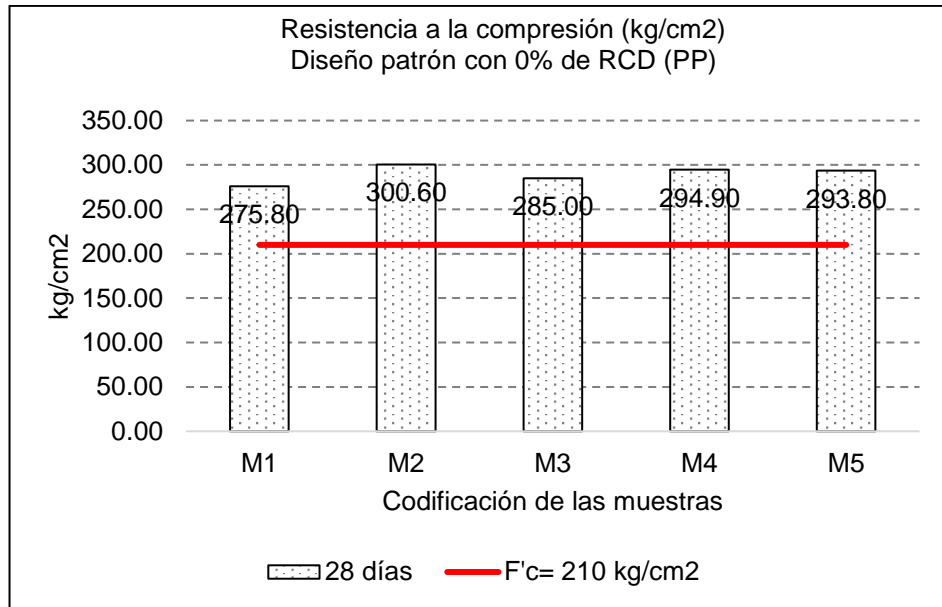
**Promedio de la resistencia axial del concreto con 0% RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 21.**

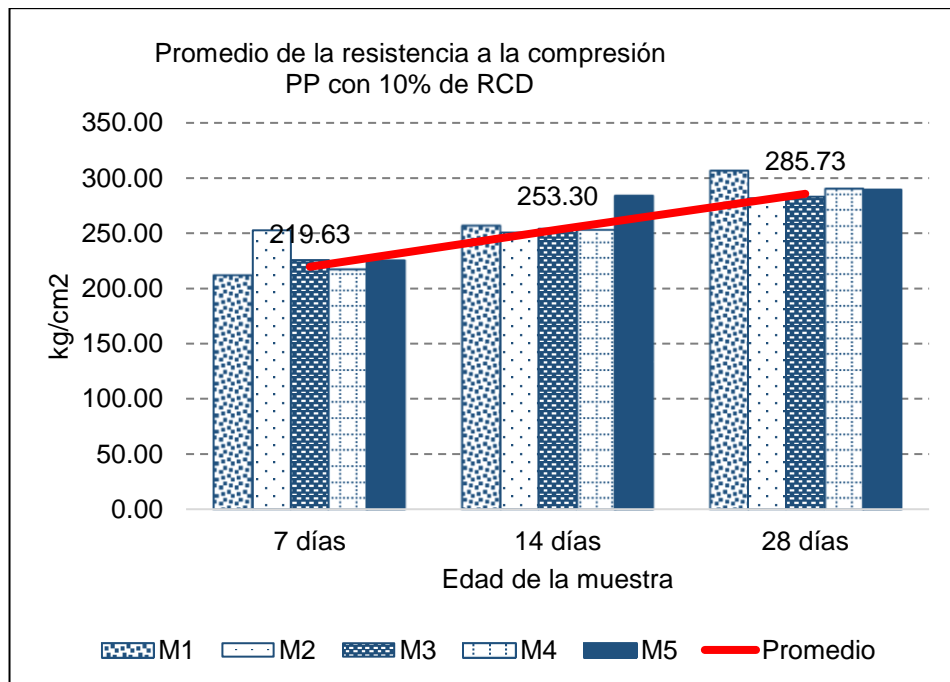
**Resistencia axial a los 28 días del concreto con 0% RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 22.**

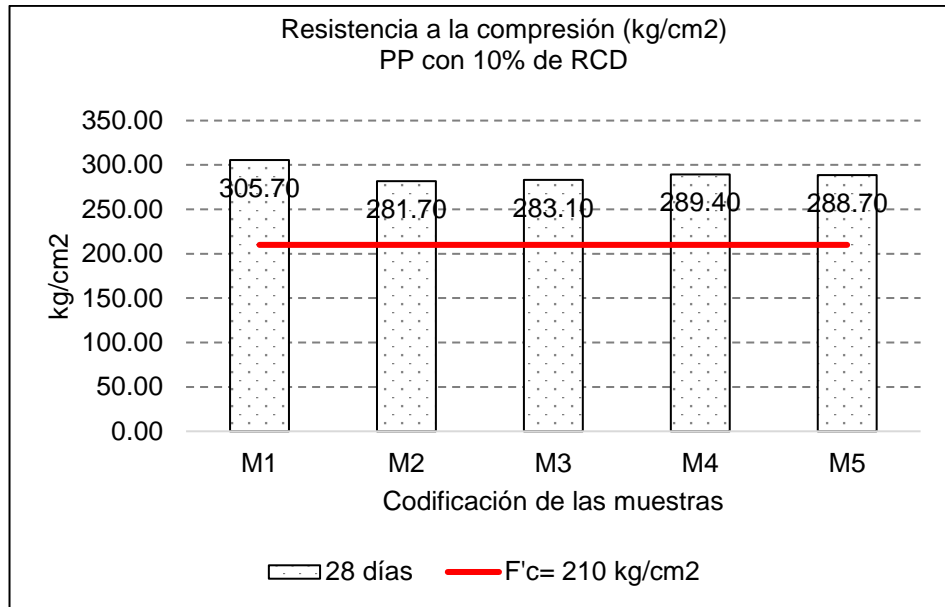
**Promedio de la resistencia axial del concreto con 10% RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 23.**

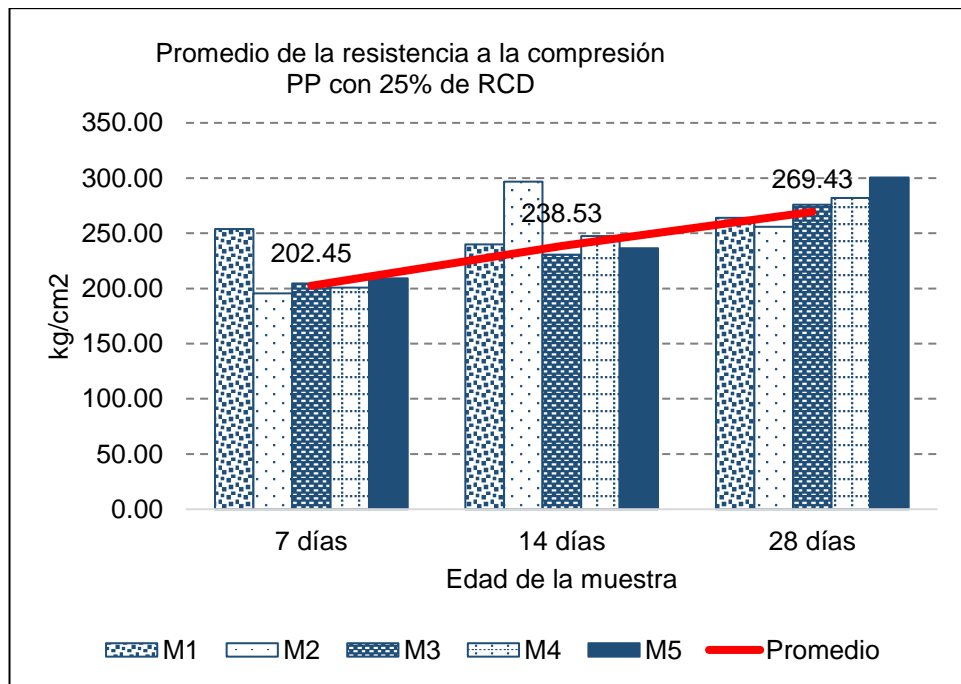
**Resistencia axial a los 28 días del concreto con 10% RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 24.**

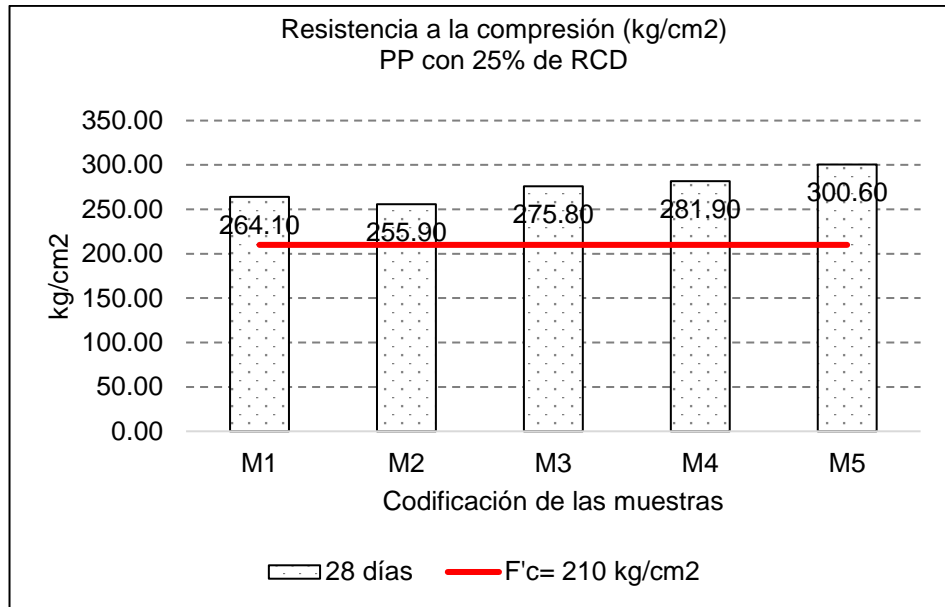
**Promedio de la resistencia axial del concreto con 25% RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 25.**

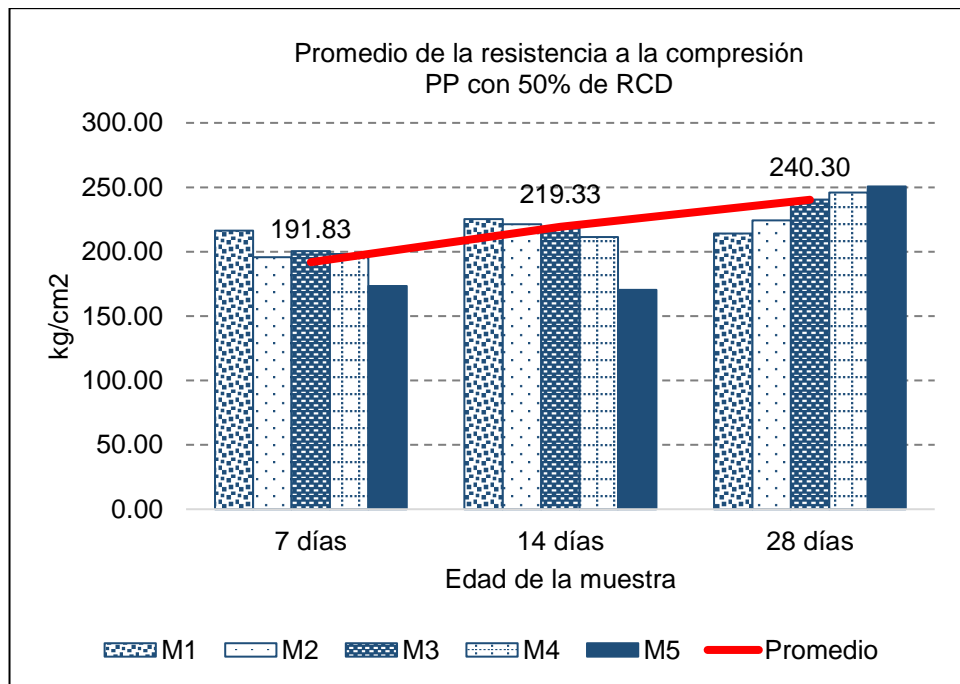
**Resistencia axial a los 28 días del concreto con 25% RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 26.**

**Promedio de la resistencia axial del concreto con 50% RCD**

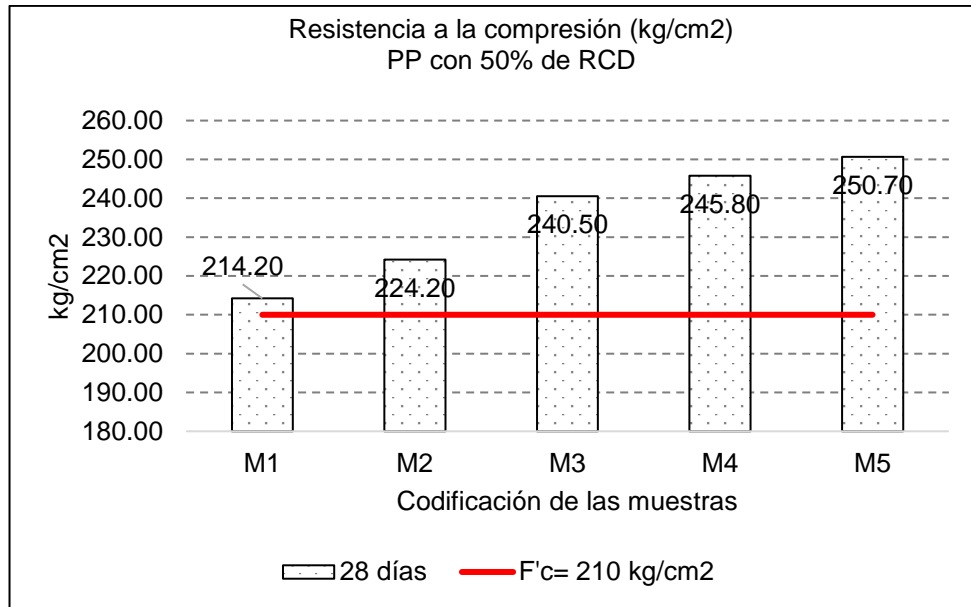


Nota: (Elaboración propia, 2019)



**Figura 27.**

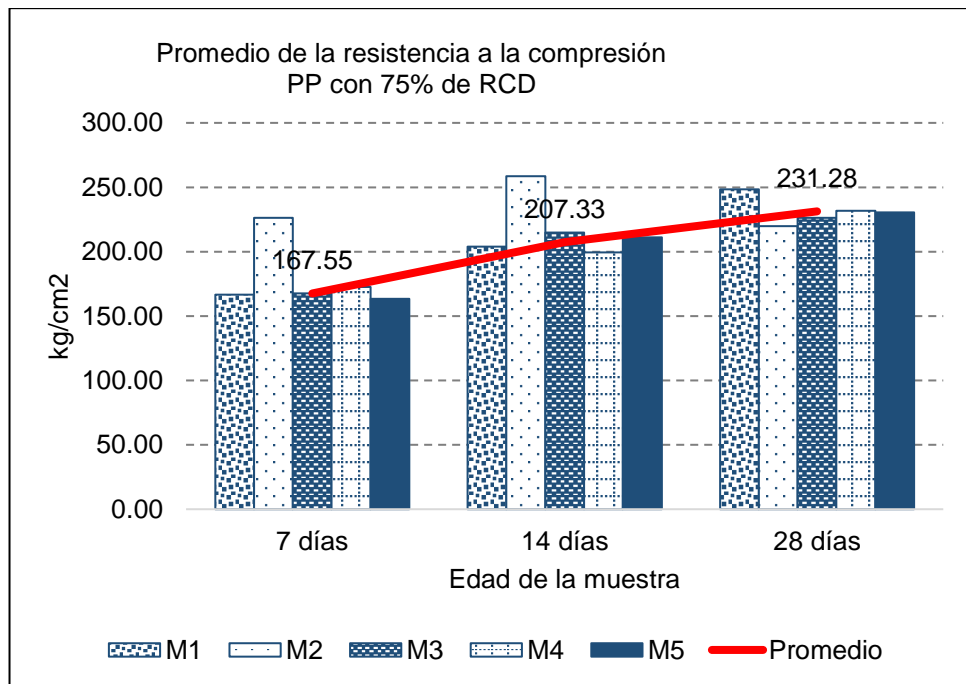
**Resistencia axial a los 28 días del concreto con 50% RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 28.**

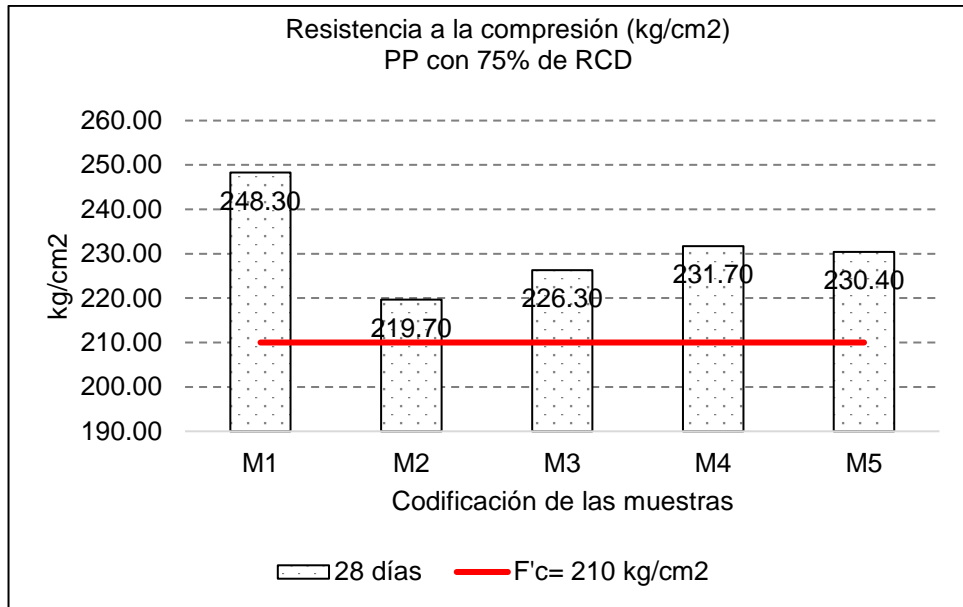
**Promedio de la resistencia axial del concreto con 75% RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 29.**

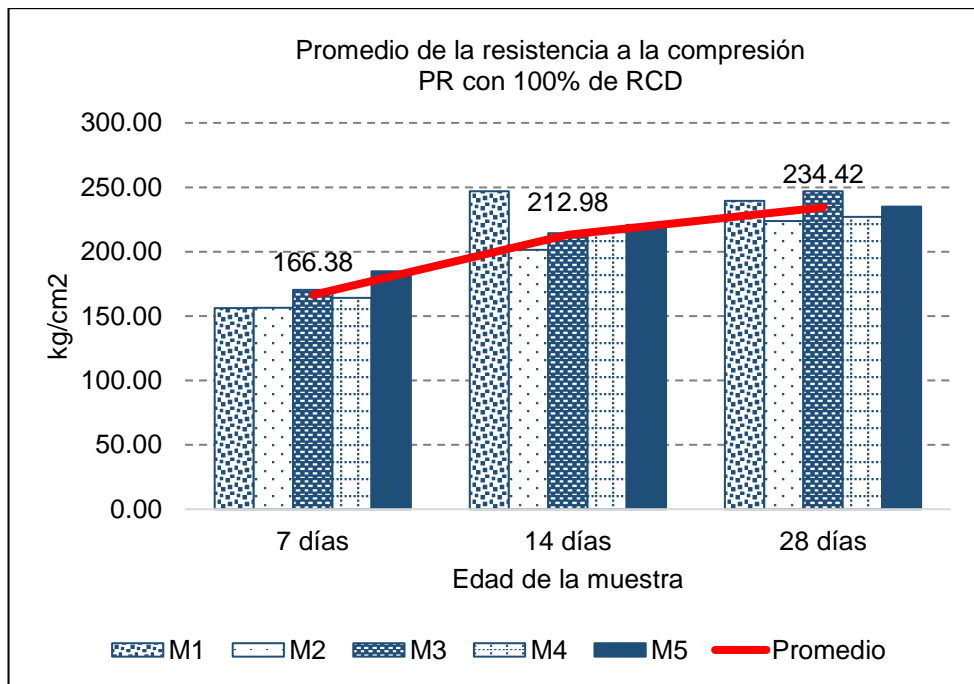
**Resistencia axial a los 28 días del concreto con 75% RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 30.**

