

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

“Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca”

Por:

Gisela Machaca Iquiapaza

Asesor:

Ing. Juana Beatriz Aquise Pari

Juliaca, setiembre de 2019

DECLARACION JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Ing. Juana Beatriz Aquise Pari, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Escuela Profesional de Ingeniería de Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca" constituye la memoria que presenta la bachiller Gisela Machaca Iquiapaza para aspirar al título Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca a los veintiuno día del mes de Octubre del año dos mil diecinueve.



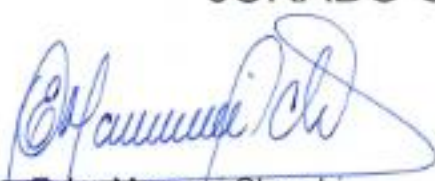
Ing. Juana Beatriz Aquise Pari

"Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"

TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Civil

JURADO CALIFICADOR



Ing. Eder Mamani Chambi

Presidente

Ing. Herson Duberly Pari Cusi

Secretario



Ing. José Pacori Pacori

Vocal



Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari

Asesora

Juliaca, 13 de Setiembre del 2019

Dedicatoria

A Dios forjador de mi camino, el que me acompaña en mis mejores y peores momentos, porque sé que estas en todo momento conmigo pese a los errores que cometo siempre ahí guiándome.

A mi Padre: por haberme forjado como persona que soy en la actualidad, por tu apoyo incondicional y económico.

Índice General

Dedicatoria	iv
Índice General	v
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas	xi
Símbolos Usados.....	xiv
Resumen	xv
1. Capítulo I. El Problema.	16
1.1. Identificación del problema.....	17
1.1.1. Problema General.....	17
1.1.2. Problemas Específicos.	17
1.2. Objetivos.	17
1.2.1. Objetivo General.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos.	18
1.3. Justificación.	18
2. Capítulo II. Revisión de la Literatura/Marco Teórico.	19
2.1. Antecedentes.	19
2.2. Marco Teórico.	20
2.2.1. Definición de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).	20
2.2.2. Origen de los Residuos de Construcciones y Demolición (RCD).	20
2.2.2.1. Residuos de las Actividades de construcción.....	20
2.2.2.2. Residuos de la Vía Pública.....	21
2.2.2.3. Residuos Domiciliarios Especiales.	21
2.2.2.4. Residuos de Concreto y Demolición.....	21
2.2.2.5. Residuos de Escombros.	22
2.2.3. Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).....	23
2.2.4. Reciclado de Materiales de construcción y demolición (RCD).	24

2.2.4.1.	Materiales Reutilizables.	24
2.2.4.2.	Materiales Reciclables.	24
2.2.4.3.	Materiales Destinados a la fabricación de Productos Secundarios.....	24
2.2.5.	Método de Aprovechamiento de Residuos de Construcción y Democión.	25
2.2.6.	Obtención del Agregado Reciclado.....	26
2.2.6.1.	En Plantas de Tratamiento.	26
2.2.7.	Normativa de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).	26
2.2.8.	Agregado Reciclado.	26
2.2.8.1.	Escombro de concreto no contaminado, como agregado.	29
2.2.8.2.	Escombros de Concreto Contaminado como Agregado.	30
2.2.8.3.	Forma del Agregado Reciclado.	31
2.2.8.4.	Características del Agregado Reciclado.....	32
2.2.8.4.1.	Granulometría.....	34
2.2.8.4.2.	Peso Específico y Absorción.	34
2.2.8.4.3.	Trabajabilidad del Concreto.	35
2.2.8.4.4.	Durabilidad.	36
2.2.8.4.5.	Resistencia del Concreto Preparado con Agregado Reciclado.	36
2.2.9.	Concreto Simple.	38
3.	Capítulo III. Materiales y Métodos.	39
3.1.	Lugar de Ejecución.	39
3.2.	Tipo de Investigación.	39
3.3.	Nivel de Investigación.	40
3.4.	Diseño de Investigación.	40
3.5.	Formulación de Hipótesis.	41
3.5.1.	Hipótesis General.	41
3.5.2.	Hipótesis Específicos.....	41
3.6.	Prueba de Hipótesis.	41
3.7.	Identificación de Variables.....	43