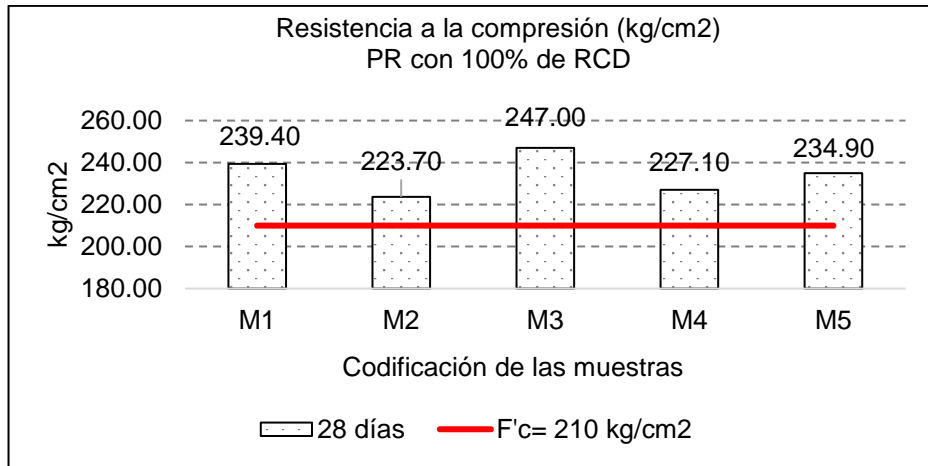
**Promedio de la resistencia axial del concreto con 100% RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 31.**

**Resistencia axial a los 28 días del concreto con 100% RCD**

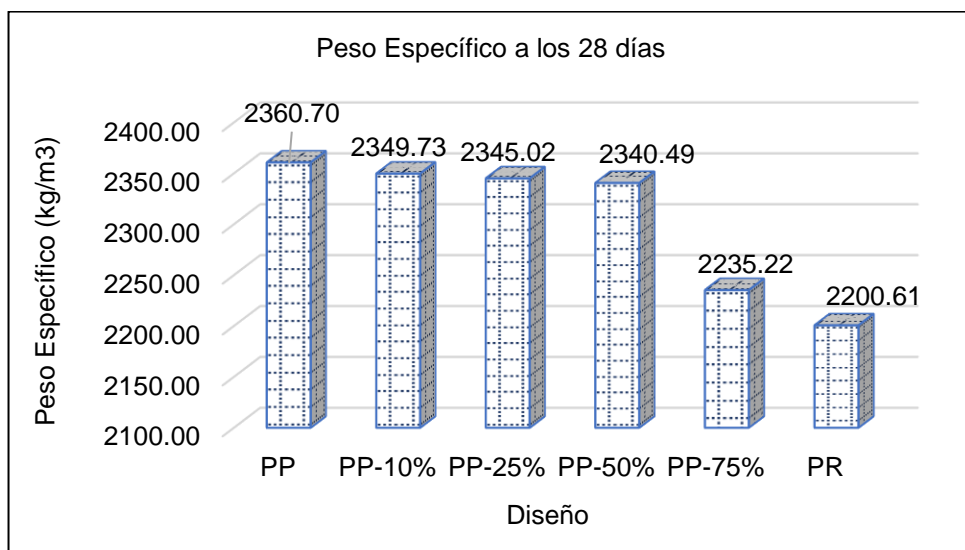


Nota: (Elaboración propia, 2019)

A medida que se fue incorporando agregados reciclados al diseño patrón de concreto, el peso específico promedio del concreto a los 28 días disminuyó, y al utilizar el 100% de agregado reciclado este alcanzó solo el 93.22% del peso específico del diseño patrón. El peso específico del concreto generalmente varía de 2200 a 2400 kg/m<sup>3</sup> (Fig. 32).

**Figura 32.**

**Peso específico del concreto a los 28 días**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

## **4.2. Discusión de resultados**

### **4.2.1. *Propiedades de los agregados***

En la Tabla 23 y 24, se presentan las propiedades de los agregados fino y grueso en su estado natural y reciclado.

La gradación de los agregados es aceptable según los requisitos de la NTP 400.037; el agregado fino reciclado presenta gran cantidad de material que pasa la malla N° 4, 8, 16, 30 y que se acumula en las mallas N° 50 y 100, valores que se reflejan en su elevado módulo de finura; así mismo, el agregado grueso reciclado fue procesado en la chancadora mecánica y se tamizó por malla de 3/8" para separar el material fino, y verificar que este cumpliera con las propiedades granulométricas impuestos en la NTP 400.037; no obstante, la diferencia granulométrica del tamaño máximo nominal entre el agregado grueso natural y reciclado de 3/4" y 1" respectivamente, esto debido a que el agregado reciclado está compuesto por roca con adherencia de cemento y arena, lo que determina también su textura redondeada, en cambio el agregado de cantera tiene forma angular, ya que solo es roca chancada.

El peso específico del agregado reciclado fino representa el 78.76% del agregado de la cantera, lo que determina que esté presente alto contenido de poros, y, por tanto, una mayor absorción (10.5%) a comparación del agregado de cantera (1.01%) que es un valor aceptable. Así mismo, el agregado grueso también presenta un menor peso específico llegando a representar el 85.75 % del agregado de cantera, lo que también genera un incremento de su absorción en 3.42% más que el agregado de cantera que tiene un valor de absorción que equivale a 0.68%.

El peso unitario suelto del agregado fino y grueso reciclado es menor que el agregado de cantera llegando a representar el 88.92% y 82.48% del P.U. suelto respectivamente. El P.U. variado de los agregados reciclados también es menor a comparación de los agregados de cantera, significando el 91.15% del peso compactado del agregado fino y el 78.22% del peso compactado del agregado grueso. Esta disminución de los pesos unitarios de los materiales reciclados se debe a la presencia de mortero adherido.

Los agregados finos de cantera y reciclado tienen un contenido de humedad de 1.43% y 3.10% respectivamente, se puede apreciar una gran diferencia, pero esto dependerá del lugar donde se almacene los materiales y del clima que se tenga en la localidad. El agregado grueso de cantera y reciclado tienen un contenido de humedad de 0.20% y 5.06%, se puede apreciar un 2530.00% más de humedad por parte del agregado reciclado, esto se debe al mayor contenido de vacíos en el mortero adherido en la piedra.

La abrasión del agregado grueso natural y reciclado, asciende respectivamente a 22.04% y 33.03%. Si bien el agregado grueso reciclado presenta un mayor porcentaje de desgaste que el agregado grueso natural, este sigue cumpliendo con la resistencia estipulada por la norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos que indica "La abrasión para los agregados gruesos de mezclas asfálticas es 35% a una altitud menor a 3000 msnm y 40% con altitud mayor a 3000 msnm, además para base granular se acepta un 40% de desgaste y para sub base un 50% de desgaste como máximo".

**Tabla 23.****Propiedades del agregado fino natural y reciclado**

<b>Propiedad</b>	<b>A. Fino Cantera</b>	<b>A. Fino Reciclado</b>
Procedencia	Conchan	Av. Inca G. V.
Módulo de finura	2.36	3.11
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1515.28	1347.45
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1591.25	1450.48
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.59	2.04
Cantidad que pasa malla #200 (%)	3.18%	6.06%
Absorción (%)	1.01%	10.50%
Humedad (%)	1.43%	3.10%

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 24.****Propiedades del agregado grueso natural y reciclado**

<b>Propiedad</b>	<b>AG Cantera</b>	<b>AG Reciclado</b>
Procedencia	San Juan del Suro	Av. Inca G. V.
Tamaño Máximo Nominal	¾"	1"
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1379.42	1137.69
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1529.80	1196.67
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2595.10	2225.21
Desgaste por abrasión (%)	22.04%	33.03%
Cantidad que pasa malla #200 (%)	0.88%	0.28%
Absorción (%)	0.68%	4.10%
Humedad (%)	0.20%	5.06%

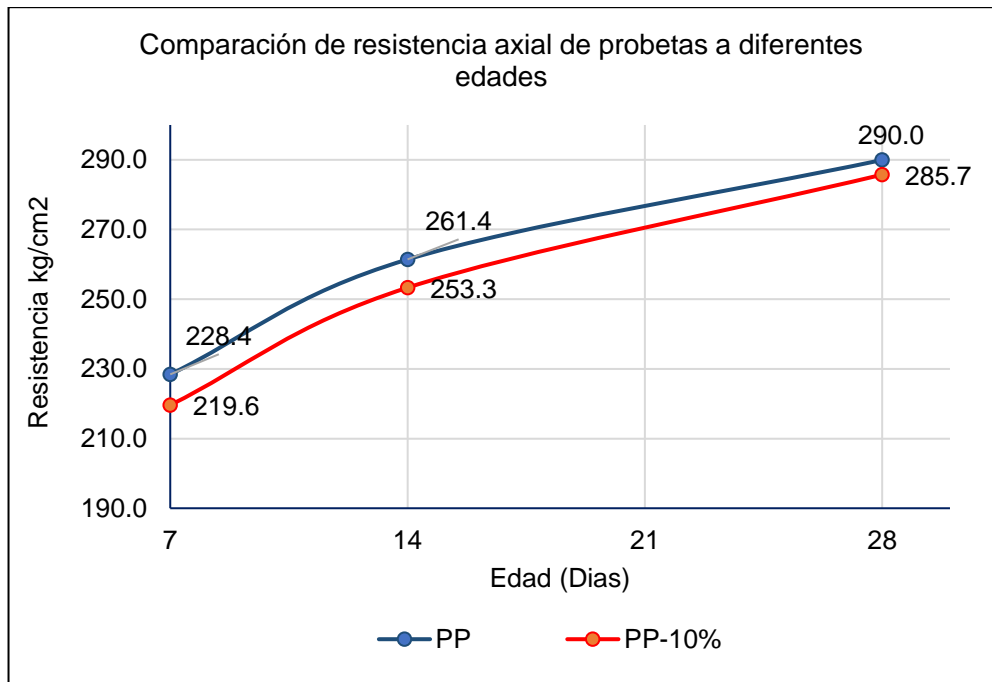
Nota: (Elaboración propia, 2019)

#### 4.2.2. Comparación técnica del concreto

Al comparar la resistencia axial promedio a los 7, 14 y 28 días de las muestras patrón (PP-0%) con los especímenes con 10% de RCD estos representan el 96.15%, 96.90% y 98.55% de la resistencia patrón (Fig. 33); los especímenes con 25% de RCD representan el 88.66%, 91.24% y 92.93% de la resistencia patrón (Fig. 34); los especímenes con 50% de RCD representan el 83.97%, 83.89% y 82.87% de la resistencia patrón (Fig. 35); los especímenes con 75% de RCD representan el 73.38%, 79.30% y 79.76% de la resistencia patrón (Fig. 36); y los especímenes con 100% de RCD representan el 72.85%, 81.48% y 80.85% de la resistencia patrón (Fig. 37), valores similares a los alcanzados por otros autores (Montoya, 2014; Sumari, 2016; Olaya y Rojas, 2020; Díaz, 2020)

**Figura 33.**

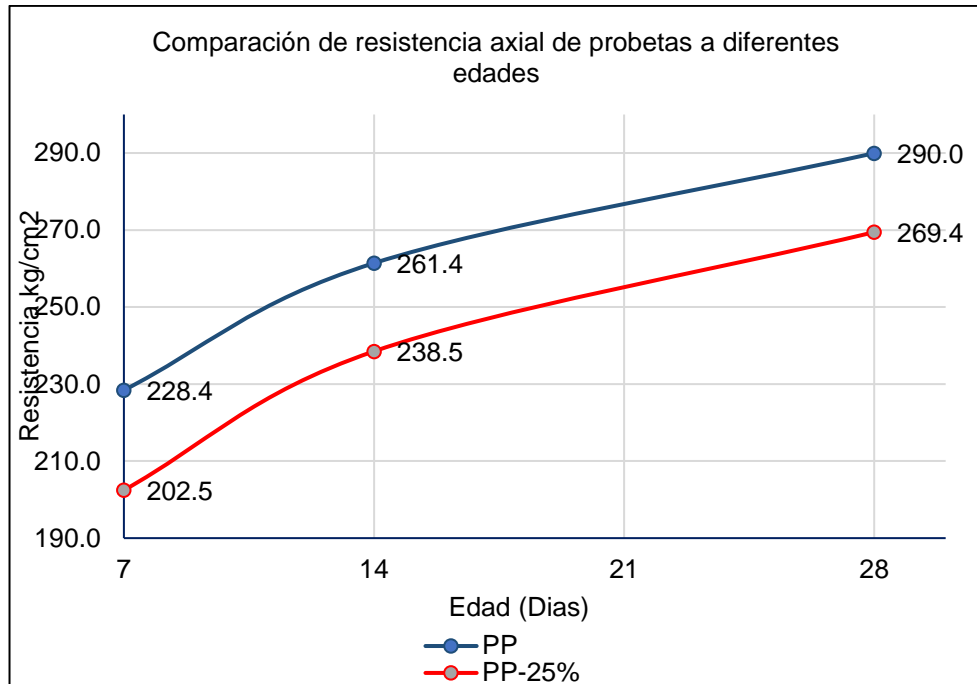
#### **Comparación de resistencia axial de PP y PP-10%**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 34.**

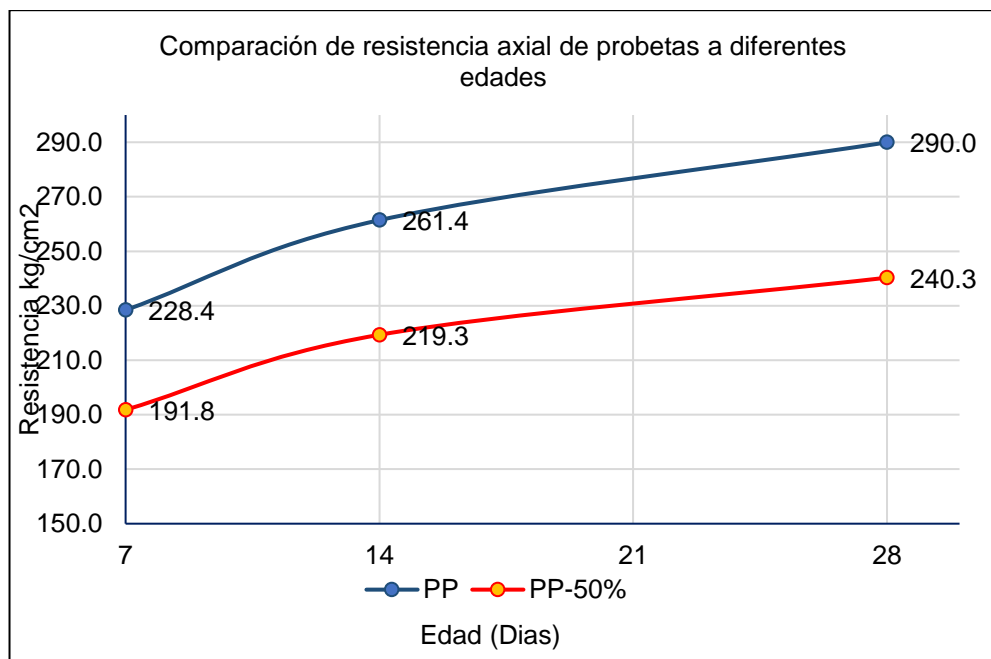
**Comparación de resistencia axial de PP y PP-25%**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 35.**

**Comparación de resistencia axial de PP y PP-50%**

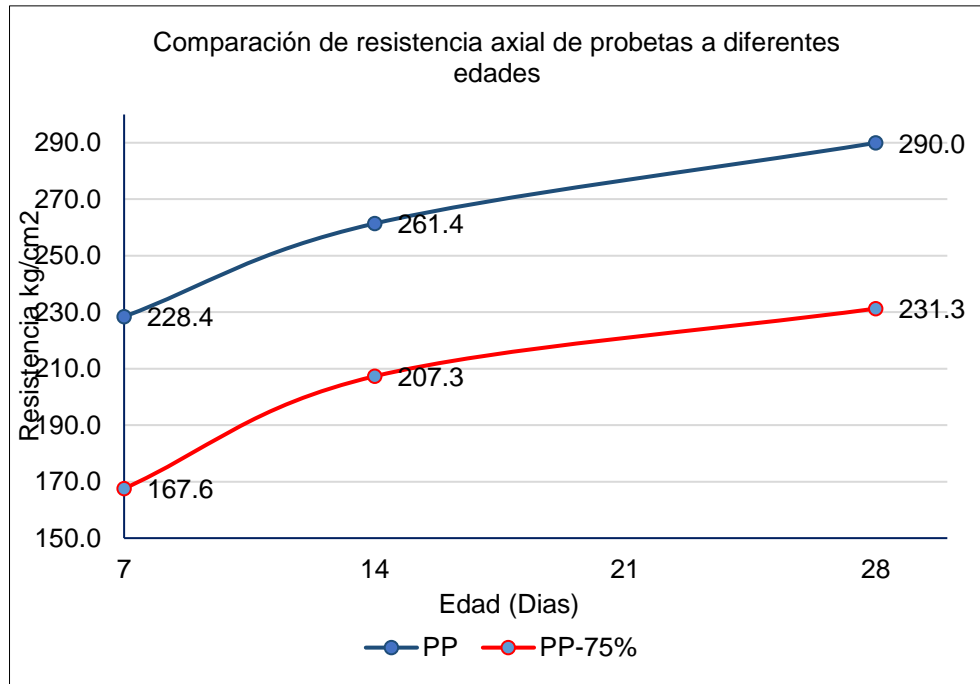


Nota: (Elaboración propia, 2019)



**Figura 36.**

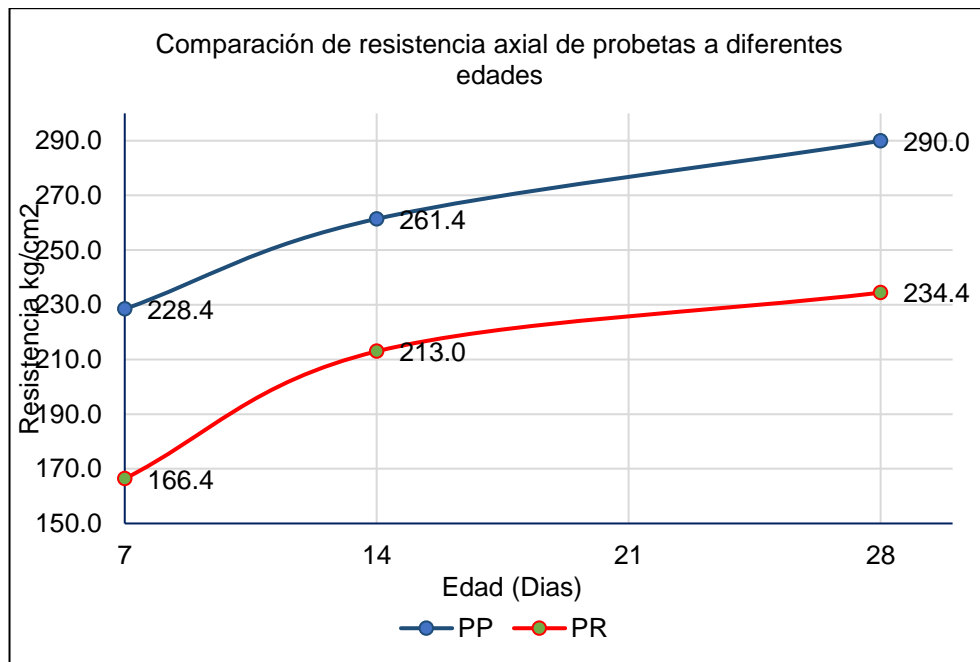
**Comparación de resistencia axial de PP y PP-75%**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 37.**

**Comparación de resistencia axial de PP y PR-100%**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

La resistencia a la compresión promedio se incrementa según la edad de los especímenes (Tabla 25) pero disminuye según se incrementa el porcentaje de adición de agregados reciclados de RCD (Fig. 38).