3.7.1.	Variable Independiente.....	43
3.7.2.	Variable Dependiente.....	44
3.8.	Prueba Estadística.....	44
3.10.	Población.....	46
3.11.	Muestra.....	46
3.11.1.	Método de Muestreo.....	47
3.12.	Matriz de Consistencia.....	49
3.13.	Origen de los Materiales Utilizados en la Investigación.....	51
3.13.1.	Agregado Natural.....	51
3.13.2.	Agregado Reciclado.....	52
4.	Capítulo IV. Resultados y Discusión.....	54
4.1.	Prueba del Esclerómetro a Viviendas Antiguas.....	54
4.1.1.	Resultados de la prueba del Esclerómetro.....	54
4.1.2.	Discusión de la prueba del Esclerómetro.....	55
4.2.	Agregado Grueso Natural.....	56
4.2.1.	Resultado de Granulometría del Agregado Grueso (NTP 400.012, ASTM C 33). 57	
4.2.2.	Resultado del Módulo de Fineza del Agregado Grueso.....	57
4.2.3.	Resultado del Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	57
4.2.4.	Resultado del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso.	58
4.2.5.	Resultados del Peso Específico y Absorción del agregado Grueso.....	58
4.3.	Agregado Fino Natural.....	58
4.3.1.	Resultado de Granulometría del Agregado Fino.....	58
4.3.2.	Resultado de Módulo de Fineza del Agregado Fino.....	59
4.3.3.	Resultado del Contenido de humedad del Agregado Fino.....	59
4.3.4.	Resultados del Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado Fino.....	60
4.3.5.	Resultados del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.....	60
4.4.	Agregado Reciclado Global.....	60

4.4.1.	Resultado de granulometría del agregado reciclado global.	60
4.4.2.	Resultado del Módulo de Fineza del Agregado Reciclado Global.	61
4.4.3.	Resultado de Contenido de Humedad del Agregado Reciclado Global.....	61
4.4.4.	Resultados del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Reciclado Global.	62
4.4.5.	Resultados de Peso Específico y Absorción del Agregado Reciclado Global.	62
4.5.	Discusión de los resultados de agregados fino, grueso y reciclado.	62
4.5.1.	Discusión de Resultados de la granulometría de todos los agregados.	62
4.5.2.	Discusión de Resultados de Modulo de Fineza de los agregados.	63
4.5.3.	Discusión de Resultados del Contenido de Humedad de los agregados.	64
4.5.4.	Discusión de Resultados del Peso Unitario Suelto y Compacto de los agregados.	65
4.5.5.	Discusión de Resultados del Peso Específico y Absorción de los agregados.	66
4.6.	Determinación del Volumen de Producción de RCD en la ciudad de Juliaca.	67
4.6.1.	Volumen de RCD de la Ciudad de Juliaca.	69
4.7.	Resistencia a Compresión.....	70
4.7.1.	Resultados a los 7 Días a Compresión.	70
4.7.2.	Discusión de Resultados de la Prueba de Resistencia a Compresión a la edad de 7 Días.	71
4.7.3.	Resultados a los 14 Días a Compresión.	72
4.7.4.	Discusión de Resultados de la Prueba de Resistencia a Compresión a la Edad de 14 Días.	73
4.7.5.	Resultados a los 28 Días a Compresión.	74
4.7.6.	Discusión de Resultados de la Prueba de Resistencia a Compresión a la edad de 28 Días.	75
4.8.	Prueba de Estadística Anova.	76

4.8.1.	Discusión de Resultados de la Prueba Estadística Anova.	82
5.	Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones.	83
5.1.	Conclusiones.	83
5.1.1.	Conclusión General.	83
5.1.2.	Conclusiones Específicas.	83
5.2.	Recomendaciones.	86
	Referencias.	87
	Anexos	90
	Anexos A: Agregado Natural Y Agregado Reciclado	90
	Anexos B: Diseño de Mezcla ACI 211.1.....	100
	Anexos C: Constancias de Ensayos y Pruebas Realizadas.....	114
	Anexos D: Panel Fotográfico	117
	Anexos E: Entrevistas Realizadas	148
	Anexos F: Plano de Zonificación.....	158

Índice de Figuras

Figura 1 Clasificación y opciones de manejo de los residuos de la actividad de la construcción.	23
Figura 2. Método de Aprovechamiento del RCD.	25
Figura 3. Triturador de vigas.	28
Figura 4. Amontonamiento del agregado fino y grueso reciclado.	28
Figura 5 Agregado Reciclado.....	32
Figura 6 Mapa del Departamento Puno.	39
Figura 7 Esquema de Diseño de Investigación	41
Figura 8 Diagrama de Flujo.....	46
Figura 9 Curva Granulométrica del Agregado Grueso Natural	57
Figura 10 Curva Granulométrica del Agregado Fino Natural.	59
Figura 11 Granulometría del Agregado Reciclado	61
Figura 12 Plano de Zonificación.....	67
Figura 13 Centro de la Ciudad de Juliaca	68
Figura 14 Juliaca Salida a Puno - año 1918.....	68
Figura 15 Comparación de esfuerzo máximo a la edad de 7 días.	72
Figura 16 Comparación de esfuerzo máximo a la edad de 14 días.....	74
Figura 17 Comparación de esfuerzo máximo a la edad de 28 días.....	76

Índice de Tablas

Tabla 1	Propiedades Físicas del Agregado Natural y Reciclado	29
Tabla 2	Comparación de las propiedades del concreto de agregado reciclado (CAR) no contaminado, con las del concreto de agregado natural de composición natural (control).	30
Tabla 3	Características del Agregado Reciclado.....	33
Tabla 4	Características Físicas del Agregado Fino	33
Tabla 5	Prueba de Revenimiento del Material del Reciclado y Natural	33
Tabla 6.	Densidad y Contenido de Aire de los Concretos Preparados con Agregados y Nuevos.	37
Tabla 7	Propiedades Físicas de Agregado de Concreto Reciclado.....	38
Tabla 8	Prueba Estadística.....	42
Tabla 9	Resumen de Validación	43
Tabla 10	Variable Independiente	44
Tabla 11	Variable Dependiente.....	44
Tabla 12	Muestras de la Investigación.....	47
Tabla 13	Cantidad de Muestras Realizadas.....	48
Tabla 14	Valores de T.....	48
Tabla 15	Valores de Dispersión en el Control del Concreto	49
Tabla 16	Matriz de Consistencia.....	50
Tabla 17	Volumen total de material usado en la Investigación.....	53
Tabla 18	Resultado de Prueba de Esclerómetro zona-3 (viga)	55
Tabla 19	Resultado de Prueba de Esclerómetro zona-1(columna)	55
Tabla 20	Resultado de Prueba de Esclerómetro zona-2 (columna)	55
Tabla 21	Resultados del ensayo de esclerómetro a viviendas de materia noble de la ciudad de Juliaca	56
Tabla 22	Módulo de fineza de los agregados.....	64

Tabla 23	Contenido de humedad de los agregados.....	65
Tabla 24	Peso unitario suelto y compacto de los agregados.....	66
Tabla 25	Peso específico de absorción de los agregados	66
Tabla 26	Volumen Considerado al 100% en m3	69
Tabla 27	Volumen de RCD de la ciudad de Juliaca	69
Tabla 28	Resistencia a compresión del concreto con 0% de agregado reciclado + 100% de agregado natural a una edad de 7 días.....	70
Tabla 29	Resistencia a compresión del concreto con 10% de agregado reciclado + 90% de agregado natural a una edad de 7 días.....	70
Tabla 30	Resistencia a compresión del concreto con 5% de agregado reciclado + 95% de agregado natural a una edad de 7 días.	71
Tabla 31	Resistencia a compresión del concreto con 0% de agregado reciclado + 100% de agregado natural a una edad de 14 días.....	72
Tabla 32	Resistencia a compresión del concreto con 10% de agregado reciclado + 90% de agregado natural a una edad de 14 día.	72
Tabla 33	Resistencia a compresión del concreto con 5% de agregado reciclado + 95% de agregado natural a una edad de 14 días.....	73
Tabla 34	Resistencia a compresión del concreto con 0% de agregado reciclado + 100% de agregado natural a una edad de 28 días.....	74
Tabla 35	Resistencia a compresión del concreto con 10% de agregado reciclado + 90% de agregado natural a una edad de 28 días.....	74
Tabla 36	Resistencia a compresión del concreto con 5% de agregado reciclado + 95% de agregado natural a una edad de 28 días.....	75
Tabla 37	Prueba de homogeneidad de varianzas para el esfuerzo máximo a los 7 días.	76
Tabla 38	Prueba de estadística Anova unifactorial de diferencia en los esfuerzos máximos a los 7 días.	77
Tabla 39	Prueba de homogeneidad de varianzas para el esfuerzo máximo a los 14 días.....	77

Tabla 40 Prueba de estadística Anova unifactorial de diferencia en los esfuerzos máximos a los 14 días.	77
Tabla 41 Prueba de homogeneidad de varianzas para el esfuerzo máximo a los 28 días.....	78
Tabla 42 Prueba de estadística Anova unifactorial de diferencia en los esfuerzos máximos a los 14 días	78
Tabla 43 Comparaciones múltiples en intervalo de confianza de 95% a los 7 días	79
Tabla 44 Subconjuntos homogéneos de los tres grupos a la edad de 7 días	79
Tabla 45 Comparaciones múltiples en intervalo de confianza de 95% a los 14 días.	80
Tabla 46 Subconjuntos homogéneos de los tres grupos a la edad de 14 días	80
Tabla 47 Comparaciones múltiples en intervalo de confianza de 95% a los 28 días	81
Tabla 48 Subconjuntos homogéneos de los tres grupos a la edad de 28 días	81

Símbolos Usados

NTP : Norma técnica Peruana.

Ppm : Partes por millón.

ASTM : American Society for testing and materials (Sociedad Americana de Prueba).

ACI : American Concrete Institute (Instituto Americano del concreto).

SSS : Superficialmente Seco Saturado.

Pe : Peso específico.

a/c : Agua/Cemento.

oC : Grados centígrados.

oF : Grados Fahrenheit.

Hr : Horas.

KN : Kilo Newton.

Kgf : Kilogramo Fuerza.

Lbf : Libra fuerza.

MPa : Mega Pascal.

Pa : Pascal.

Kg : Kilógramos.

M : Metros.

mm : Milímetros.

In : Pulgadas.

Min : Minutos.

m³ : Metros cúbicos.

RCD : Residuos de Construcción y Demolición.