**Tabla 25.**

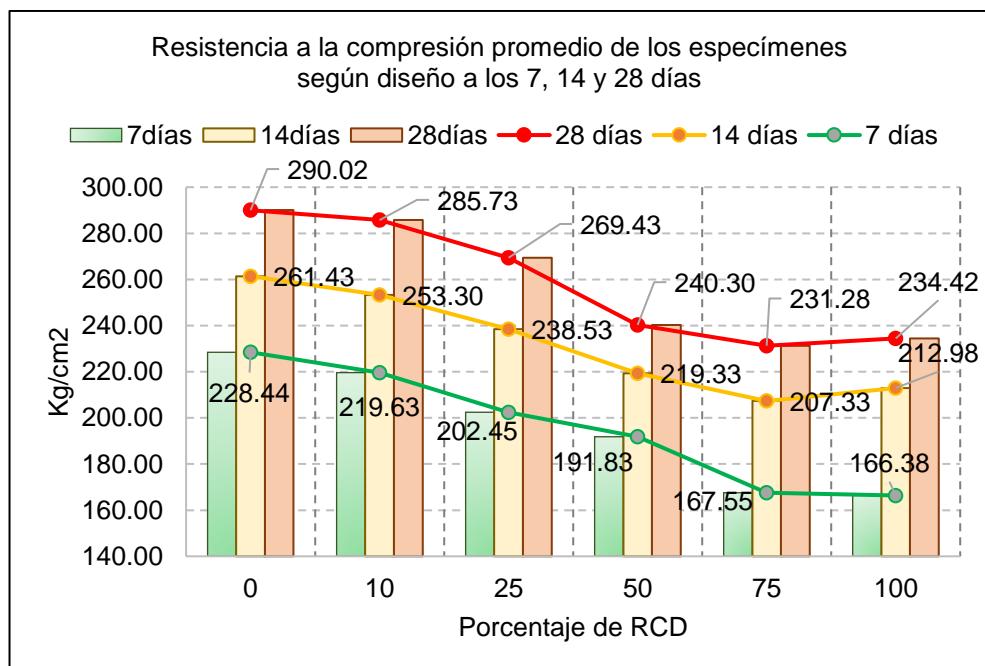
**Resistencia a la compresión promedio de los especímenes a los 7, 14 y 28 días**

Descripción	% de adición de RCD	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
		7 días	14 días	28 días
PP	0	228.44	261.43	290.02
PP-10%	10	219.63	253.30	285.73
PP-25%	25	202.45	238.53	269.43
PP-50%	50	191.83	219.33	240.30
PP-75%	75	167.55	207.33	231.28
PR	100	166.38	212.98	234.42

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 38.**

**Resistencia a la compresión promedio de los especímenes a los 7, 14 y 28 días**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

En todos los casos la adición de agregado reciclado en la mezcla cementante generó una caída en la resistencia a la compresión. A los 28 días los especímenes con 10%, 25%, 50%, 75% y 100% del agregado reciclado por RCD, tiene un porcentaje de disminución de la resistencia respecto al diseño patrón (PP) de 1.45%, 7.07%, 17.13%, 20.24% y 19.15% (Tabla 26). No obstante, las resistencias axiales a los 28 días no son inferiores a la resistencia de diseño, pero si presenta una caída según porcentaje de agregado reciclado adicional (Fig. 39), esto se debe a la calidad de los agregados reciclados (RCD), que presentan un mayor grado de poros, lo que genera también una disminución en el peso específico que va de 2,360.70 kg/m<sup>3</sup> para especímenes con 10% RCD hasta 2,200.61 para especímenes con 100% RCD (PR), generando concretos más livianos (Fig. 40). Es decir, es viable técnicamente el uso de agregados reciclados de RCD para la elaboración de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 26.**

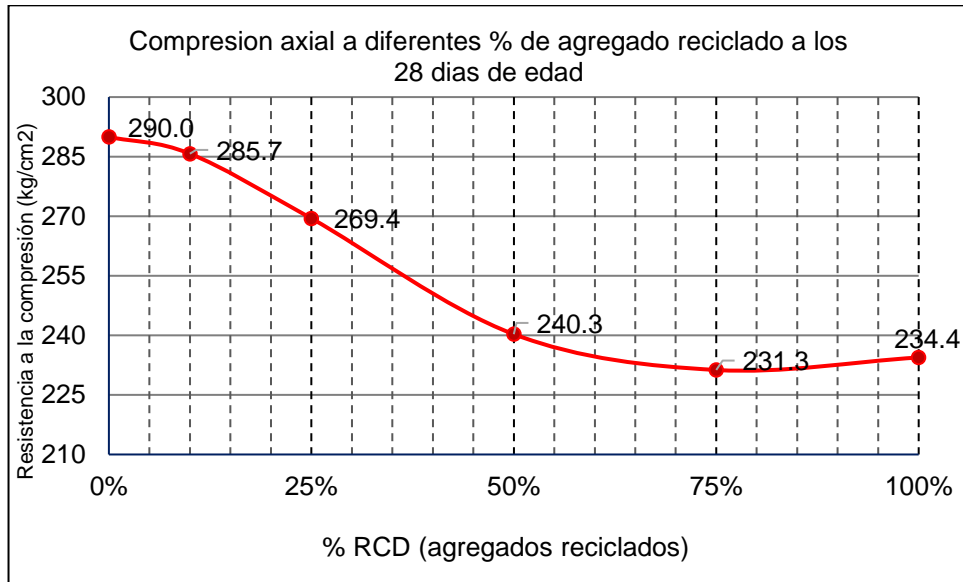
**Comparación de resistencia a la compresión a los 28 días**

Descripción	Resistencia a los 28 días	% respecto a PP	% disminución de resistencia
PP	290.0	100.00%	0.00%
PP-10%	285.7	98.55%	1.45%
PP-25%	269.4	92.93%	7.07%
PP-50%	240.3	82.87%	17.13%
PP-75%	231.3	79.76%	20.24%
PR	234.4	80.85%	19.15%

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 39.**

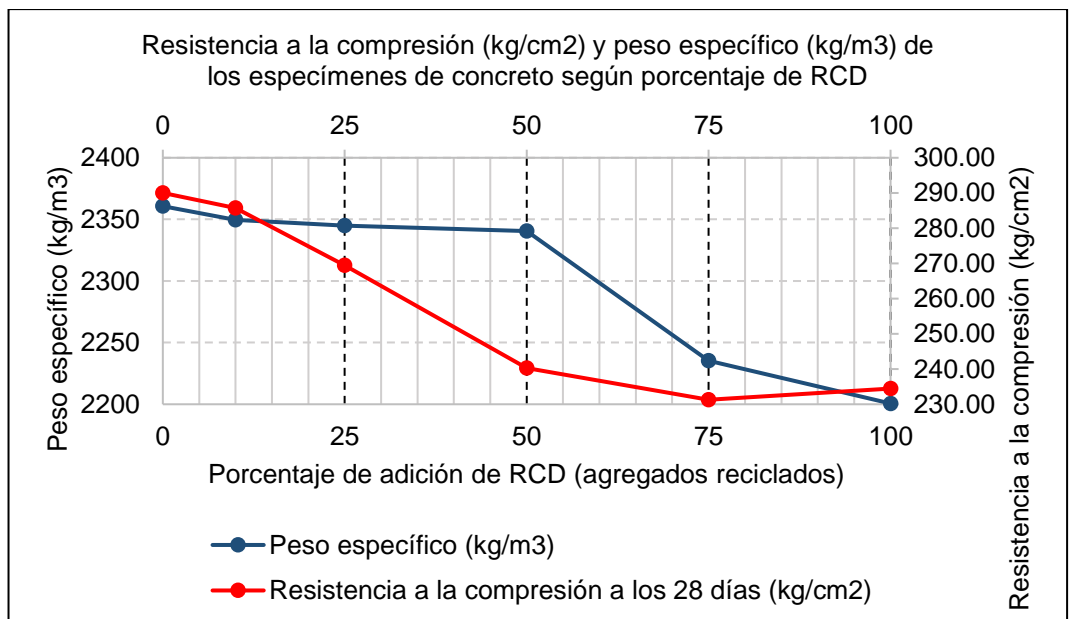
**Curva de compresión axial de diferentes porcentajes de agregado reciclado de RCD, a los 28 días**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 40.**

**Resistencia a la compresión y peso específico a los 28 días de los especímenes de concreto con RCD**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

### 4.2.3. Comparación económica del concreto

El costo de 1 m<sup>3</sup> de concreto dependerá del costo de los agregados, ya que lo demás componentes del concreto no variaran. En la Tabla 27 y Tabla 28 se especifica el costo de producción de los agregados reciclados; el costo de los materiales de cantera que ya son estándares en la zona y ascienden a S/. 60.00 para agregado fino y S/. 65.00 para agregado grueso. Por tanto, el material fino reciclado presenta un costo de S/. 14.84 menos por 1 m<sup>3</sup> que el agregado de cantera, y de S/. 11.84 menos por 1 m<sup>3</sup> en el agregado grueso. Sin duda que reciclar concreto y procesarlos para obtener agregados conlleva a un costo mucho menor a cada m<sup>3</sup> de concreto.

**Tabla 27.**

#### **Precio de transformación de los RCD a agregado fino reciclado**

<b>Rendimiento</b>	m <sup>3</sup> /día	50.00		EQ	75.00
<b>Descripción del recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Operario	hh	1.000	0.160	20.190	3.230
Peón	hh	4.000	0.640	14.910	9.542
					<b>12.773</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		3.000	12.773	0.383
Chancadora	hm	1.000	0.107	50.000	5.333
Cargador frontal	hm	1.000	0.107	180.000	19.200
Transporte de material volquete 10 m <sup>3</sup>	hm	1.000	0.107	70.000	7.467
					<b>32.383</b>
				<b>Costo unitario directo:</b>	<b>45.16</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 28.****Precio de transformación de los RCD a agregado grueso reciclado**

<b>Rendimiento</b>	m3/día	50.00			EQ 60.00
<b>Descripción del recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>					
Operario	hh	1.000	0.160	20.190	3.230
Peón	hh	4.000	0.640	14.910	9.542
					<b>12.773</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		3.000	12.773	0.383
Chancadora	hm	1.000	0.133	50.000	6.667
Cargador frontal	hm	1.000	0.133	180.000	24.000
Transporte de material volquete 10 m3	hm	1.000	0.133	70.000	9.333
					<b>40.383</b>
<b>Costo unitario directo:</b>					<b>53.16</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

En las tablas 29, 30, 31, 32, 33 y 34 se detalla el costo de los materiales para cada mezcla cementante realizada con 0%, 10%, 25%, 50%, 75% y 100% de agregados reciclados obtenidos a partir de RCD, teniendo en cuenta la cantidad de agregados de cantera y agregados reciclados para  $1 m^3$  de concreto.

**Tabla 29.****Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 0% de agregados reciclados de RCD**

<b>Materiales para 1 m3</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Cemento	bol	8.638	24.500	211.634
A. fino- cantera	m3	0.268	60.000	16.068
A. grueso- cantera	m3	0.392	65.000	25.501
A. fino- reciclado	m3	0.000	45.156	0.000
A. grueso- reciclado	m3	0.000	53.156	0.000
Agua	m3	0.207	5.000	1.035
<b>Precio de materiales para 0% de agregados reciclados (RCD)</b>				<b>254.238</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 30.**

**Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 10% de agregados reciclados de RCD**

<b>Materiales para 1 m3</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Cemento	bol	8.638	24.500	211.634
A. fino- cantera	m3	0.241	60.000	14.461
A. grueso- cantera	m3	0.353	65.000	22.951
A. fino- reciclado	m3	0.034	45.156	1.533
A. grueso- reciclado	m3	0.046	53.156	2.432
Agua	m3	0.207	5.000	1.036
<b>Precio de materiales para 10% de agregados reciclados (RCD)</b>				<b>254.048</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 31.**

**Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 25% de agregados reciclados de RCD**

<b>Materiales para 1 m3</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Cemento	bol	8.638	24.500	211.634
A. fino- cantera	m3	0.201	60.000	12.051
A. grueso- cantera	m3	0.294	65.000	19.126
A. fino- reciclado	m3	0.085	45.156	3.834
A. grueso- reciclado	m3	0.114	53.156	6.080
Agua	m3	0.207	5.000	1.036
<b>Precio de materiales para 25% de agregados reciclados (RCD)</b>				<b>253.761</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 32.**

**Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 50% de agregados reciclados de RCD**

<b>Materiales para 1 m3</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Cemento	bol	8.638	24.500	211.634
A. fino- cantera	m3	0.134	60.000	8.034
A. grueso- cantera	m3	0.196	65.000	12.750
A. fino- reciclado	m3	0.170	45.156	7.667
A. grueso- reciclado	m3	0.229	53.156	12.160
Agua	m3	0.207	5.000	1.036
<b>Precio de materiales para 50% de agregados reciclados (RCD)</b>				<b>253.282</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 33.**

**Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 75% de agregados reciclados de RCD**

<b>Materiales para 1 m3</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Cemento	bol	8.638	24.500	211.634
A. fino- cantera	m3	0.067	60.000	4.017
A. grueso- cantera	m3	0.098	65.000	6.375
A. fino- reciclado	m3	0.255	45.156	11.501
A. grueso- reciclado	m3	0.343	53.156	18.240
Agua	m3	0.207	5.000	1.036
<b>Precio de materiales para 75% de agregados reciclados (RCD)</b>				<b>252.804</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 34.**

**Costo de materiales para 1 m3 de concreto con 100% de agregados reciclados de RCD**

<b>Materiales para 1 m3</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Cemento	bol	8.132	24.500	199.246
A. fino- cantera	m3	0.000	60.000	0.000
A. grueso- cantera	m3	0.000	65.000	0.000
A. fino- reciclado	m3	0.346	45.156	15.628
A. grueso- reciclado	m3	0.361	53.156	19.203
Agua	m3	0.238	5.000	1.190
<b>Precio de materiales para 100% de agregados reciclados (RCD)</b>				<b>235.267</b>

Nota: (Elaboración propia, 2019)

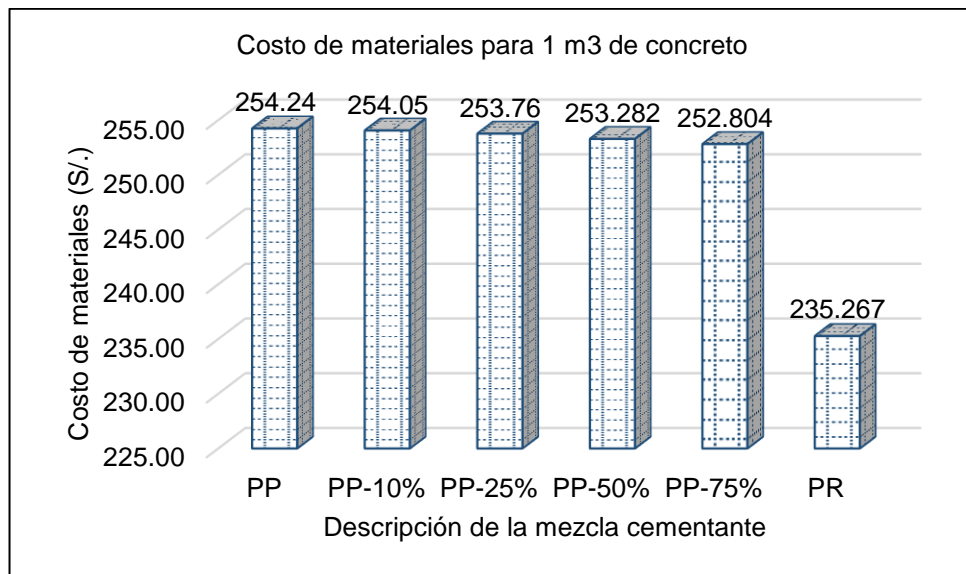
Al utilizar mayor cantidad de agregados reciclados para la elaboración de las mezclas cementantes, el precio o costo de los materiales también disminuye (Fig. 41) por tanto el costo del m3 de concreto también es menor. Pero al correlacionar el costo de los materiales para 1m3 de concreto con la resistencia a la compresión alcanzada por los especímenes elaborados con adición de 0, 10, 25, 50, 75 y 100% de agregados reciclados (Fig. 42) se determinó el costo beneficio de la propuesta (Tabla 35), concluyendo que es



económicamente viable el uso de agregados reciclados para la elaboración de concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Figura 41.**

**Costo de materiales para 1 m3 de concreto con agregados reciclados**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Tabla 35.**

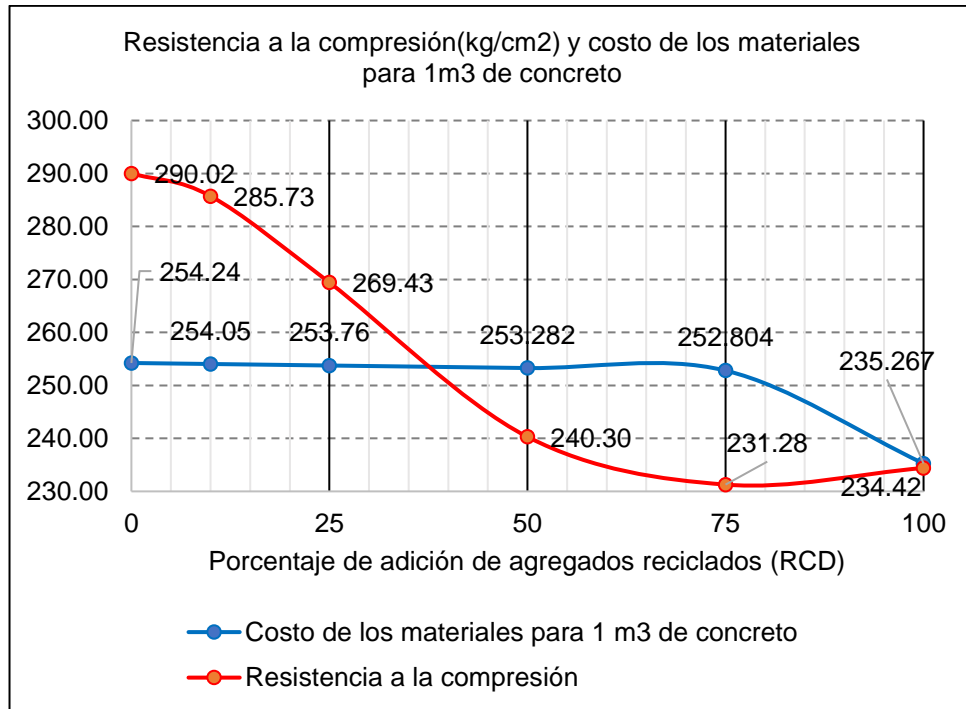
**Costo/beneficio del concreto con agregados reciclados de RCD**

Descripción	Porcentaje de adición de RCD (%)	Costo de los materiales para 1 m3 de concreto	Resistencia a la compresión	Costo/beneficio Rc
PP	0	254.24	290.02	0.877
PP-10%	10	254.05	285.73	0.889
PP-25%	25	253.76	269.43	0.942
PP-50%	50	253.282	240.30	1.054
PP-75%	75	252.804	231.28	1.093
PR	100	235.267	234.42	1.004

Nota: (Elaboración propia, 2019)

**Figura 42.**

**Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) y costo de los materiales para 1m<sup>3</sup> de concreto**



Nota: (Elaboración propia, 2019)

#### **4.2.4. Impacto ambiental**

El medio ambiente se tomó en cuenta como un factor más en el desarrollo del proyecto. Conocer el impacto ambiental que tiene como consecuencia, es el factor que no se puede dejar de lado y así ver que no afecte la calidad del ambiente. El análisis del impacto ambiental se realizó a través de la Matriz de Leopold, la cual se observa en la tabla 36.