Resumen

La ciudad de Juliaca produce gran cantidad de RCD causados por demoliciones a viviendas antiguas de material noble y por el incremento de habitantes, por lo que generan construcciones nuevas. Por tal motivo, el propósito de esta investigación conlleva evaluar el concreto reciclado, para el rehúso en concreto simple. Se aplicó el diseño de investigación experimental en el cual se determinaron las dosificaciones por los métodos ACI y Global, diseñando los testigos con $F'c$ 175 kg/cm² (concretos simples), utilizando material de agregado reciclado derivado de concreto viejo, dosificado en porcentajes de 5% y 10% como reemplazo del agregado natural. La caracterización del agregado reciclado se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Materiales de la Universidad Peruana Unión. Se tiene un estudio previo de las viviendas más antiguas de la ciudad de Juliaca, realizado por zonificación, sometiéndolas al ensayo del esclerómetro para determinar $f'c$, el cual nos permite evaluar la calidad del concreto reciclado utilizado en porcentajes ya mencionados. Los resultados evidencian que la utilización del agregado reciclado en porcentajes mínimas de 5% y 10%, llega a valores de 188.54 kg/cm², 175.08 kg/cm² respectivamente a la edad de 28 días; sin embargo, el concreto patrón llegó a la resistencia promedio de 176.88 kg/cm². A pesar de que, los resultados del esclerómetro arrojó un $f'c$ por debajo de 175 kg/cm², se obtuvo resistencias a la compresión por encima del 100% excediendo un 7.73% al incorporar agregado reciclado al 5% respecto al agregado natural y al 10% llegando al objetivo del diseño, en conclusión se recomienda el uso del agregado reciclado al 5% y 10% como reemplazo del agregado natural ya que permite optimizar materiales naturales y mejorar la calidad del concreto, esto se corrobora con lo que dice Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, tanesi, & PCA.(2001), que el uso de concreto viejo, como agregados resulta un ahorro de material y energía.

PALABRAS CLAVE: Concreto reciclado; Agregado Reciclado.

Capítulo I. El Problema.

En el Artículo 6 y 7 del decreto supremo N°003-2013-vivienda, menciona que los RCD son provenientes de construcciones, rehabilitaciones, restauraciones, innovaciones y demoliciones de obras de infraestructuras y que se categorizan en residuos peligrosos y no peligrosos, los residuos peligrosos son tóxicos (cancerígenos), inflamables, irritantes, corrosivos. Los residuos no peligrosos o residuos reutilizables que se deriva de instalaciones mobiliarios, cubiertas, fachadas, particiones interiores, acabados interiores y estructuras.

Según el INEI en el año 2012 se encontró 276 352 habitantes y en el año 2015 se censo a 293 697 habitantes en el distrito de San Román – Juliaca, evidentemente el crecimiento poblacional es notable por ende el aumento de los RDC también lo es, otro motivo es las viviendas antiguas que ya cumplieron con su periodo de vida útil, por lo que estas tienden a ser demolidas, incluyendo también las nuevas construcciones, remodelaciones, y además cabe mencionar que las edificaciones en su mayoría se construyen sin ninguna supervisión de un profesional.

Los escombros son llevados a lugares informales como afueras de la ciudad e incluso son dejadas en vías públicas, causando problemas de deterioro del paisaje, congestión vehicular y problemas de salud. El INEI indica que la cantidad promedio diario recolectada a nivel nacional es de 22 mil 390 toneladas de residuos sólidos, lo que representa una recolección por habitante de 0,7 kg.

En el departamento de Puno registra el recojo diario por cápita con 0,4 kg/hab./día. Según la OCDE en el mundo se producen unos 10 mil millones de toneladas anuales de residuos y no se recoge ni se somete a tratamiento ni la mitad de ellos, la OCDE nos dice que, por cada tonelada de residuos forjada en procesos de uso y consumo, anticipadamente se han producido 5 toneladas de desperdicios en su fabricación y veinte

toneladas de desechos en la extracción de los elementos primarios, evidentemente el volumen a producirse es mayor.

En la presente investigación se propone evaluar el concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca, para tener un uso alternativo para este tipo de residuo.

1.1. Identificación del problema.

1.1.1. Problema General.

- ¿Cómo afecta el agregado reciclado en las propiedades mecánicas del concreto simple?

1.1.2. Problemas Específicos.

- ¿Es posible determinar el volumen de producción de residuos sólidos provenientes de las demoliciones de construcciones de material noble, mediante una zonificación de la ciudad de Juliaca?
- ¿Cómo es el comportamiento mecánico del concreto reciclado proveniente de la demolición de construcciones de material noble para su reúso, con base a estándares ya establecidos?
- ¿Es posible el reúso del concreto reciclado según su caracterización como agregado en el concreto simple en proporciones adecuadas?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Evaluar el concreto reciclado que se genera por procesos de demolición y construcción de viviendas, para el reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- OE1 Zonificar la ciudad de Juliaca en función del volumen de producción de residuos sólidos provenientes de las demoliciones de construcciones de material noble.
- OE2 Caracterizar el concreto reciclado proveniente de la demolición de construcciones de material noble para su reúso con base a estándares ya establecidos.
- OE3 Plantear el reúso del concreto reciclado según su caracterización como agregado en el concreto simple en proporciones adecuadas.

1.3. Justificación.

Los residuos sólidos no municipales de escombros se pueden llegar a usar en beneficio a la sociedad dada la gran cantidad de RCD existente, en nuestra sociedad que representa un alto porcentaje del total de viviendas, y además debido a la inminente reproducción residuos sólidos no municipales para el uso de tipos de reciclajes como materias primas u materiales opcionales.

Reciclar reduciría los RCD de viviendas, nuevas obras de infraestructura. Al usar el concreto reciclado ya sea en elementos constructivos, se reduce el impacto ambiental, en el aspecto económico reduciría la explotación de material naturales. Según el plan estratégico - manejo de residuos sólidos nos dice que se debe proveer información necesaria para analizar la posibilidad de usar este tipo de residuo en la reutilización de los materiales reciclables. Debería de existir el plan de manejo de los residuos generados en las obras, para poder emplearlas en elementos de construcciones, en la parte socioeconómica reduciría el costo de los elementos de construcciones con material de reciclado al no realizar el proyecto se verá como consecuencia la misma.

Capítulo II. Revisión de la Literatura/Marco Teórico.

2.1. Antecedentes.

Cruz & Velasquez (2004) estudiaron el comportamiento de los RCD, en particular el detrito (escombros), empleados como agregado en el concreto con la resistencia a compresión a la edad de 28 días, también estudiaron sus características técnicas del concreto reciclado utilizado diseño ACI. Tiendo como resultado que el concreto reciclado libre de contaminantes es un reemplazante satisfactorio como agregados.

Caicedo & Pérez (2014) se basan en la utilización de los agregados reciclados de RCD para la elaboración de prefabricados de concreto en especial adoquines del tipo hueso de perro para pavimentos articulados, la metodología que aplica es de Fuller la sustitución en un 30% y 100% con agregado reciclado de RCD y como resultado en el reemplazo de 100% de agregado reciclado influye negativamente ya que disminuye la resistencia flexo – tracción, pero habiendo la cavidad de que podría utilizarse en donde la demanda de carga no sea tan exigente.

Vanegas & Robles (2008) reciclaron el concreto de probetas provenientes de laboratorio y escombros de construcciones, obteniendo agregado grueso reciclado para reemplazar en el agregado natural, en proporciones de 0%, 50% y 100% el incremento del agregado reciclado disminuye la manejabilidad de la mezcla por tal motivo considera de poder usar un aditivo plastificante cuando se requiera utilizar con un contenido alto de agregado reciclado, como resultado obtuvieron una disminución en la resistencia.

Marin (2010) Investigo la demanda de materias para la construcción por parte de nuestras ciudades basándose de la mano al crecimiento del escombros, ya que estas son generadas por procesos de demoliciones y construcciones. La inconciencia de cada ciudadano por mantener su hogar limpio lo hace a costa de un mayor desorden ya sean vías u otros lugares.

Rocha (2015) menciona que “los escombros pueden ser aprovechados en la fabricación de agregados reciclados que pertenecen a dos grupos: Materiales combinados de cemento, cal, agregados: concretos, argamasas y bloques de concreto y materiales cerámicos: tejas, tubos, ladrillos, baldosas. Un tercer grupo de residuos no aprovechables en agregados reciclados”.

Bazan (2018) realizó un análisis de resultados de las propiedades de residuos de construcción y demolición (RCD) basándose de dos obras siendo una edificación y un puerto. En la edificación Clemet situado en Lima y la remodelación del terminal muelle del Callao, el propósito que tubo de conocer la composición, características, cantidad, volumen, gestiones que puedan realizar los constructores.

2.2. Marco Teórico.

2.2.1. Definición de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

En el artículo 6 de la norma legal menciona que “los residuos sólidos, son generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura”.

2.2.2. Origen de los Residuos de Construcciones y Demolición (RCD).

El origen es la parte fundamental para determinar al RCD. De acuerdo con esta pauta, los diversos orígenes están agrupados en lo siguiente: para determinar al RCD. De acuerdo con esta pauta, los diversos orígenes están agrupados en lo siguiente: para determinar al RCD. De acuerdo con esta pauta, los diversos orígenes están agrupados en lo siguiente:

2.2.2.1. Residuos de las Actividades de construcción.

La Dirección General de Salud Ambiental (2006) define que “Son aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y

demolición de obras, tales como: edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras afines a éstas”.

2.2.2.2. *Residuos de la Vía Pública.*

“Son aquellos que se encuentran en la vía pública producidos por lo general por la naturaleza, tales como hojas, ramas, tierras y arena. Y aquellos desechados de forma irregular e indebida por la población, tales como escombros, bienes considerados inservibles, papeles, y restos de envases y de alimentos”. (Monteiro Penido, Mansur Leite, & Segala, 2006).