**Tabla 36.**

**Matriz de Leopold**

EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, CHOTA, 2018		COMPONENTES DEL AMBIENTE	AIRE		AGUA			SUELO			PAISAJE			SOCIOECONÓMICO			SÍNTESIS				
			Calidad	Esporción de partículas	Sedimentación de ríos	Calidad	Turbidez	Toxicidad	Calidad	Residuos contaminantes	Reducción de	Fertilidad	Flora	Fauna	Calidad visual	Costo del concreto	Empleo	Explotación de canteras	N° DE INTERACCIONES		Σ
COMPONENTES Y ACCIONES DEL PROYECTO																		-	+	-	+
RECICLAJE	Reciclaje de RCDs.	+5 5		+9 8	+9 9	+4 5	+8 9	+1 8	+9 9	+3 7	+9 9	+4 5	+3 5	+1 6	+5 7	+7 8	+6 8	0	15	0 0	+95 108
	Carga, movilización y descarga de RCDs.	-4 3	-3 2					+3 2	-2 2	-1 3	+4 3	+3 3	+2 1	+5 6		+8 7		4	6	-10 10	+25 21
TRANSFORMACIÓN	Lavado de RCDs.				-4 2	-5 2	-2 3								+5 6		3	1	-11 7	+5 6	
	Chancado de RCDs.	-5 3	-5 2											+5 8	+5 6	+8 6	2	3	-10 5	+18 20	
	Tamizado de agregado fino y grueso reciclado.	-4 1	-5 2											+5 8	+5 6	+8 6	2	3	-9 3	+18 20	



En la Tabla 36, se tomó todos los factores ambientales probables a la contaminación al momento de reciclar y procesar los RCD, donde interpretando los promedios finales tenemos que con un valor de -3.64/2.27 hay una baja magnitud de contaminación sin importancia, y con +5.81/6.32 hay una mediana magnitud de descontaminación y medianamente importante, y esto significa una gran ayuda para el medio ambiente, esto se debería a que la tesis está enfocada en reciclar y reutilizar concretos que están destinados a botaderos o incluso abandonados a orillas de los ríos.

#### **4.2.5. Análisis estadístico ANOVA**

Para el análisis estadístico de la varianza (ANOVA) se utilizó el software Minitab\*19, con el fin de aseverar la hipótesis nula ( $H_0$ ) o aceptar la hipótesis alternativa ( $H_1$ ). Si el valor-p es menor que el nivel de significancia (0.05) rechazamos  $H_0$ , pero si el valor-p es mayor que el nivel de significancia aceptamos  $H_0$ .

$H_0$ : No hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños.

$H_1$ : Si hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños.

**Tabla 37****Datos de resistencia a la compresión para análisis estadístico****ANOVA**

<b>Diseño</b>	<b>EDAD</b>		
	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
<b>0%</b>	222.2	228.8	275.8
	229.4	270.8	300.6
	228.8	254.5	285
	230.8	257.8	294.9
	231	262.6	293.8
<b>10%</b>	211.4	256.2	305.7
	252.68	250.6	281.7
	225.6	254	283.1
	216.7	252.4	289.4
	224.8	283.1	288.7
<b>25%</b>	253.7	239.8	264.1
	195.5	296.7	255.9
	204.4	230.5	275.8
	200.8	247.4	281.9
	209.1	236.4	300.6
<b>50%</b>	216.4	225.4	214.2
	195.6	221.3	224.2
	200.3	219.2	240.5
	198.1	211.4	245.8
	173.3	170.4	250.7
<b>75%</b>	166.5	203.8	248.3
	226.3	258.5	219.7
	167.7	214.9	226.3
	172.5	199.4	231.7
	163.5	211.2	230.4
<b>100%</b>	156.2	247	239.4
	156.4	201.4	223.7
	170.4	214.4	247
	164.2	215.2	227.1
	184.7	220.9	234.9

Nota: (Elaboración propia, 2020)

**Tabla 38**

**Análisis de varianza en software Minitab\*19**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DISEÑO	5	40288	8057.5	95.25	0.000
EDAD	2	51295	25647.4	303.18	0.000
Error	70	5922	84.6		
Falta de ajuste	10	1277	127.7	1.65	0.114
Error puro	60	4645	77.4		
Total	77	96649			

Nota: (Elaboración propia, 2020)

**Tabla 39**

**Resumen de modelo estadístico Minitab\*19**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
9.19754	93.87%	93.26%	92.42%

Nota: (Elaboración propia, 2020)

En la tabla 38 el valor-p es 0.00 y es mucho menor que el valor de significancia de 0.05, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptamos la hipótesis alternativa ( $H_1$ ); por lo tanto, si hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños.

En la tabla 39 la medida estadística R-cuadrado es igual a 93.89%, lo que nos indica una alta confiabilidad de las mediciones hechas y que el modelo estadístico se ajusta a los datos. El R-cuadrado ajustado nos indica que tenemos un 93.26% de variación de la variable dependiente.

## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- 1) Los agregados reciclados presentan una granulometría con mayor cantidad de finos, representando el 131.78% del módulo de finura del agregado de cantera, no obstante, los agregados cumplen con los usos granulométricos especificados en la NTP 400.037. El peso específico y absorción del agregado fino reciclado representa el 78.76% y 939.60% del agregado de cantera, mientras que del agregado grueso reciclado representa el 85.75% y 502.94% del agregado de cantera. El peso unitario suelto y variado del agregado fino reciclado representa un 88.92% y 91.15% del agregado de cantera y en el agregado grueso reciclado representa un 82.48% y 78.22% del agregado de cantera. La resistencia al desgaste (abrasión) del agregado reciclado es 33.03% frente a un 22.04% del agregado grueso de cantera.
- 2) La proporción de diseño para concreto convencional  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  asciende a 1:2.77:1.89 de cemento: AG: AF y 23.96 litros de agua por bolsa de cemento. Para el diseño de mezcla con agregado reciclado de RCD se necesitó el 15.88% menos de agregado grueso, 8.47% más de agregado fino y 21.95% más de agua, que el diseño de mezcla patrón.
- 3) El concreto elaborado con agregado reciclado, presenta viabilidad técnica, económica y ambiental. Con la adición de agregado reciclado, el concreto elaborado logra cumplir la resistencia de diseño ACI-211 con  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ . El concreto elaborado con agregado



reciclado logra un menor precio de los materiales por m<sup>3</sup> de concreto hasta del 7.46% respecto al concreto convencional, así mismo el uso de RCD para elaborar concreto genera una mediana magnitud de descontaminación del medio ambiente.

## **5.2. Recomendaciones**

- 1) Según se incrementa el porcentaje de agregado reciclado va disminuyendo la manejabilidad de la mezcla de concreto debido a sus características del mismo. Por tanto, se recomienda utilizar un aditivo plastificante teniendo en cuenta el porcentaje de agregado reciclado que se está utilizando.
- 2) Realizar el análisis de los agregados combinando tanto los agregados de concreto reciclado y naturales, utilizando hasta un máximo de 25% de agregado reciclado y obtener la dosificación óptima de estos para mantener la resistencia axial del concreto convencional.
- 3) Puede ser usado para concretos simples y concretos ciclópeos y ver la posibilidad de instalar una planta procesadora de agregados reciclados y a si disminuir mucho más los costos de producción de estos agregados.
- 4) Esta tesis es una pequeña parte de una extensa investigación sobre la reutilización de RCD triturados como agregados reciclados en nuestro País, se deberían hacer estudio por cada tipo de concreto reciclado y de acuerdo a las resistencias que estos concretos fueron diseñados, así como también por cada tipo de resistencia que deseamos obtener, con el fin de ajustarlas a nuestro país o utilizar agregados reciclados provenientes de cualquier fuente.

## CAPÍTULO VI.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, J. y Serpell, A. (2012). Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis. *Revista de la construcción*, 11(2), 4-16. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2012000200002>
- Amat, J. (2016, enero). ANOVA análisis de varianza para comparar múltiples medias. Ciencia de datos. [https://www.cienciadedatos.net/documentos/19\\_anova](https://www.cienciadedatos.net/documentos/19_anova)
- Asencio, A. R. (2014). *Efectos de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$*  [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/493>
- Castaño, J.O., Rodríguez, R.M., Lasso, L.A., Gómez, A., y Ocampo, M.S. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes. *Tecnura*, 17(38), 121-129. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2013.4.a09>
- Comité ACI 211,1. (2002). *Práctica estándar para la selección de las proporciones para concreto de peso normal, peso pesado, y en concreto masivo*.
- Comité ACI 555R – 01. (2002). *La eliminación y reutilización de concreto endurecido*.
- Cruz, J. A., & Velásquez. R. (2004). *Concreto reciclado* [Tesis de Pregrado., Instituto Politécnico Nacional México]. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/4860>

- Díaz, L.G. (2020). *Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la elaboración de concretos en Colima*. [Tesis de maestría, Tecnológico Nacional de México]
- García, L.A. (2004). *Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña]
- Guacaneme, F.A. (2015). *Ventajas y usos del concreto reciclado*. [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada]
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill México
- Instituto Nacional de Calidad. (2011). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. Norma Técnica Peruana 400.017.
- Instituto Nacional de Calidad. (2014). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles*. Norma Técnica Peruana 400.019.
- Instituto Nacional de Calidad. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Norma Técnica Peruana 339.034.
- Instituto Nacional de Calidad. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland*. Norma Técnica Peruana 339.035.
- Instituto Nacional de Calidad. (2016). *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. Norma Técnica Peruana 339.033.

- Instituto Nacional de Calidad. (2017). *MANEJO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN. Manejo de residuos de la actividad de la construcción y demolición. Generalidades*. Norma Técnica Peruana 400.050.
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). *AGREGADOS. Agregados para el concreto. Requisitos*. Norma Técnica Peruana 400.037.
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Norma Técnica Peruana 400.012.
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Norma Técnica Peruana 339.185.
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Norma Técnica Peruana 400.022.
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Norma Técnica Peruana 400.021.
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado en agregados*. Norma Técnica Peruana 400.018.
- Instituto Nacional de Vías. (2013). *Especificaciones generales de construcción de carreteras. Artículo 630 - Concreto estructural*.
- Jaramillo, S. (2019). *Propuesta de alternativas para el aprovechamiento del ladrillo como RCD en Colombia – estudio de caso de Bogotá*. Universidad de La Salle.
- Jordan, J. C., & Viera, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado en obra* [Tesis de

- Pregrado, Universidad Nacional de Santa].  
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2084>
- Luna B., L., Frank E., C., Bruce B. H., & James R. B. (1971). *A Procedure for Evaluating Environmental Impact*. Washington D.C.: GEOLOGICAL SURVEY CIRCULAR 645.
- Mejía, E., Giraldo, J., y Martínez, L. (2013). Residuos de construcción y demolición Revisión sobre su composición, impactos y gestión. *Revista Cintex*, 18(1), 105-130.
- Montoya, E. (2014). *Prácticas sostenibles en la construcción de edificaciones* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/5976>
- Olaya, J.E., y Rojas, D.C. (2020). *Influencia de los residuos de construcción y demolición (RCD) provenientes de concreto en el comportamiento mecánico y al ataque de cloruros en morteros de cemento hidráulico*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia].
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2019). *La fiscalización ambiental en residuos sólidos*. [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=6471](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=6471)
- Pacheco, L.M. (2017). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido*. [Tesis de grado, Universidad José Carlos Mariátegui]
- Pacheco, C.A., Fuentes, L.G., Sánchez, E.H., y Rondón, H.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*, 35(2), 533-555.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). *Concreto Armado*. Norma Técnica de Edificaciones E.060.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2010). *Pavimentos Urbanos*. Norma Técnica CE.010.

- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*, 5ª ed. Pontificia Universidad Javeriana. ISBN 958-9247-04-0.
- Saravia, F. (2019). *Los agregados reciclados de concreto como una alternativa de reciclaje para los residuos de construcción y demolición*. [Tesis de grado, Universidad Científica del Sur de Lima].
- Silva-Urrego, Y. y Delvasto-Arjona, S. (2020). Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes. *Informe técnico*, 85(1), 44-57.  
<https://doi.org/10.23850/22565035.2502>
- Sumari, J. C. (2016). *Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento portland tipo I* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería].  
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5379>
- Tafur, Y. (2015). *Estudio del comportamiento físico-mecánico del concreto diseñado y elaborado con agregado grueso reciclado en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/638>
- Ticlla, J. (2018). *Tecnología del concreto, Diseño de mezclas de concreto – I* Parte. <https://afly.co/5q74>

## CAPÍTULO VII.

### ANEXOS

#### *Anexo N° 1. Matriz de consistencia*

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e instrumentos
<p>¿Cuáles son los resultados de la evaluación del concreto elaborado con residuos de construcción y demolición de la ciudad de chota?</p>	<p><b>Objetivo general:</b>                      Evaluar el concreto elaborado con residuos de construcción y demolición de la ciudad de chota, a fin de cumplir con las normas técnicas.</p>	<p>El concreto elaborado con residuos de construcción y demolición, cumple con los estándares de calidad requeridos en las Normas Técnicas.</p>	<p><b>Técnicas</b>                      Observación                      Experimentación                      Comparación</p>
	<p><b>Objetivos específicos:</b>                      Analizar las propiedades físico – mecánicas de los agregados producto de la demolición de concreto reciclado, para diseño de mezclas de este concreto.                       Elaborar diseño de mezcla con el método del Comité ACI 211.                       Comparar técnica, económica y ambientalmente el concreto elaborado con Residuos de Construcción y Demolición con un concreto convencional con agregados de la cantera de Conchan para una resistencia <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></p>		<p><b>Instrumentos:</b>                      Fotografías                      Formatos de ensayos de laboratorio                      Hojas de comparación técnica, económica y ambiental.</p>

## **Anexo N° 2. Panel fotográfico**

### **Agregado grueso de la cantera “Idrogo”**

Foto N° 01: Adquisición de piedra chancada de la cantera “IDROGO” ubicada en el C.P. “San Juan del Suro”, provincia de Chota.



Fecha: 25/07/2019

Foto N° 02: Proceso de selección de la muestra representativa mediante el cuarteo para los ensayos de laboratorio.



Fecha: 19/08/2019



Foto N° 03: Pesado de agregado grueso de cantera para realizar el análisis granulométrico.



Fecha: 19/08/2019

Foto N° 04: Proceso de Tamizado durante 5 minutos en el agitador mecánico.



Fecha: 19/08/2019

Foto N° 05: Pesado de muestra para ensayo de peso específico y absorción.



Fecha: 20/08/2019

Foto N° 06: Secado superficial de la muestra para obtener la muestra saturada con superficie seca.



Fecha: 21/08/2019

Foto N° 07: Llenado de olla con AG para ensayo de peso unitario suelto.



Fecha: 08/09/2019

Foto N° 08: Pesado de olla más muestra de AG para ensayo de peso unitario suelto.



Fecha: 08/09/2019

Foto N° 09: Llenado de olla con AG para ensayo de peso unitario variado.



Fecha: 09/09/2019

Foto N° 10: Pesado de olla más muestra de AG para ensayo de peso unitario variado.



Fecha: 09/09/2019

Foto N° 11: Lavado de agregado grueso para verificar el porcentaje de finos que pasan el tamiz # 200.



Fecha: 22/09/2019

Foto N° 12: Retirado de muestra después de las 500 revoluciones para ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles.



Fecha: 24/09/2019

Foto N° 13: Pesado de muestra final después de secado en estufa para ensayo de abrasión.



Fecha: 25/09/2019

**Agregado fino de la cantera “Conchán”**

Foto N° 14: Visita para la adquisición de agregado fino de la cantera de Conchan.



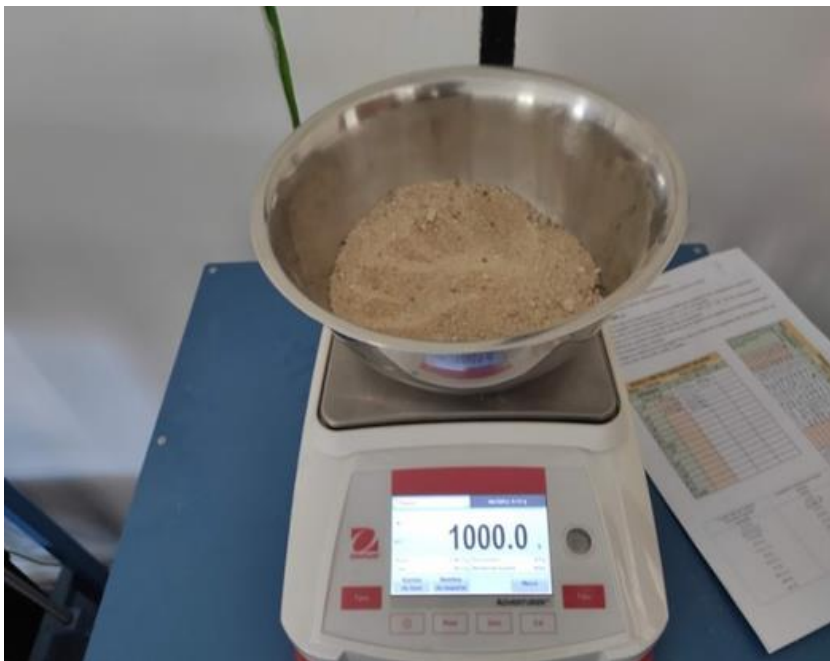
Fecha: 27/07/2019

Foto N° 15: Cuarteo para inicio de análisis granulométrico de arena.



Fecha: 20/08/2019

Foto N° 16: Pesado de 1 kg de agregado fino para tamizar en el agitador mecánico.



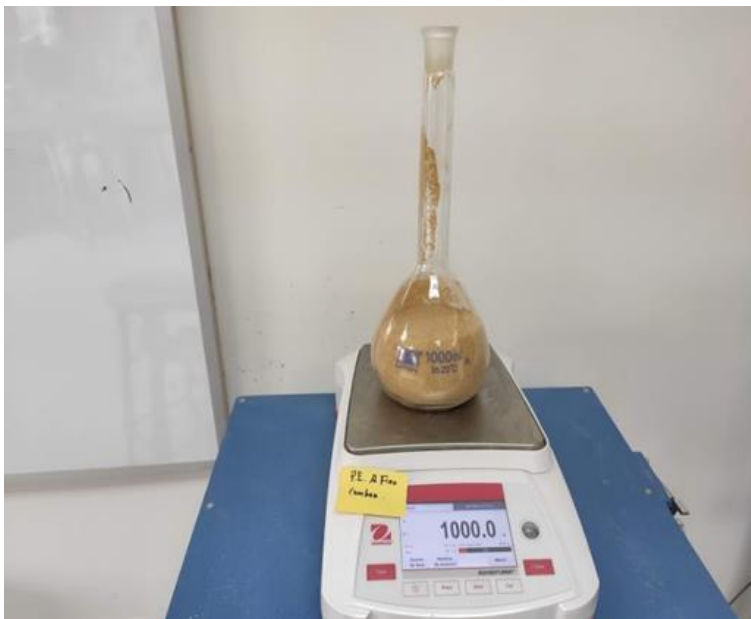
Fecha: 20/08/2019

Foto N° 17: Realizando el ensayo superficial de humedad que es parte del procedimiento para encontrar el peso específico.