“Los residuos de la vía pública están directamente relacionados con el aspecto estético de la ciudad. Por lo tanto, se debe poner especial en la planificación de las actividades de limpieza de la vida pública de las ciudades turísticas”. (Monteiro Penido, Mansur Leite, & Segala, 2006).

2.2.2.3. *Residuos Domiciliarios Especiales.*

“En este grupo se encuentran los escombros de obra, pilas y baterías, tubos fluorescentes y neumáticos. Es importante hacer notar que los escombros de obra también conocidos como residuos de la construcción civil, solo se encuadran en esta categoría debido a la gran cantidad en que son generados y a la importancia que está adquiriendo su recuperación y reciclaje en el ámbito mundial”. (Monteiro Penido, Mansur Leite, & Segala, 2006).

2.2.2.4. *Residuos de Concreto y Demolición.*

Sumari (2016) nos dice que “El concreto elaborado con agregados provenientes de residuos de concreto, se le denomina concreto reciclado; este concreto se usó en mayor escala después de la segunda guerra mundial, actualmente el aumento de demoliciones y los problemas medioambientales incrementan el interés por el reciclaje de escombros”.

Los Países como Holanda, Alemania, Bélgica, Japón, Australia reciclan más de la mitad de los residuos que producen. En varios países se están efectuando normas y leyes para incitar a reciclaje, son incontables los edificios y estructuras que se han construido con agregados reciclados”. (Sumari Ramos, 2016).

2.2.2.5. Residuos de Escombros.

“La industria de la construcción civil es la que más recursos naturales consume y la que más residuos genera. En muchos países, la tecnología normalmente aplicada en la construcción de nuevas edificaciones se mantiene por debajo de los 100kg/m², en Brasil el índice se encuentra 300kg/m² construido. (Monteiro Penido, Mansur Leite, & Segala, 2006).

“En términos cuantitativos, este material corresponde a un 50% de la cantidad en peso de los residuos sólidos municipales recolectados en ciudades con más de 500.000 habitantes de diferentes países”. Respecto a la composición, los residuos de la construcción civil son una mezcla de materiales inertes, tales como hormigón, mortero, madera, materiales plásticos, cartón, vidrio, metales, cerámicos y tierra. (Monteiro Penido, Mansur Leite, & Segala, 2006).

Cempre (2014) menciona que los escombros “Son el conjunto de fragmentos o restos de ladrillos, hormigón (mezcla de cal, arena, agua y piedra), argamasa (es la mezcla de cal, arena y agua, que popularmente se conoce como mezcla), acero, hierro, madera, etc., provenientes de los desechos de construcción, remodelación y/o demolición de estructuras, como edificios, residencias, puentes, etc. Podemos identificar, en los escombros que se producen durante una construcción, la existencia de dos tipos de residuos:

Los residuos (fragmentos) de elementos prefabricados, como materiales de cerámica, bloques de cemento, demoliciones localizadas, etc. Y los residuos (restos) de materiales

elaborados en la obra, como hormigón y argamasas, que contienen cemento, cal, arena y piedra.

2.2.3. Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

En el artículo 7 de la norma legal menciona que los residuos sólidos se clasifican en residuos peligrosos (Como restos de madera tratada, envases de sustancias químicas, restos. de tubos, resto de planchas de fibrocemento, pisos de vinilo, asbesto) y no peligrosos (reutilizables, reciclables, aprovechables, como ladrillos, cerámicos, suelo, arena cal, agregados, bloques de concreto, pavimentos).

En la norma técnica menciona que los residuos de la activad de la construcción, se clasifican en grupos como reutilizables, reciclables y para disposición final de acuerdo a opiniones basados según a manuales de manejo de residuos de la actividad de construcciones y demoliciones (remodelaciones, construcciones de nuevas infraestructuras y demoliciones)".