Fecha: 04/09/2019

Foto N° 18: Muestra en envase graduado para ensayo de peso específico y absorción.



Fecha: 04/09/2019

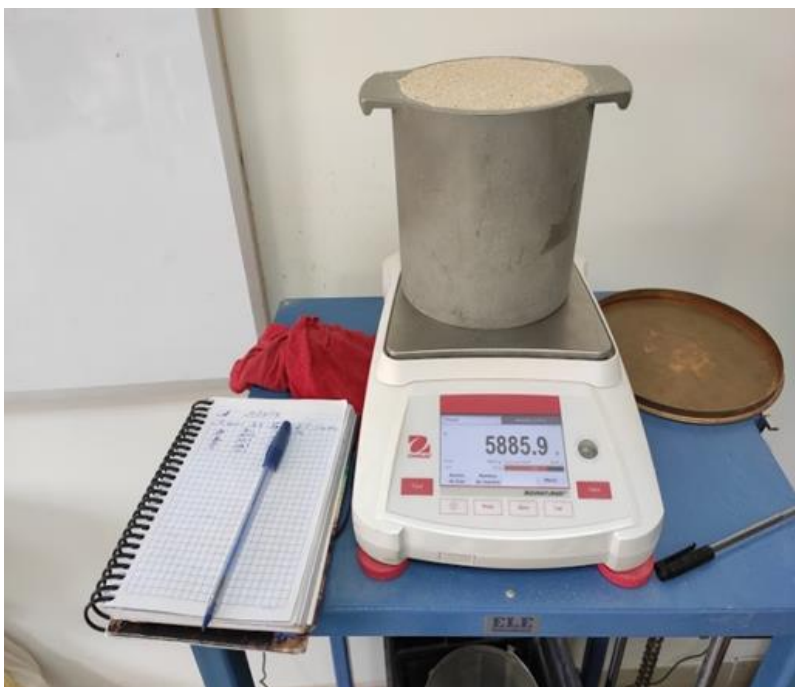


Foto N° 19: Llenado de olla para realizar ensayo de peso unitario suelto del AF.



Fecha: 09/09/2019

Foto N° 20: Pesado de muestra más olla para ensayo de peso unitario suelto.



Fecha: 09/09/2019

Foto N° 21: Llenado de olla para realizar ensayo de peso unitario variado del AF.



Fecha: 10/09/2019

Foto N° 22: Pesado de muestra AF más olla para ensayo de peso unitario variado.



Fecha: 10/09/2019

Foto N° 23: Lavado de AF en ensayo de porcentaje que pasa tamiz # 200.



Fecha: 22/09/2019

**Agregado grueso reciclado**

Foto N° 24: Concreto reciclado almacenado en la chancadora de piedra.



Fecha: 28/06/2019

Foto N° 25: Rompiendo el concreto reciclado para que se pueda procesar en la trituradora.



Fecha: 29/06/2019

Foto N° 26: Concreto reciclado listo para su procesado.



Fecha: 29/06/2019

Foto N° 27: Obtención de agregado grueso reciclado.



Fecha: 04/07/2019

Foto N° 28: Tamizado y traslado de material reciclado al laboratorio de materiales.



Fecha: 04/07/2019

Foto N° 29: Gradación del agregado grueso reciclado



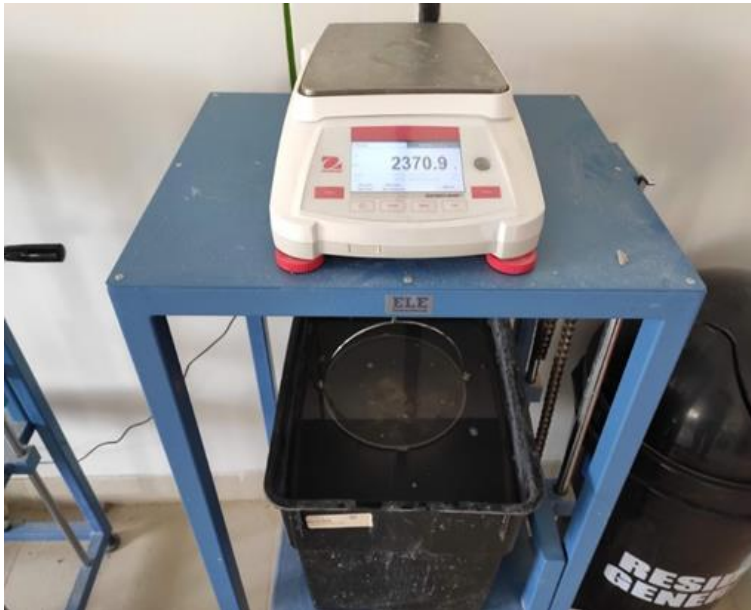
Fecha: 17/07/2019

Foto N° 30: Pesos retenidos en tamices – análisis granulométrico.



Fecha: 17/07/2019

Foto N° 31: Peso sumergido de muestra más canastilla – Peso específico y absorción del AG reciclado.



Fecha: 24/07/2019

Foto N° 32: Muestra en la máquina de los ángeles para ensayo de abrasión del AG reciclado.



Fecha: 20/08/2019

Foto N° 33: Muestra seca al horno después de pasar por la máquina de los ángeles - ensayo de abrasión.



Fecha: 21/08/2019

Foto N° 34: Ensayo de peso unitario suelto del AG reciclado.



Fecha: 22/08/2019



Foto N° 35: Peso de muestra en olla - Ensayo de peso unitario suelto.



Fecha: 22/08/2019

Foto N° 36: Peso unitario variado del AG reciclado.



Fecha: 23/08/2019

Foto N° 37: Cantidad de finos que pasan el tamiz # 200.



Fecha: 22/09/2019

### **Agregado fino reciclado**

Foto N° 38: Material sobrante del tamizado de agregado grueso reciclado y que se tamizara para obtener agregado fino reciclado.



Fecha: 05/07/2019

Foto N° 39: Agregado fino reciclado después de pasar por el tamiz de 3/8".



Fecha: 23/07/2019

Foto N° 40: Pesos retenidos de agregado fino reciclado – Análisis granulométrico.



Fecha: 17/07/2019

Foto N° 41: Peso de muestra más peso de la fiola del AF reciclado para ensayo de peso específico y absorción.



Fecha: 24/07/2019

Foto N° 42: Peso final de muestra después de pasar por la estufa durante 24 horas.



Fecha: 25/07/2019

Foto N° 43: Ensayo de peso unitario suelto de agregado fino reciclado.



Fecha: 22/08/2019

Foto N° 44: Ensayo de peso unitario variado del AF reciclado.



Fecha: 23/08/2019

Foto N° 45: Porcentaje de material fino que pasa el tamiz # 200.



Fecha: 22/09/2019

### **Concreto fresco y endurecido**

Foto N° 46: Pesado de materiales para la mezcla de concreto.



Fecha: 02/10/2019

Foto N° 47: Mezclado de concreto.



Fecha: 02/10/2019

Foto N° 48: Medición de temperatura al concreto fresco.



Fecha: 02/10/2019

Foto N° 49: Ensayo de slump con el cono de Abrams.



Fecha: 02/10/2019

Foto N° 50: Ensayo de contenido de aire por el método de presión.



Fecha: 02/10/2019



Foto N° 51: Ensayo de peso específico de concreto fresco.



Fecha: 02/10/2019

Foto N° 52: Varillado en el llenado de probetas.



Fecha: 02/10/2019

Foto N° 53: Acabado superior de probetas



Fecha: 02/10/2019

Foto N° 54: Desmolde y codificación de probetas.



Fecha: 11/10/2019

Foto N° 55: Curado de probetas hasta su ruptura.



Fecha: 15/10/2019

Foto N° 56: Colocación de probeta en máquina de compresión.



Fecha: 28/10/2019

Foto N° 57: Ensayo de compresión axial con una falla del tipo 2.



Fecha: 07/11/2019

### Anexo N° 3. Ficha técnica de cemento tipo I



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
 Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
 Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
 Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04  
 Versión 03

## Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo, 23 de Febrero del 2018

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.1	Máximo 0.0
SO3	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.60	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3740	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECIFICA

#### Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	30.1 (307)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	36.9 (376)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	43.2 (441)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

#### Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	158	Mínimo 45
Fraguado Final	min	272	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-01-2018 al 31-01-2018.  
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Diciembre 2017.

(\*) Requisito opcional.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado  
 Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

#### Anexo N° 4. Cotización de maquinaria para la movilización de RCD



## CORPORACIÓN JCB CONSTRUCTORES E.I.R.L

Dirección: Av. Agricultura 171-175 – Chota.

Área de asistencia y ventas : CEL: 954570169 – RPC #954570169. FIJ: 076351959

Señor: FERNÁNDEZ PÉREZ, Neyser  
Gerente general.: COLUNCHE BUSTAMANTE, Jorge Luis  
RUC: 20602214711

De nuestra consideración le presentamos nuestra cotización de flete terrestre en camión volquete de 10 m3.

- De la ciudad de Chota a la Chancadora de piedra San Juan en el río Chotano, y de la chancadora hacia la ciudad de Chota

Equipos	Costo unitario (S/.)
Cargador frontal (hm)	180.00
Transporte de material volquete 10 m3 (hm)	70.00

El presupuesto a todo costo tiene un monto de **250 soles** por viaje en el punto señalado.

- ❖ La Cotización tiene una validez de 30 días.
- ❖ La Cotización incluye IGV (18%).

Chota, 10 de noviembre del 2020

  
CORPORACIÓN JCB CONSTRUCTORES E.I.R.L.  
Jorge Luis Colunche Bustamante  
GERENTE GENERAL

***Anexo N° 5. Diseños de mezcla***

## Diseño de mezclas para concreto patrón (Método ACI-211)

### 1. CÁLCULO DE F'cr (Resistencia Promedio Requerida)

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

a). Cuando Tenemos la Desviación Estándar

$$F'cr = F'c + 1.34 * S \rightarrow (i)$$

$$F'cr = F'c + 2.33 * S - 35 \rightarrow (ii)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

$x_i$  = Valores de resistencia obtenidos en probetas estándar.

$\bar{x}$  = Promedio de valores de resistencia obtenidos en probetas estándar.

b). Cuando no Tenemos Registro de Resistencia, Correspondientes a Obras Anteriores

F'c	F'cr
Menos de 210	F'c + 70
210 - 350	F'c + 84
> 350	1.1 * F'c + 50

c). Teniendo en Cuenta el Control de Calidad en la Obra

Regular o Malo	1.3 * F'c a 1.5 * F'c
Bueno	1.2 * F'c
Excelente	1.1 * F'c

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



**2. Contenido de Aire**

Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Contenido de Aire	2.00%

**3. Contenido de Agua**

Slump	3"-4"
Contenido de Agua	205.00 lts/m <sup>3</sup>

**4. Relación Agua/Cemento (Por Resistencia F'cr)**

$$\begin{array}{r}
 250.00 \quad \text{-----} \quad 0.62 \\
 294.00 \quad \text{-----} \quad X \\
 300.00 \quad \text{-----} \quad 0.55
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 \\
 \hline
 6.00 \\
 0.38 - X
 \end{array}
 =
 \begin{array}{r}
 \\
 \hline
 50.00 \\
 -0.07
 \end{array}$$

<b>X =</b>	<b>0.558 A/C</b>
------------	------------------

**5. Contenido de Cemento**

$$\frac{205.00 \text{ lts}}{C} = 0.558$$

<b>C =</b>	<b>367.12 kg</b>
<b>Factor C =</b>	<b>8.64 bls</b>

## 6. Peso del Agregado Grueso

$$\text{Peso A. G.} = \frac{b}{b_0} * \text{Peso U. S. C.}$$

<b>Peso A.G.</b>	<b>1016.07 kg</b>
------------------	-------------------

## 7. Volumen Absoluto

Cemento	0.119 m3
Agua	0.20525 m3
Aire	0.020 m3
A.G.	0.392 m3
<b>Total</b>	<b>0.736 m3</b>
<b>A.F.</b>	<b>0.264 m3</b>

## 8. Peso del Agregado Fino

<b>Peso A.F.</b>	<b>684.32 kg</b>
------------------	------------------

## 9. Presentación del Diseño en Estado Seco

<b>Cemento</b>	<b>367.12 kg</b>
<b>A.F.</b>	<b>684.32 kg</b>
<b>A.G.</b>	<b>1016.07 kg</b>

Agua	205.00 kg
------	-----------

### 10. Corrección por Humedad de los Agregados

a). Agregado Fino

A.F. Final	694.13 kg
------------	-----------

b). Agregado Grueso

A.G. Final	1018.11 kg
------------	------------

### 11. Aporte de Agua a la Mezcla

a). Agregado Fino

A.F. Final	2.94 lts
------------	----------

b). Agregado Grueso

A.G. Final	-4.91 lts
Total	-1.97 lts

### 12. Agua Efectiva

Agua =	206.97 lts
--------	------------

### 13. Proporciónamiento del Diseño

	RESUMEN			
	Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua
Dosificación en Peso	367.12 kg	1018.11 kg	694.13 kg	206.97 lts
<b>Proporciones del Diseño</b>	<b>1.00</b>	<b>2.77</b>	<b>1.89</b>	<b>23.96 lts</b>

## Diseño de mezclas para concreto reciclado (Método ACI-211)

### 1. CÁLCULO DE $F'_{cr}$ (Resistencia Promedio Requerida)

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

a). Cuando Tenemos la Desviación Estándar

$$F'_{cr} = F'c + 1.34 * S \rightarrow (i)$$

$$F'_{cr} = F'c + 2.33 * S - 35 \rightarrow (ii)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

$x_i$  = Valores de resistencia obtenidos en probetas estándar.

$\bar{x}$  = Promedio de valores de resistencia obtenidos en probetas estándar.

b). Cuando no Tenemos Registro de Resistencia, Correspondientes a Obras Anteriores

$F'c$	$F'_{cr}$
Menos de 210	$F'c + 70$
210 - 350	$F'c + 84$
> 350	$1.1 * F'c + 50$

c). Teniendo en Cuenta el Control de Calidad en la Obra

Regular o Malo	$1.3 * F'c$ a $1.5 * F'c$
Bueno	$1.2 * F'c$
Excelente	$1.1 * F'c$

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

**2. Contenido de Aire**

Tamaño Máximo Nominal	1"
Contenido de Aire	1.50%

**3. Contenido de Agua**

Slump	3"-4"
Contenido de Agua	193.00 lts/m3

**4. Relación Agua/Cemento (Por Resistencia F'cr)**

$$\begin{array}{r}
 250.00 \quad \text{-----} \quad 0.62 \\
 294.00 \quad \text{-----} \quad X \\
 300.00 \quad \text{-----} \quad 0.55
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \\
 \hline
 6.00 \\
 0.38 - X
 \end{array}
 \quad
 =
 \quad
 \begin{array}{r}
 \\
 \hline
 50.00 \\
 -0.07
 \end{array}$$

<b>X =</b>	<b>0.558 A/C</b>
------------	------------------

**5. Contenido de Cemento**

$$\frac{193.00 \text{ lts}}{C} = 0.558$$

<b>C =</b>	<b>345.63 kg</b>
<b>Factor C =</b>	<b>8.13 bls</b>

**6. Peso del Agregado Grueso**

$$\text{Peso A. G.} = \frac{b}{b_0} * \text{Peso U. S. C.}$$

<b>Peso A.G.</b>	<b>765.17 kg</b>
------------------	------------------

**7. Volumen Absoluto**

Cemento	0.112 m3
Agua	0.19324 m3
Aire	0.015 m3
A.G.	0.344 m3
<b>Total</b>	<b>0.664 m3</b>
<b>A.F.</b>	<b>0.336 m3</b>

**8. Peso del Agregado Fino**

<b>Peso A.F.</b>	<b>686.15 kg</b>
------------------	------------------

**9. Presentación del Diseño en Estado Seco**

<b>Cemento</b>	<b>345.63 kg</b>
<b>A.F.</b>	<b>686.15 kg</b>
<b>A.G.</b>	<b>765.17 kg</b>
<b>Agua</b>	<b>193.00 kg</b>

### 10. Corrección por Humedad de los Agregados

a). Agregado Fino

A.F. Final	707.44 kg
------------	-----------

b). Agregado Grueso

A.G. Final	803.88 kg
------------	-----------

### 11. Aporte de Agua a la Mezcla

a). Agregado Fino

A.F. Final	-52.31 lts
------------	------------

b). Agregado Grueso

A.G. Final	7.70 lts
Total	-44.61 lts

### 12. Agua Efectiva

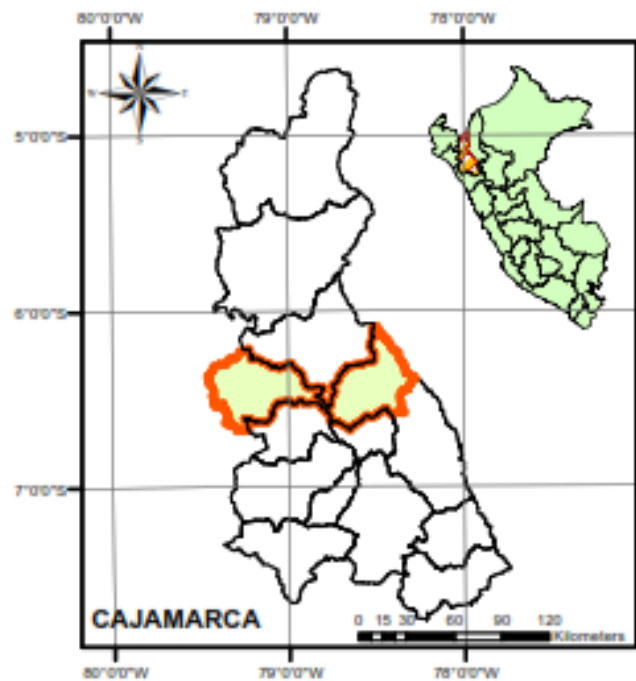
Agua =	237.61 lts
--------	------------

### 13. Proporcionamiento del Diseño

	RESUMEN			
	Cemento	A.G.	A.F.	Agua
Dosificación en Peso	345.63 kg	803.88 kg	707.44 kg	237.61 lts
<b>Proporciones del Diseño</b>	<b>1.00</b>	<b>2.33</b>	<b>2.05</b>	<b>29.22 lts</b>