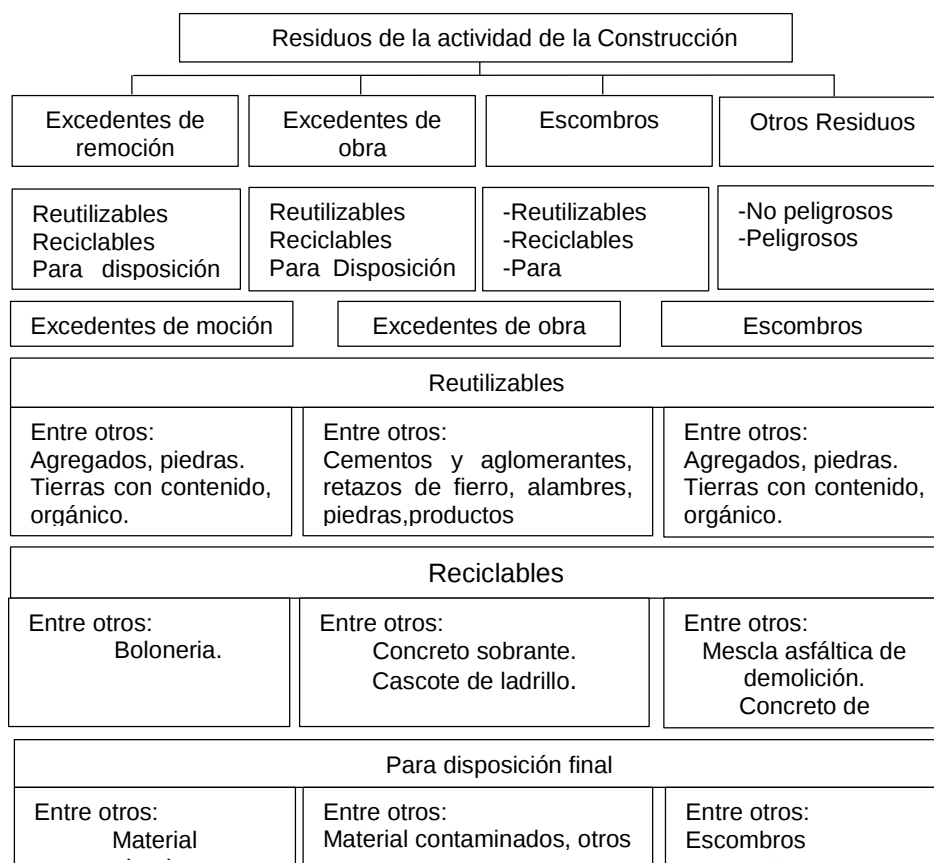


Figura 1 Clasificación y opciones de manejo de los residuos de la actividad de la construcción.

2.2.4. Reciclado de Materiales de construcción y demolición (RCD).

Velazquez & Cruz (2004), “Se efectiva en primer lugar una somera revisión de las posibilidades genéricas de aprovechamiento de los RCD o sus fracciones para posteriormente entrar a considerar las limitaciones y obstáculos con los que habitualmente se encuentran las actividades de recuperación, reutilización y reciclado”.

En una primera aproximación, los materiales contenidos en los RCD que técnicamente son aprovechables se pueden clasificar de la siguiente manera:

2.2.4.1. Materiales Reutilizables.

“Constituidos fundamentalmente por piezas de acero estructural, elementos de maderas de calidad y/o recuperados en buen estado, piezas de fábricas (ladrillos, bloque, mampostería), tejas (cerámicas y de pizarra) y tierras de excavación.

En ciertos casos, la mezcla de residuos de demolición no seleccionados pero libres de impurezas puede ser directamente utilizada como material de relleno, sub base de carreteras o pavimento en vías temporales de tránsito de vertederos” (Velazquez Yañez & Cruz Garcia, 2004).

2.2.4.2. Materiales Reciclables.

“Constituidos fundamentalmente por metales (férreos y no férreos), plásticos y vidrio. Estas fracciones, en la medida que pueden recuperarse libres de impurezas, son susceptibles de incorporarse al mercado del reciclado para dar lugar a los mismos o similares productos que originaron el residuo” (Velazquez Yañez & Cruz Garcia, 2004).

2.2.4.3. Materiales Destinados a la fabricación de Productos Secundarios.

Marin (2010) indica que los rellenos sanitarios en actual operación se utilizan principalmente para la disposición final de residuos no peligrosos del ámbito municipal y no

municipal; para la disposición final de residuos peligrosos del ámbito no municipal se cuenta solamente con un relleno sanitario. Las infraestructuras de disposición final que operan en el departamento de Lima son las siguientes:

Residuo; Material reciclado; aplicación esto estará basado en el método de aprovechamiento del RCD.

2.2.5. Método de Aprovechamiento de Residuos de Construcción y Democión.

Para el método de aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición se da por un método de aprovechamiento que considera el material del residuo, material reciclado y la aplicación que se le pueda dar a más detalle en la figura 2.

Residuos	Material Reciclado	Aplicación
Escombros mezclados de concretos y morteros	Agregado reciclado	*Bases hidráulicas en caminos y estacionamientos. *Concreto hidráulico.
Fresado de carpetas asfálticas	Mezclas material asfáltico	*Bases asfálticas o negras. Asfaltos calientes, templados y frío. *Carreteras.
Escombros mezclados	material firme	terraplenes
Escombros mezclados	Arena reciclada material firme	*Cobertura en rellenos, sustituto de tepetate. *Fabricación de blocks, tabiques, adocretos, adopastos, losetas, postes, bordillos, guarniciones.
Escombros mezclados		terraplenes
Escombros mezclados	agregado reciclado	* Camas de tuberías, acostillamiento y relleno. *Relleno de cimentaciones. *pedraplenes. * Rellenos de azoteas y jardineras. * Conformación de terrenos
Residuos de concreto	Grava y arena reciclada	*Guardiciones y banquetas. *Firmes de concreto. *Construcción de muros
Carpetas hidráulicas	reciclado en frío	*Base hidráulica y base negra

Figura 2. Método de Aprovechamiento del RCD.