***Anexo N° 6. Plano de ubicación y localización***





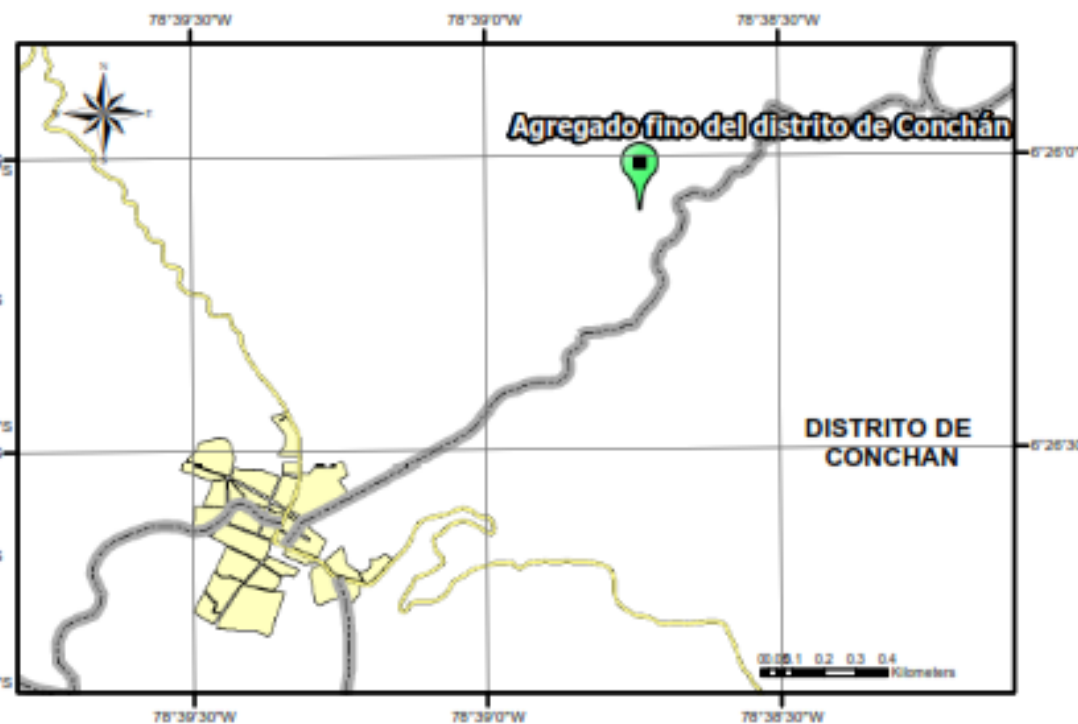
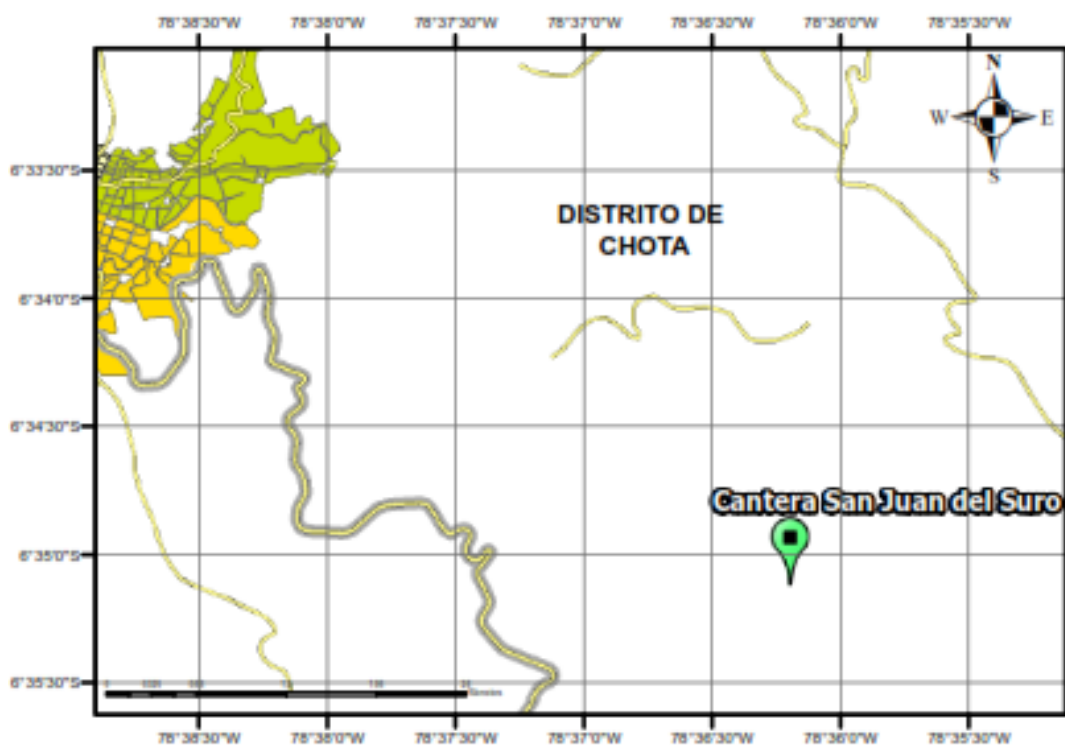
**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE CHOTA**

¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

PROYECTO: Evaluación del concreto elaborado con residuos de construcción y demolición, Chota, 2018

**PLANO: UBICACIÓN DE LAS  
CANTERAS**

ELABORADO POR: Neyser  
Fernandez Perez



***Anexo N° 7. Análisis estadístico ANOVA***

## Modelo lineal general: Kg/cm<sup>2</sup> vs. DISEÑO; EDAD

### Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

### Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
DISEÑO	Fijo	6	0.00%; 10.00%; 25.00%; 50.00%; 75.00%; 100.00%
EDAD	Fijo	3	14 días; 28 días; 7 días

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DISEÑO	5	40288	8057.5	95.25	0.000
EDAD	2	51295	25647.4	303.18	0.000
Error	70	5922	84.6		
Falta de ajuste	10	1277	127.7	1.65	0.114
Error puro	60	4645	77.4		
Total	77	96649			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
9.19754	93.87%	93.26%	92.42%

### Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	229.26	1.04	219.40	0.000	
DISEÑO					
0.00%	30.80	2.26	13.61	0.000	1.69
10.00%	23.62	2.41	9.82	0.000	1.78
25.00%	7.54	2.41	3.13	0.003	1.78
50.00%	-9.69	2.33	-4.16	0.000	1.73
75.00%	-27.22	2.33	-11.67	0.000	1.73
EDAD					
14 días	2.89	1.51	1.92	0.059	1.36
28 días	29.33	1.46	20.06	0.000	1.36

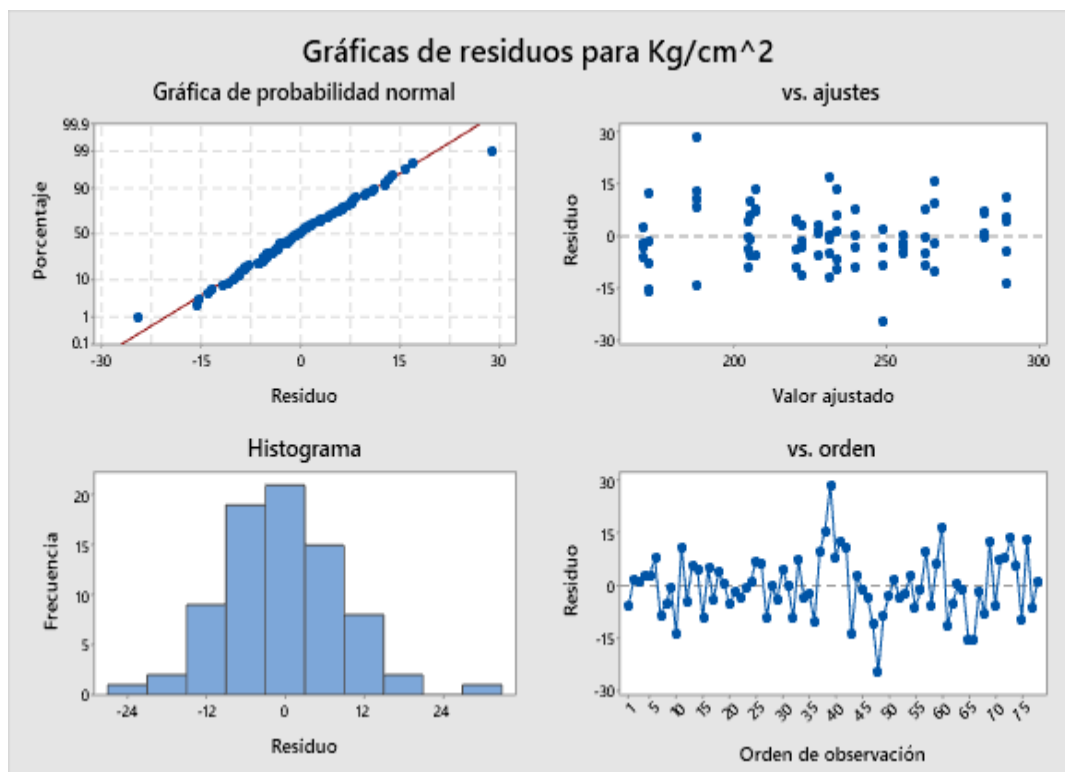
## Ecuación de regresión

$$\begin{aligned} \text{Kg/cm}^2 = & 229.26 + 30.80 \text{ DISEÑO}_{0.00\%} + 23.62 \text{ DISEÑO}_{10.00\%} \\ & + 7.54 \text{ DISEÑO}_{25.00\%} \\ & - 9.69 \text{ DISEÑO}_{50.00\%} - 27.22 \text{ DISEÑO}_{75.00\%} \\ & - 25.06 \text{ DISEÑO}_{100.00\%} + 2.89 \text{ EDAD}_{14} \\ & \text{días} + 29.33 \text{ EDAD}_{28} \text{ días} - 32.21 \text{ EDAD}_{7} \text{ días} \end{aligned}$$

## Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes

Obs	Kg/cm <sup>2</sup>	Ajuste	Resid	Resid est.
39	216.40	187.36	29.04	3.33 R
48	224.20	248.90	-24.70	-2.84 R

### Residuo grande R



***Anexo N° 8. Formatos de ensayos de laboratorio***



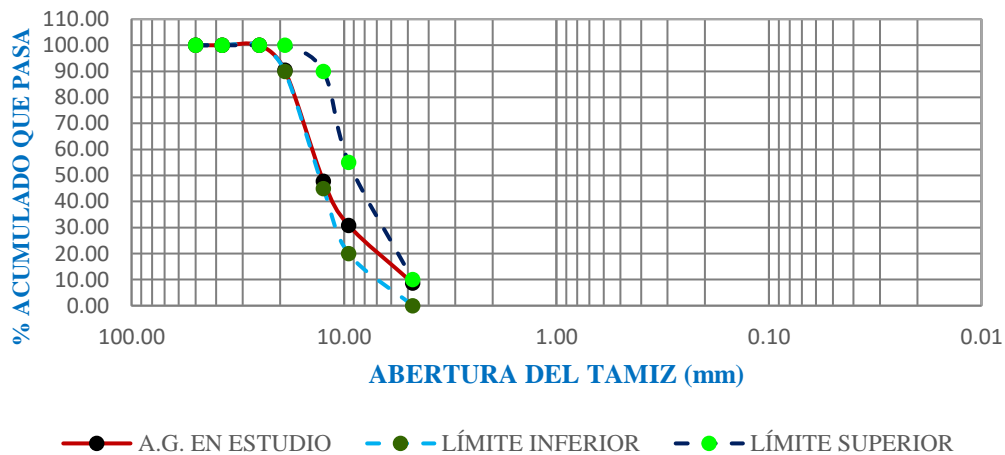
**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Análisis Granulométrico del Agregado Grueso - Cantera**

<b>ORIGEN :</b>	Material de la cantera "Idrogo" – Comunidad de San Juan del Suro - Chota				
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	5000 gr				
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysler Fernández Pérez				
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.012: 2018				
<b>PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):</b>	0.00				
<b>FECHA:</b>	19 y 20 de agosto del 2019				
<b>N° Tamiz</b>	<b>Abertura del Tamiz (mm)</b>	<b>Masa Retenida</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% Que Pasa Acumulado</b>
1"	25.00 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.00 mm	480.20 gr	9.60%	9.60%	90.40%
1/2"	12.50 mm	2127.40 gr	42.55%	52.15%	47.85%
3/8"	9.50 mm	852.70 gr	17.05%	69.21%	30.79%
# 4	4.75 mm	1105.90 gr	22.12%	91.33%	8.67%
Fondo	-----	433.70 gr	8.67%	100.00%	0.00%
Total Final (Peso después del tamizado)		4999.90 gr	100.00%	-----	-----
Tamaño Máximo Nominal (TMN)		3/4"			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso tal y como se extrajo de la cantera.

**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**

**CAROLINA E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

**Asesor**



## LABORATORIO DE MATERIALES

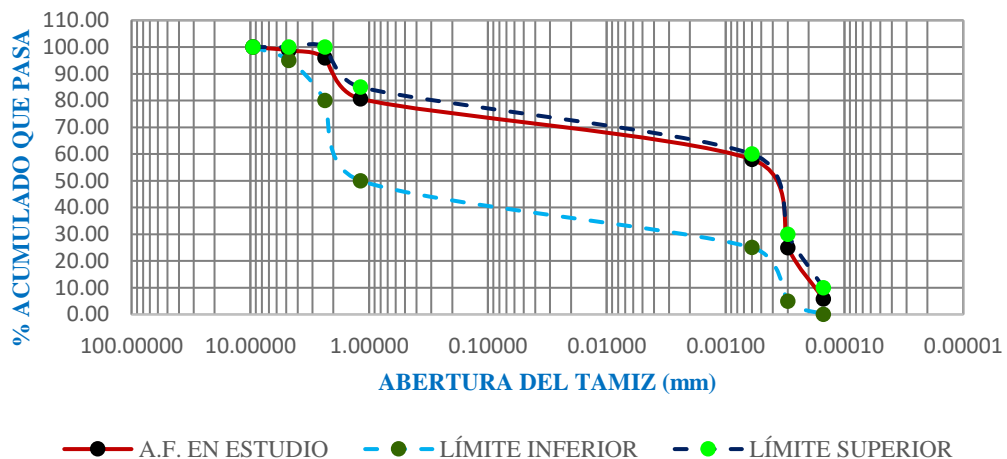


### INFORME DE ENSAYO

#### Análisis Granulométrico del Agregado Fino - Cantera

<b>ORIGEN</b> :	Material de la cantera de Conchán, ubicada en la carretera Chota – Tacabamba				
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	1000 gr				
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysier Fernández Pérez				
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.012: 2018				
<b>PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):</b>	0.01				
<b>FECHA:</b>	20 y 21 de agosto del 2019				
N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Masa Retenida	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado
3/8"	9.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	12.50 gr	1.25%	1.25%	98.75%
# 8	2.36 mm	27.60 gr	2.76%	4.01%	95.99%
# 16	1.18 mm	153.50 gr	15.35%	19.36%	80.64%
# 30	600.00 mm	226.50 gr	22.65%	42.01%	57.99%
# 50	300.00 mm	330.20 gr	33.02%	75.04%	24.96%
# 100	150.00 mm	191.50 gr	19.15%	94.19%	5.81%
Fondo	-----	58.10 gr	5.81%	100.00%	0.00%
Total Final (Peso después del tamizado)		999.90 gr	100.00%	-----	-----
Módulo de Fineza (MF)		2.36			

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado fino tal y como se extrajo de la cantera.

**Alex Ricardo Cieza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

**CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

Resp. Laboratorio

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad Total**  
**Evaporable del Agregado Grueso - Cantera por secado**

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera “Idrogo” – Comunidad de San Juan del Suro - Chota		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 1000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 339.185: 2018		
<b>FECHA:</b>	30 de setiembre y 01 de octubre del 2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	883.90 gr	498.80 gr	883.90 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	4383.90 gr	3998.80 gr	4383.90 gr
Peso del recipiente + muestra seca	4377.30 gr	3991.50 gr	4376.80 gr
Peso de la muestra húmeda original	3500.00 gr	3500.00 gr	3500.00 gr
Peso de la muestra seca	3493.40 gr	3492.70 gr	3492.90 gr
Peso del agua	6.60 gr	7.30 gr	7.10 gr
Porcentaje de humedad	0.19%	0.21%	0.20%
Porcentaje de humedad (Promedio)	0.20%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso tal y como se extrajo de la cantera.

**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**

**CECILIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

**Asesor**





**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad Total**  
**Evaporable del Agregado Fino- Cantera por secado**

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera de Conchán, ubicada en la carretera Chota – Tacabamba		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 1000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 339.185: 2018		
<b>FECHA:</b>	30 de setiembre y 01 de octubre del 2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	159.70 gr	93.80 gr	93.20 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	1159.70 gr	1093.80 gr	1093.20 gr
Peso del recipiente + muestra seca	1145.50 gr	1079.70 gr	1079.10 gr
Peso de la muestra húmeda original	1000.00 gr	1000.00 gr	1000.00 gr
Peso de la muestra seca	985.80 gr	985.90 gr	985.90 gr
Peso del agua	14.20 gr	14.10 gr	14.10 gr
Porcentaje de humedad	1.44%	1.43%	1.43%
Porcentaje de humedad (Promedio)	1.43%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado fino tal y como se extrajo de la cantera.

  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**CECILIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales más Finos que Pasan por el Tamiz Normalizado 75  $\mu$ m (N.º 200) por Lavado en el Agregado Grueso- Cantera**

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera "Idrogo" – Comunidad de San Juan del Suro - Chota		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 3000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.018: 2018		
<b>FECHA:</b>	22 y 23 de setiembre del 2019		
	Descripción		
	Agregado Grueso		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	281.50 gr	295.80 gr	281.50 gr
Peso del recipiente + muestra	3281.50 gr	3295.80 gr	3281.50 gr
Peso seco de la muestra original	3000.00 gr	3000.00 gr	3000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	3256.20 gr	3268.00 gr	3255.10 gr
Peso seco de la muestra ensayada	2974.70 gr	2972.20 gr	2973.60 gr
Material que pasa la malla # 200	25.30 gr	27.80 gr	26.40 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	0.84%	0.93%	0.88%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	0.88%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso tal y como se extrajo de la cantera.

  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales más Finos que Pasan por el Tamiz Normalizado 75 µm (N.º 200) por Lavado en el Agregado Fino- Cantera.**

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera de Conchán, ubicada en la carretera Chota – Tacabamba		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 1000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysler Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.018: 2018		
<b>FECHA:</b>	22 y 23 de setiembre del 2019		
Descripción		Agregado Fino	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	159.70 gr	150.90 gr	159.70 gr
Peso del recipiente + muestra	1259.70 gr	1250.90 gr	1259.70 gr
Peso seco de la muestra original	1100.00 gr	1100.00 gr	1100.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	1222.00 gr	1219.10 gr	1224.10 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1062.30 gr	1068.20 gr	1064.40 gr
Material que pasa la malla # 200	37.70 gr	31.80 gr	35.60 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	3.43%	2.89%	3.24%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	3.18%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado fino tal y como se extrajo de la cantera.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CAROLINA BENAVIDEZ NUNEZ  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Peso Específico) del Agregado Grueso.

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera “Idrogo” – Comunidad de San Juan del Suro - Chota		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 4000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.021: 2018		
<b>FECHA:</b>	20, 21 y 22 de agosto del 2019		
	Descripción		
	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	1017.50 gr	1017.50 gr	1017.50 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5017.50 gr	5017.50 gr	5017.50 gr
Peso de la muestra seca en el aire	4000.00 gr	4000.00 gr	4000.00 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5042.30 gr	5042.30 gr	5044.80 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	4024.80 gr	4024.80 gr	4027.30 gr
Peso en el agua de la muestra saturada	2487.10 gr	2485.20 gr	2486.20 gr
Peso final de la muestra + recipiente	4882.60 gr	4866.80 gr	4657.90 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	3982.50 gr	3982.80 gr	3982.70 gr
Densidad del agua	998.766 gr/cm <sup>3</sup>	998.766 gr/cm <sup>3</sup>	998.766 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa (pem)	2598.08 gr/cm <sup>3</sup>	2594.87 gr/cm <sup>3</sup>	2592.35 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2614.19 gr/cm <sup>3</sup>	2610.96 gr/cm <sup>3</sup>	2610.04 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente (Pea)	2640.67 gr/cm <sup>3</sup>	2637.35 gr/cm <sup>3</sup>	2639.10 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa (pem) Promedio	2595.10 gr/cm <sup>3</sup>		
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS) Promedio	2611.73 gr/cm <sup>3</sup>		
Peso específico aparente (Pea) Promedio	2639.04 gr/cm <sup>3</sup>		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso tal y como se extrajo de la cantera.

  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**CECILIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción del**  
**Agregado Grueso- Cantera**

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera “Idrogo” – Comunidad de San Juan del Suro - Chota		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 4000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.021: 2018		
<b>FECHA:</b>	20, 21 y 22 de agosto del 2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	1017.50 gr	1017.50 gr	1017.50 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5017.50 gr	5017.50 gr	5017.50 gr
Peso de la muestra seca en el aire	4000.00 gr	4000.00 gr	4000.00 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5042.30 gr	5047.30 gr	5044.80 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	4024.80 gr	4029.80 gr	4027.30 gr
Peso final de la muestra + recipiente	4882.60 gr	4866.80 gr	4657.90 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	3982.50 gr	3982.80 gr	3982.70 gr
Absorción (Ab)	0.62%	0.75%	0.68%
Absorción (Ab) Promedio	0.68%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso tal y como se extrajo de la cantera.

**Alex Ricardo Cleza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

**CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Peso Específico) del Agregado Fino**

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera de Conchán, ubicada en la carretera Chota – Tacabamba		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Ensayo 1000 gr y 2 ensayos de 500 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysler Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.022: 2018		
<b>FECHA:</b>	03, 04 y 05 de setiembre del 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	1000.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la fiola (500 ml)	261.30 gr	183.10 gr	183.00 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	1256.50 gr	679.00 gr	679.00 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	1874.30 gr	988.50 gr	988.40 gr
Peso de la tara	151.30 gr	159.60 gr	88.90 gr
Peso final de la muestra + tara	1141.00 gr	654.70 gr	583.90 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	989.70 gr	495.10 gr	495.00 gr
Densidad del agua	0.999 gr/cm <sup>3</sup>	0.999 gr/cm <sup>3</sup>	0.999 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad (Seca en el horno)	2.59 gr/cm <sup>3</sup>	2.60 gr/cm <sup>3</sup>	2.59 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad (Saturada superficialmente seca)	2.61 gr/cm <sup>3</sup>	2.62 gr/cm <sup>3</sup>	2.62 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente	2.66 gr/cm <sup>3</sup>	2.66 gr/cm <sup>3</sup>	2.66 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad (Seca en el horno) Promedio	2.59 gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.62 gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad aparente (Promedio)	2.66 gr/cm <sup>3</sup>		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado fino tal y como se extrajo de la cantera.

ALEX RICARDO CLEZA SILVA  
ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción del**  
**Agregado Fino- Cantera**

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera de Conchán, ubicada en la carretera Chota – Tacabamba		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Ensayo de 1000 gr y 2 ensayos de 500 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.022: 2018		
<b>FECHA:</b>	03, 04 y 05 de setiembre del 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	1000.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la tara	151.30 gr	159.60 gr	88.90 gr
Peso final de la muestra + tara	1141.00 gr	654.70 gr	583.90 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	989.70 gr	495.10 gr	495.00 gr
Absorción (Ab)	1.04%	0.99%	1.01%
Absorción (Ab) Promedio	1.01%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado fino tal y como se extrajo de la cantera.

  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por Unidad de Volumen o Densidad (“Peso Unitario”) del Agregado Grueso- Cantera**

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera “Idrogo” – Comunidad de San Juan del Suro - Chota		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysler Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.017: 2011		
<b>FECHA:</b>	08 y 09 de setiembre del 2019		
<b>Peso Unitario Suelto</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	5.49 kg	5.48 kg	5.46 kg
Volumen del molde	0.00278 m <sup>3</sup>	0.00278 m <sup>3</sup>	0.00278 m <sup>3</sup>
Peso del material	3.84 kg	3.84 kg	3.82 kg
Densidad de masa	1382.95 kg/m <sup>3</sup>	1381.07 kg/m <sup>3</sup>	1374.24 kg/m <sup>3</sup>
Densidad de masa (Promedio)	1379.42 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Peso Unitario Variado</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.66 kg	1.66 kg	1.66 kg
Peso del molde + material	5.92 kg	5.89 kg	5.91 kg
Volumen del molde	0.00278 m <sup>3</sup>	0.00278 m <sup>3</sup>	0.00278 m <sup>3</sup>
Peso del material	4.26 kg	4.24 kg	4.25 kg
Densidad de masa	1534.16 kg/m <sup>3</sup>	1524.84 kg/m <sup>3</sup>	1530.38 kg/m <sup>3</sup>
Densidad de masa (Promedio)	1529.80 kg/m <sup>3</sup>		
<b>OBSERVACIONES:</b> Este ensayo fue realizado al agregado grueso tal y como se extrajo de la cantera.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor





**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por Unidad de Volumen o Densidad (“Peso Unitario”) del Agregado Fino- Cantera**

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera de Conchán, ubicada en la carretera Chota – Tacabamba		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.017: 2011		
<b>FECHA:</b>	09 y 10 de setiembre del 2019		
<b>Peso Unitario Suelto</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	5.89 kg	5.87 kg	5.89 kg
Volumen del molde	0.00280 m <sup>3</sup>	0.00280 m <sup>3</sup>	0.00280 m <sup>3</sup>
Peso del material	4.24 kg	4.23 kg	4.24 kg
Densidad de masa	1516.61 kg/m <sup>3</sup>	1512.60 kg/m <sup>3</sup>	1516.64 kg/m <sup>3</sup>
Densidad de masa (Promedio)	1515.28 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Peso Unitario Variado</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	6.10 kg	6.10 kg	6.08 kg
Volumen del molde	0.00280 m <sup>3</sup>	0.00280 m <sup>3</sup>	0.00280 m <sup>3</sup>
Peso del material	4.46 kg	4.46 kg	4.43 kg
Densidad de masa	1593.76 kg/m <sup>3</sup>	1594.59 kg/m <sup>3</sup>	1585.39 kg/m <sup>3</sup>
Densidad de masa (Promedio)	1591.25 kg/m <sup>3</sup>		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado fino tal y como se extrajo de la cantera.

**Alex Ricardo Cleza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**

**CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

**Asesor**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Resistencia a la Degradación en el Agregado Grueso-Cantera por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles**

<b>ORIGEN:</b>	Material de la cantera “Idrogo” – Comunidad de San Juan del Suro - Chota		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysler Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.019: 2014		
<b>FECHA:</b>	23, 24 y 25 de setiembre del 2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	923.60 gr	464.80 gr	923.50 gr
Peso del recipiente + muestra de 1/2"	2500.00 gr	2500.00 gr	2500.00 gr
Peso del recipiente + muestra de 3/8"	2500.00 gr	2500.00 gr	2500.00 gr
Peso del recipiente + muestra inicial (Después del secado)	5923.60 gr	5464.80 gr	5923.50 gr
Peso de muestra seca que no pasa el tamiz #12, después del lavado + recipiente	4626.00 gr	4247.50 gr	4623.20 gr
Peso de muestra seca que pasa el tamiz #12, después del lavado.	1297.60 gr	1217.30 gr	1300.30 gr
Pérdida	21.91%	22.28%	21.95%
Porcentaje Promedio	22.04%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso tal y como se extrajo de la cantera. Además, se debe indicar que se utilizó la gradación B la cual se encuentra en la normativa anteriormente indicada.

  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**

  
**CAROLINA E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

**Asesor**



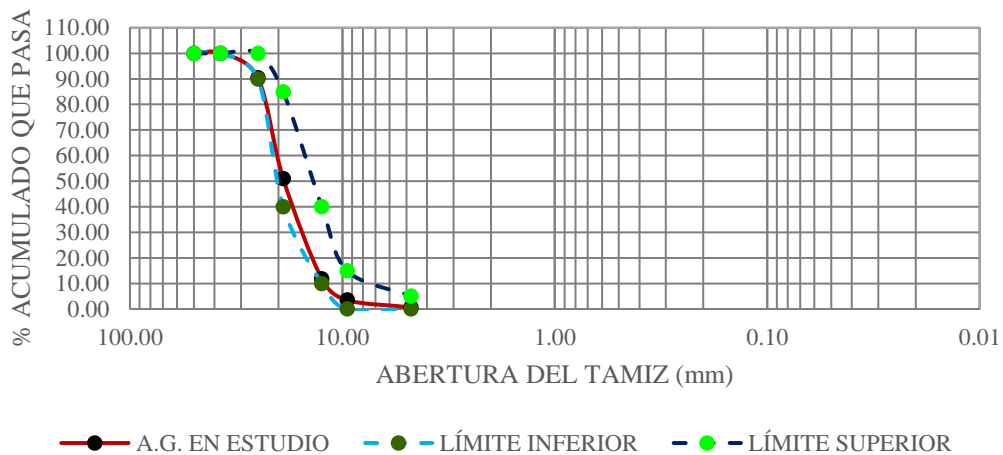
**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Análisis Granulométrico del Agregado Grueso - Reciclado**

<b>ORIGEN:</b>		Triturado de concreto reciclado de pavimentación			
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>		10000 gr			
<b>ENSAYADO POR:</b>		Neyser Fernández Pérez			
<b>NORMA TÉCNICA:</b>		NTP 400.012: 2018			
<b>PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):</b>		0.00			
<b>FECHA:</b>		17 y 18 de Julio del 2019			
N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Masa Retenida	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado
2"	50.00 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.00 mm	957.91 gr	9.58%	9.58%	90.42%
3/4"	19.00 mm	3941.35 gr	39.41%	48.99%	51.01%
1/2"	12.50 mm	3917.00 gr	39.17%	88.16%	11.84%
3/8"	9.50 mm	834.10 gr	8.34%	96.50%	3.50%
# 4	4.75 mm	287.60 gr	2.88%	99.38%	0.62%
Fondo	-----	62.00 gr	0.62%	100.00%	0.00%
Total Final (Peso después del tamizado)		9999.96 gr	100.00%	-----	-----
Tamaño Máximo Nominal (TMN)		1"			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso reciclado después de tamizado en tamiz de 3/8".

**Alex Ricardo Cleza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**CAROLINA E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

**Resp. Laboratorio**

**Asesor**



## LABORATORIO DE MATERIALES

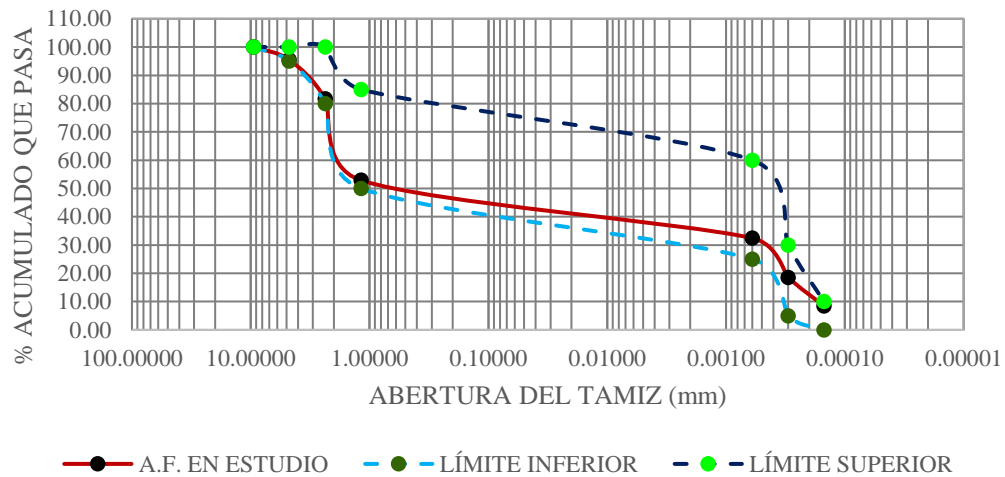


### INFORME DE ENSAYO

#### Análisis Granulométrico del Agregado Fino - Reciclado

<b>ORIGEN</b> :	Triturado de concreto reciclado de pavimentación				
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	1000 gr				
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysler Fernández Pérez				
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.012: 2018				
<b>PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):</b>	0.01				
<b>FECHA:</b>	17 y 18 de Julio del 2019				
<b>N° Tamiz</b>	<b>Abertura del Tamiz (mm)</b>	<b>Masa Retenida</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% Que Pasa Acumulado</b>
3/8"	9.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	45.20 gr	4.52%	4.52%	95.48%
# 8	2.36 mm	138.40 gr	13.84%	18.36%	81.64%
# 16	1.18 mm	287.50 gr	28.75%	47.11%	52.89%
# 30	600.00 um	204.60 gr	20.46%	67.58%	32.42%
# 50	300.00 um	138.60 gr	13.86%	81.44%	18.56%
# 100	150.00 um	101.30 gr	10.13%	91.57%	8.43%
Fondo	-----	84.40 gr	8.43%	100.00%	0.00%
Total Final (Peso después del tamizado)		999.90 gr	100.00%	-----	-----
Módulo de Finura (MF)		3.11			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado fino reciclado después de tamizado por el tamiz de 3/8".

**Alex Ricardo Cieza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**

**CECILIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

**Asesor**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad Total**  
**Evaporable del Agregado Grueso - Reciclado por secado**

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 5000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysler Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 339.185: 2018		
<b>FECHA:</b>	30 de setiembre y 01 de octubre del 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	464.70 gr	882.00 gr	464.70 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	5464.70 gr	5882.00 gr	5464.70 gr
Peso del recipiente + muestra seca	5217.90 gr	5646.60 gr	5224.70 gr
Peso de la muestra húmeda original	5000.00 gr	5000.00 gr	5000.00 gr
Peso de la muestra seca	4753.20 gr	4764.60 gr	4760.00 gr
Peso del agua	246.80 gr	235.40 gr	240.00 gr
Porcentaje de humedad	5.19%	4.94%	5.04%
Porcentaje de humedad (Promedio)	5.06%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso reciclado un día antes de realizada la mezcla de concreto.

**Alex Ricardo Cleza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

**CAROLINA BENAVIDEZ NUÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad Total**  
**Evaporable del Agregado Fino - Reciclado por secado**

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 1000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysler Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 339.185: 2018		
<b>FECHA:</b>	30 de setiembre y 01 de octubre del 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	89.10 gr	91.10 gr	93.20 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	1089.10 gr	1091.10 gr	1093.20 gr
Peso del recipiente + muestra seca	1058.30 gr	1061.70 gr	1063.10 gr
Peso de la muestra húmeda original	1000.00 gr	1000.00 gr	1000.00 gr
Peso de la muestra seca	969.20 gr	970.60 gr	969.90 gr
Peso del agua	30.80 gr	29.40 gr	30.10 gr
Porcentaje de humedad	3.18%	3.03%	3.10%
Porcentaje de humedad (Promedio)	3.10%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso reciclado un día antes de realizada la mezcla de concreto.

**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

**CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales más Finos que Pasan por el Tamiz Normalizado 75 µm (N.º 200) por Lavado en el Agregado Grueso - Reciclado**

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 3500 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.018: 2018		
<b>FECHA:</b>	22 y 23 de setiembre del 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	464.70 gr	881.50 gr	464.90 gr
Peso del recipiente + muestra	3964.70 gr	4381.50 gr	3964.90 gr
Peso seco de la muestra original	3500.00 gr	3500.00 gr	3500.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	3955.20 gr	4371.70 gr	3954.90 gr
Peso seco de la muestra ensayada	3490.50 gr	3490.20 gr	3490.00 gr
Material que pasa la malla # 200	9.50 gr	9.80 gr	10.00 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	0.27%	0.28%	0.29%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	0.28%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso reciclado siguiendo normativa.

**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

**CAROLINA E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales más Finos que Pasan por el Tamiz Normalizado 75 µm (N.º 200) por Lavado en el Agregado Fino - Reciclado**

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 1000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.018: 2018		
<b>FECHA:</b>	22 y 23 de setiembre del 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	159.90 gr	149.30 gr	159.70 gr
Peso del recipiente + muestra	1159.90 gr	1149.30 gr	1159.70 gr
Peso seco de la muestra original	1000.00 gr	1000.00 gr	1000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	1099.60 gr	1088.30 gr	1099.20 gr
Peso seco de la muestra ensayada	939.70 gr	939.00 gr	939.50 gr
Material que pasa la malla # 200	60.30 gr	61.00 gr	60.50 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	6.03%	6.10%	6.05%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	6.06%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado fino reciclado de acuerdo a normativa.

**Alex Ricardo Cleza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**

**CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

**Asesor**





## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Peso Específico) del Agregado Grueso - Reciclado

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 4000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.021: 2018		
<b>FECHA:</b>	23, 24 y 25 de julio del 2019		
	Descripción		
	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	1018.00 gr	1018.00 gr	1018.00 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5018.00 gr	5018.00 gr	5018.00 gr
Peso de la muestra seca en el aire	4000.00 gr	4000.00 gr	4000.00 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5182.20 gr	5182.20 gr	5182.00 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	4164.20 gr	4164.20 gr	4164.00 gr
Peso en el agua de la muestra saturada	2370.90 gr	2366.70 gr	2368.70 gr
Peso final de la muestra + recipiente	4729.40 gr	4099.60 gr	34726.90 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	3847.80 gr	3842.00 gr	33845.30 gr
Densidad del agua	998.766 kg/m <sup>3</sup>	998.766 kg/m <sup>3</sup>	998.766 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa (pem)	2227.77 kg/m <sup>3</sup>	2222.57 kg/m <sup>3</sup>	2225.29 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2319.22 kg/m <sup>3</sup>	2313.80 kg/m <sup>3</sup>	2316.53 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico aparente (Pea)	2452.31 kg/m <sup>3</sup>	2446.01 kg/m <sup>3</sup>	2449.01 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa (pem) Promedio	2225.21 kg/m <sup>3</sup>		
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS) Promedio	2316.52 kg/m <sup>3</sup>		
Peso específico aparente (Pea) Promedio	2449.11 kg/m <sup>3</sup>		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso reciclado de acuerdo a normativa.

  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**

  
**CECILIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

**Asesor**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción del**  
**Agregado Grueso - Reciclado**

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 4000 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.021: 2018		
<b>FECHA:</b>	23, 24 y 25 de julio del 2019		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	1018.00 gr	1018.00 gr	1018.00 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5018.00 gr	5018.00 gr	5018.00 gr
Peso de la muestra seca en el aire	4000.00 gr	4000.00 gr	4000.00 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5182.20 gr	5181.90 gr	5182.00 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	4164.20 gr	4163.90 gr	4164.00 gr
Peso final de la muestra + recipiente	4729.40 gr	4099.60 gr	34726.90 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	3847.80 gr	3842.00 gr	33845.30 gr
Absorción (Ab)	4.11%	4.10%	4.10%
Absorción (Ab) Promedio	4.10%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso reciclado de acuerdo a normativa.

**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**

**GLADYS E. BENAVIDEZ NÚÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

**Asesor**



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Peso Específico) del Agregado Fino - Reciclado.

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Ensayo de 1000 gr y 2 ensayos de 500 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.022: 2018		
<b>FECHA:</b>	23, 24 y 25 de julio del 2019		
	Descripción		
	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	1000.00 gr	500.00 gr
Peso de la fiola	183.10 gr	273.90 gr	183.00 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	682.48 gr	1272.67 gr	682.38 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	961.40 gr	1829.40 gr	961.80 gr
Peso de la tara	151.30 gr	160.30 gr	151.20 gr
Peso final de la muestra seca + tara	604.10 gr	1064.50 gr	603.80 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	452.80 gr	904.20 gr	452.60 gr
Densidad del agua	0.999 gr/cm <sup>3</sup>	0.999 gr/cm <sup>3</sup>	0.999 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad (Pem)	2.05 gr/cm <sup>3</sup>	2.04 gr/cm <sup>3</sup>	2.05 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad (Pess)	2.26 gr/cm <sup>3</sup>	2.25 gr/cm <sup>3</sup>	2.26 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente (Pea)	2.60 gr/cm <sup>3</sup>	2.60 gr/cm <sup>3</sup>	2.61 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad (Seca en el horno) Promedio	2.04 gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.26 gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad aparente Promedio	2.60 gr/cm <sup>3</sup>		
<b>OBSERVACIONES:</b> Este ensayo fue realizado al agregado fino reciclado por el método volumétrico.			

  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción del**  
**Agregado Fino - Reciclado**

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Ensayo de 1000 gr y 2 ensayos de 500 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.022: 2018		
<b>FECHA:</b>	23, 24 y 25 de julio del 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	1000.00 gr	500.00 gr
Peso de la tara	151.30 gr	160.30 gr	151.20 gr
Peso final de la muestra seca + tara	604.10 gr	1064.50 gr	603.80 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	452.80 gr	904.20 gr	452.60 gr
Absorción (Ab)	10.42%	10.60%	10.47%
Absorción (Ab) Promedio	10.50%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado fino reciclado de acuerdo a normativa.

**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

**CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por Unidad de Volumen o Densidad (“Peso Unitario”) del Agregado Grueso - Reciclado**

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysler Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.017: 2011		
<b>FECHA:</b>	22 y 23 de agosto del 2019		
<b>Peso Unitario Suelto</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	4.72 kg	4.72 kg	4.72 kg
Peso del molde + material	15.33 kg	15.40 kg	15.45 kg
Volumen del molde	0.00938 m <sup>3</sup>	0.00938 m <sup>3</sup>	0.00938 m <sup>3</sup>
Peso del material	10.61 kg	10.68 kg	10.73 kg
Densidad de masa	1130.94 kg/m <sup>3</sup>	1138.40 kg/m <sup>3</sup>	1143.73 kg/m <sup>3</sup>
Densidad de masa (Promedio)	1137.69 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Peso Unitario Variado</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	4.72 kg	4.72 kg	4.72 kg
Peso del molde + material	15.92 kg	15.90 kg	16.02 kg
Volumen del molde	0.00938 m <sup>3</sup>	0.00938 m <sup>3</sup>	0.00938 m <sup>3</sup>
Peso del material	11.20 kg	11.18 kg	11.30 kg
Densidad de masa	1193.83 kg/m <sup>3</sup>	1191.70 kg/m <sup>3</sup>	1204.49 kg/m <sup>3</sup>
Densidad de masa (Promedio)	1196.67 kg/m <sup>3</sup>		
<b>OBSERVACIONES:</b> Este ensayo fue realizado al agregado grueso reciclado de acuerdo a normativa.			

Alex Ricardo Cieza Silva  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

CECILIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ  
INGENIERA CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por Unidad de Volumen o Densidad (“Peso Unitario”) del Agregado Fino - Reciclado

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neyser Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.017: 2011		
<b>FECHA:</b>	22 y 23 de agosto del 2019		
<b>Peso Unitario Suelto</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.66 kg	1.66 kg	1.66 kg
Peso del molde + material	5.44 kg	5.43 kg	5.41 kg
Volumen del molde	0.00280 m <sup>3</sup>	0.00280 m <sup>3</sup>	0.00280 m <sup>3</sup>
Peso del material	3.78 kg	3.77 kg	3.75 kg
Densidad de masa	1352.21 kg/m <sup>3</sup>	1349.20 kg/m <sup>3</sup>	1340.94 kg/m <sup>3</sup>
Densidad de masa (Promedio)	1347.45 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Peso Unitario Variado</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.66 kg	1.66 kg	1.66 kg
Peso del molde + material	5.71 kg	5.71 kg	5.72 kg
Volumen del molde	0.00280 m <sup>3</sup>	0.00280 m <sup>3</sup>	0.00280 m <sup>3</sup>
Peso del material	4.05 kg	4.05 kg	4.06 kg
Densidad de masa	1449.82 kg/m <sup>3</sup>	1448.18 kg/m <sup>3</sup>	1453.44 kg/m <sup>3</sup>
Densidad de masa (Promedio)	1450.48 kg/m <sup>3</sup>		
<b>OBSERVACIONES:</b> Este ensayo fue realizado al agregado fino reciclado de acuerdo a normativa.			

  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**CECILIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 176824

Asesor



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Resistencia a la Degradación en el Agregado Grueso - Reciclado por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles**

<b>ORIGEN:</b>	Triturado de concreto reciclado de pavimentación		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Neysler Fernández Pérez		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.019: 2014		
<b>FECHA:</b>	19, 20 y 21 de agosto de 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	923.70 gr	881.50 gr	923.50 gr
Peso del recipiente + muestra de 1/2"	2500.00 gr	2500.00 gr	2500.00 gr
Peso del recipiente + muestra de 3/8"	2500.00 gr	2500.00 gr	2500.00 gr
Peso del recipiente + muestra inicial (Después del secado)	5923.70 gr	5881.50 gr	5923.50 gr
Peso de muestra seca que no pasa el tamiz #12, después del lavado + recipiente	3964.20 gr	3943.30 gr	3964.90 gr
Peso de muestra seca que pasa el tamiz #12, después del lavado.	1959.50 gr	1938.20 gr	1958.60 gr
Pérdida	33.08%	32.95%	33.06%
Porcentaje Promedio	33.03%		

**OBSERVACIONES:** Este ensayo fue realizado al agregado grueso reciclado y se debe indicar que se utilizó la gradación B la cual se encuentra en la normativa anteriormente indicada.

**Alex Ricardo Cleza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

**CECILIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Ensayo de compresión Axial

<b>ENSAYADO POR:</b>		<b>Neyser Fernández Pérez</b>			
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>		NTP 339.034: 2015			
<b>DISEÑO:</b>		<b>PP</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-01	PP-02	PP-03	PP-04	PP-05
Fecha de fabricación	02/10/2019				
Fecha de ruptura	09/10/2019				
Edad	7	7	7	7	7
Diámetro (cm)	15.6	15.6	15.6	15.6	15.4
Alto (cm)	30.5	30.6	30.5	30.5	30.6
Área (cm <sup>2</sup> )	191.13	191.13	191.13	191.13	186.27
Peso de la muestra (Kg)	13.6	13.46	13.55	13.5	13.63
Carga (Kgf)	42475	43837	43740	44110	43018
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	222.2	229.4	228.8	230.8	231.0
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	228.4				
<b>DISEÑO</b>		<b>PP - 10%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-10%-01	PP-10%-02	PP-10%-03	PP-10%-04	PP-10%-05
Fecha de fabricación	03/10/2019				
Fecha de ruptura	10/10/2019				
Edad (días)	7	7	7	7	7
Diámetro (cm)	15.5	15.6	15.6	15.5	15.6
Alto (cm)	30.5	30.6	30.5	30.5	30.6
Área (cm <sup>2</sup> )	188.69	191.13	191.13	188.69	191.13
Peso de la muestra (kg)	13.66	13.69	13.7	13.66	13.67
Carga (kgf)	39885	48294	43121	40885	42972
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	211.4	252.7	225.6	216.7	224.8
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	219.6				

  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor





## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Ensayo de compresión Axial

<b>ENSAYADO POR:</b>		<b>Neyser Fernández Pérez</b>			
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>		NTP 339.034: 2015			
<b>DISEÑO:</b>		<b>PP</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-06	PP-07	PP-08	PP-09	PP-10
Fecha de fabricación	02/10/2019				
Fecha de ruptura	16/10/2019				
Edad	14	14	14	14	14
Diámetro (cm)	15.6	15.6	15.5	15.4	15.5
Alto (cm)	30.5	30.5	30.6	30.5	30.5
Área (cm <sup>2</sup> )	191.13	191.13	188.69	186.27	188.69
Peso de la muestra (Kg)	13.74	13.60	13.62	13.67	13.56
Carga (Kgf)	43740	51752	48018	48018	49554
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	228.8	270.8	254.5	257.8	262.6
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	261.4				
<b>DISEÑO</b>		<b>PP - 25%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-25%-01	PP-25%-02	PP-25%-03	PP-25%-04	PP-25%-05
Fecha de fabricación	09/10/2019				
Fecha de ruptura	16/10/2019				
Edad (días)	7	7	7	7	7
Diámetro (cm)	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
Alto (cm)	30.5	30.5	30.6	30.5	30.5
Área (cm <sup>2</sup> )	188.69	188.69	188.69	188.69	188.69
Peso de la muestra (kg)	13.70	13.70	13.67	13.69	13.60
Carga (kgf)	47880	36880	38578	37887	39460
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	253.7	195.5	204.4	200.8	209.1
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	202.5				

  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**Cecilia E. Benavidez Nuñez**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Ensayo de compresión Axial

<b>ENSAYADO POR:</b>		<b>Neyser Fernández Pérez</b>			
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>		NTP 339.034: 2015			
<b>DISEÑO:</b>		<b>PP - 50%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-50%-01	PP-50%-02	PP-50%-03	PP-50%-04	PP-50%-05
Fecha de fabricación	10/10/2019				
Fecha de ruptura	17/10/2019				
Edad	7	7	7	7	7
Diámetro (cm)	15.6	15.6	15.6	15.6	15.5
Alto (cm)	30.5	30.6	30.5	30.5	30.6
Área (cm <sup>2</sup> )	191.13	191.13	191.13	191.13	188.69
Peso de la muestra (Kg)	13.31	13.39	13.40	13.38	13.38
Carga (Kgf)	41366	37381	38281	37856	32700
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	216.4	195.6	200.3	198.1	173.3
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	191.8				
<b>DISEÑO</b>		<b>PP - 10%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-10%-06	PP-10%-07	PP-10%-08	PP-10%-09	PP-10%-10
Fecha de fabricación	03/10/2019				
Fecha de ruptura	17/10/2019				
Edad (días)	14	14	14	14	14
Diámetro (cm)	15.6	15.5	15.5	15.4	15.6
Alto (cm)	30.6	30.5	30.5	30.5	30.5
Área (cm <sup>2</sup> )	191.13	188.69	188.69	186.27	191.13
Peso de la muestra (kg)	13.74	13.71	13.70	13.68	13.64
Carga (kgf)	48975	47291	47920	47018	54116
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	256.2	250.6	254.0	252.4	283.1
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	253.3				

  
INSPERSONA REGIONAL AUTÓNOMA DE CRUZ  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
CAROLINA E. BENAVIDEZ NUÑEZ  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Ensayo de compresión Axial

<b>ENSAYADO POR:</b>		<b>Neyser Fernández Pérez</b>			
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>		NTP 339.034: 2015			
<b>DISEÑO:</b>		<b>PP - 75%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-75%-01	PP-75%-02	PP-75%-03	PP-75%-04	PP-75%-05
Fecha de fabricación	14/10/2019				
Fecha de ruptura	21/10/2019				
Edad	7	7	7	7	7
Diámetro (cm)	15.5	15.6	15.6	15.6	15.5
Alto (cm)	30.5	30.5	30.5	30.5	30.6
Área (cm <sup>2</sup> )	188.69	191.13	191.13	191.13	188.69
Peso de la muestra (Kg)	13.05	13.08	13.04	13.03	13.03
Carga (Kgf)	31416	43252	32054	32980	30845
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	166.5	226.3	167.7	172.5	163.5
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	167.6				
<b>DISEÑO</b>		<b>PP - 25%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-25%-06	PP-25%-07	PP-25%-08	PP-25%-09	PP-25%-10
Fecha de fabricación	09/10/2019				
Fecha de ruptura	23/10/2019				
Edad (días)	14	14	14	14	14
Diámetro (cm)	15.6	15.6	15.5	15.6	15.6
Alto (cm)	30.5	30.6	30.5	30.5	30.5
Área (cm <sup>2</sup> )	191.13	191.13	188.69	191.13	191.13
Peso de la muestra (kg)	13.68	13.88	13.57	13.72	13.69
Carga (kgf)	45826	56719	43487	47281	45185
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	239.8	296.7	230.5	247.4	236.4
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	238.5				

  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**CECILIA E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Ensayo de compresión Axial

<b>ENSAYADO POR:</b>		<b>Neyser Fernández Pérez</b>			
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>		NTP 339.034: 2015			
<b>DISEÑO:</b>		<b>PP - 50%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-50%-06	PP-50%-07	PP-50%-08	PP-50%-09	PP-50%-10
Fecha de fabricación	10/10/2019				
Fecha de ruptura	24/10/2019				
Edad	14	14	14	14	14
Diámetro (cm)	15.6	15.6	15.5	15.6	15.6
Alto (cm)	30.5	30.6	30.6	30.5	30.5
Área (cm <sup>2</sup> )	191.13	191.13	188.69	191.13	191.13
Peso de la muestra (Kg)	13.41	13.37	13.43	13.50	13.53
Carga (Kgf)	43075	42295	41366	40415	32575
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	225.4	221.3	219.2	211.4	170.4
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	219.3				
<b>DISEÑO</b>		<b>PR</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PR-01	PR-02	PR-03	PR-04	PR-05
Fecha de fabricación	18/10/2019				
Fecha de ruptura	25/10/2019				
Edad (días)	7	7	7	7	7
Diámetro (cm)	15.5	15.5	15.6	15.6	15.6
Alto (cm)	30.5	30.5	30.6	30.5	30.5
Área (cm <sup>2</sup> )	188.69	188.69	191.13	191.13	191.13
Peso de la muestra (kg)	12.87	12.87	12.90	12.85	12.84
Carga (kgf)	29468	29511	32570	31390	35306
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	156.2	156.4	170.4	164.2	184.7
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	166.4				

  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**CAROLINA E. BENAVIDEZ NUÑEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Ensayo de compresión Axial

<b>ENSAYADO POR:</b>		<b>Neyser Fernández Pérez</b>			
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>		NTP 339.034: 2015			
<b>DISEÑO:</b>		<b>PP – 75%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-75%-06	PP-75%-07	PP-75%-08	PP-75%-09	PP-75%-10
Fecha de fabricación	14/10/2019				
Fecha de ruptura	28/10/2019				
Edad	14	14	14	14	14
Diámetro (cm)	15.5	15.6	15.6	15.6	15.6
Alto (cm)	30.5	30.5	30.5	30.5	30.6
Área (cm <sup>2</sup> )	188.69	191.13	191.13	191.13	191.13
Peso de la muestra (Kg)	13.17	13.04	13.12	13.07	13.00
Carga (Kgf)	38447	49407	41075	38110	40373
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	203.8	258.5	214.9	199.4	211.2
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	207.3				
<b>DISEÑO</b>		<b>PP</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-11	PP-12	PP-13	PP-14	PP-15
Fecha de fabricación	02/10/2019				
Fecha de ruptura	30/10/2019				
Edad (días)	28	28	28	28	28
Diámetro (cm)	15.5	15.590	15.5	15.5	15.5
Alto (cm)	30.6	30.6	30.5	30.6	30.5
Área (cm <sup>2</sup> )	188.69	190.89	188.69	188.69	188.69
Peso de la muestra (kg)	13.54	13.63	13.69	13.62	13.74
Carga (kgf)	52048	57386	53780	55640	55431
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	275.8	300.6	285.0	294.9	293.8
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	290.0				

  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**CAROLINA BENAVIDEZ NUÑEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Ensayo de compresión Axial

<b>ENSAYADO POR:</b>		<b>Neyser Fernández Pérez</b>			
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>		NTP 339.034: 2015			
<b>DISEÑO:</b>		<b>PP – 10%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-10%-11	PP-10%-12	PP-10%-13	PP-10%-14	PP-10%-15
Fecha de fabricación	03/10/2019				
Fecha de ruptura	31/10/2019				
Edad	28	28	28	28	28
Diámetro (cm)	15.6	15.600	15.6	15.6	15.6
Alto (cm)	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
Área (cm <sup>2</sup> )	191.13	191.13	191.13	191.13	191.13
Peso de la muestra (Kg)	13.84	13.67	13.64	13.65	13.69
Carga (Kgf)	58422	53837	54116	55320	55185
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	305.7	281.7	283.1	289.4	288.7
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	285.7				
<b>DISEÑO</b>		<b>PR</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PR-06	PR-07	PR-08	PR-09	PR-10
Fecha de fabricación	18/10/2019				
Fecha de ruptura	01/11/2019				
Edad (días)	14	14	14	14	14
Diámetro (cm)	15.5	15.5	15.6	15.6	15.5
Alto (cm)	30.5	30.5	30.5	30.5	30.6
Área (cm <sup>2</sup> )	188.69	188.69	191.13	191.13	188.69
Peso de la muestra (kg)	13.00	12.89	12.84	12.95	12.63
Carga (kgf)	46606	38007	40970	41130	41689
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	247.0	201.4	214.4	215.2	220.9
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	213.0				

  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE COSTA RICA  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
 **CAROLINA E. BENAVIDEZ NUÑEZ**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Ensayo de compresión Axial

<b>ENSAYADO POR:</b>		<b>Neyser Fernández Pérez</b>			
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>		NTP 339.034: 2015			
<b>DISEÑO:</b>		<b>PP - 25%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-25%-11	PP-25%-12	PP-25%-13	PP-25%-14	PP-25%-15
Fecha de fabricación	09/10/2019				
Fecha de ruptura	06/11/2019				
Edad	28	28	28	28	28
Diámetro (cm)	15.6	15.500	15.5	15.6	15.5
Alto (cm)	30.5	30.5	30.5	30.6	30.5
Área (cm <sup>2</sup> )	191.13	188.69	188.69	191.13	188.69
Peso de la muestra (Kg)	13.57	13.57	13.54	13.59	13.60
Carga (Kgf)	50487	48281	52048	53890	56712
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	264.1	255.9	275.8	281.9	300.6
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	269.4				
<b>DISEÑO</b>		<b>PP - 50%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-50%-11	PP-50%-12	PP-50%-13	PP-50%-14	PP-50%-15
Fecha de fabricación	10/10/2019				
Fecha de ruptura	07/11/2019				
Edad (días)	28	28	28	28	28
Diámetro (cm)	15.5	15.500	15.6	15.6	15.6
Alto (cm)	30.6	30.5	30.5	30.6	30.5
Área (cm <sup>2</sup> )	188.69	188.69	191.13	191.13	191.13
Peso de la muestra (kg)	13.50	13.53	13.67	13.64	13.62
Carga (kgf)	40415	42299	45972	46972	47304
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	214.2	224.2	240.5	245.8	250.7
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	240.3				

  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**OSCAR E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor



## LABORATORIO DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO



#### Ensayo de compresión Axial

<b>ENSAYADO POR:</b>		<b>Neyser Fernández Pérez</b>			
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>		NTP 339.034: 2015			
<b>DISEÑO:</b>		<b>PP - 75%</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PP-75%-11	PP-75%-12	PP-75%-13	PP-75%-14	PP-75%-15
Fecha de fabricación	14/10/2019				
Fecha de ruptura	11/11/2019				
Edad	28	28	28	28	28
Diámetro (cm)	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6
Alto (cm)	30.6	30.6	30.5	30.5	30.6
Área (cm <sup>2</sup> )	191.13	191.13	191.13	191.13	191.13
Peso de la muestra (Kg)	13.13	12.95	13.08	13.10	13.02
Carga (Kgf)	47458	42000	43252	44282	44042
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	248.3	219.7	226.3	231.7	230.4
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	231.3				
<b>DISEÑO</b>		<b>PR</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>				
Probeta N°	PR-11	PR-12	PR-13	PR-14	PR-15
Fecha de fabricación	18/10/2019				
Fecha de ruptura	15/11/2019				
Edad (días)	28	28	28	28	28
Diámetro (cm)	15.6	15.6	15.5	15.6	15.6
Alto (cm)	30.6	30.6	30.5	30.5	30.6
Área (cm <sup>2</sup> )	191.13	191.13	188.69	191.13	191.13
Peso de la muestra (kg)	12.81	12.64	13.00	12.88	12.77
Carga (kgf)	45751	42751	46606	43410	44901
Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> )	239.4	223.7	247.0	227.1	234.9
Resistencia (Promedio) (kgf/cm <sup>2</sup> )	234.4				

  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

  
**CAROLINA E. BENAVIDEZ NUNEZ**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP. N° 176824

Asesor