2.2.6. Obtención del Agregado Reciclado.

2.2.6.1. En Plantas de Tratamiento.

“Los agregados reciclados se adquiere molturando los residuos de construcciones y demoliciones, en la mayoría son escombros de viviendas, edificios o sobrante de materiales de construcción en nuevas obras, estas trituraciones se efectúan en planta de tratamiento que de forma general son similares a las empleadas en áridos naturales con la diferencia que incorporan elementos para la separación de impurezas y otros contaminantes. Estas plantas pueden clasificarse según su capacidad de transporte en plantas fijas (la materia prima se lleva a la planta) y móviles (la planta se transporte a la fuente de materia prima)” (pavon D., 2012).

2.2.7. Normativa de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

En el Perú se tiene la ley N° 27314, ley General de Residuos Sólidos. En el decreto legislativo N° 1065, que modifica la ley N° 27314 el establece una gestión y manejo de residuos sólidos de la construcción y demolición.

“La norma NTP 400.050 “Manejo de residuos de la actividad de la construcción”, establece directrices para un adecuado manejo de residuos de la actividad de la construcción, estas normas y leyes por el momento quedan en papel en la práctica no se tiene información de la producción de residuos ni se tiene identificado los sitios donde terminan; menos se tienen empresas dedicadas al reciclaje de dichos materiales y obras con concreto reciclado”. (Peruano, 2013).

2.2.8. Agregado Reciclado.

Según la NTP 400.037 lo define como “agregado procedente de tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción”. “Es decir son el resultado de tratamientos

de residuos de construcción y demolición (RCD) y constituyen una alternativa al empleo de los agregados naturales.

El material reciclado puede obtenerse de distintas maneras dependiendo el chanchado que se utilice para producirlo. Para la utilización de agregado reciclado no existe una normativa o un procedimiento aceptado. En los últimos años, el concepto del uso de concreto viejo de pavimentos, edificios y otras estructuras como fuente de agregados se ha indicado en muchos proyectos, resultando en ahorro de material y energía” (ECCO, 1999).

El procedimiento involucra:

- (1) demoler y remover el concreto viejo,
- (2) trituración en los trituradores primarios y secundarios (Fig. 3),
- (3) remoción del acero de refuerzo y otros artículos embebidos,
- (4) tamizado y lavado y
- (5) finalmente amontonamiento de los agregados fino y grueso resultantes (Fig. 4).

Se debe evitar que el producto final se contamine con polvo, yeso, madera y otros materiales extraños. El concreto reciclado es simplemente el concreto viejo que se trituró para producir agregado.

El agregado de concreto reciclado se usa principalmente en la reconstrucción de pavimentos. Se lo ha usado satisfactoriamente como un agregado en subbases granulares, subbases de concreto magro, suelo-cemento y en el concreto nuevo como la única fuente o como reemplazo parcial del agregado nuevo (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi, & PCA., 2001).



Figura 3. Triturador de vigas.



Figura 4. Amontonamiento del agregado fino y grueso reciclado.

En Rusia 1946 Gluzhge, menciona que el agregado de concreto demolido, tiene el peso específico menor que el del agregado natural, y que el concreto preparado con el agregado del concreto demolido tenía una baja resistencia a la compresión (Cruz Garcia & Velasquez Yañez, 2004).

Otro punto a destacar es la materia prima utilizada, mientras en los países desarrollados se insisten fabricar concreto reciclado a partir de concreto original, clasificando inclusive a otros materiales como los morteros y tabiques como contaminantes, en América latina se hacen esfuerzos por reciclar materia prima más heterogénea debido a las dificultades de su separación (Cruz Garcia & Velasquez Yañez, 2004).

RILEM, (1994) “recomienda continuar con estudios para ampliar y profundizar en el conocimiento de estos materiales, los cuales por su naturaleza son de características muy diversas de región en región y es así como cada país deberá hacer esfuerzos enfocados al uso de los materiales reciclados atendiendo a su realidad y necesidades particulares”.

2.2.8.1. Escombros de concreto no contaminado, como agregado.

“En la mayoría de las investigaciones sobre el reciclado del concreto se basan al escombros no contaminado, por ejemplo, el que proviene de la demolición de carreteras al momento de la trituración produce agregados con partículas en forma piramidal, o redondeado con una textura superficial más lisa que la caliza triturada o que la arena natural” (Cruz García & Velásquez Yañez, 2004).

Tabla 1
Propiedades Físicas del Agregado Natural y Reciclado.

Tipo de agregado	Gravedad específica a granel (superficie saturada, base seca)	Absorción (%)
Agregado preparado de concreto reciclado.		
Grueso	2.52	3.9
Fino	2.34	7.6
Agregado natural	-	-
Cal triturada	2.67	0.8
Grava de pedernal	2.52	2.6
Arena natural	2.63	0.4

Nota: Adaptado de Cruz & Velásquez. *Concreto Reciclado.*

“Consecuentemente si se sustituye el agregado natural por otro menos resistente, no se afecta la resistencia del concreto, siempre y cuando la adherencia pasta agregado continúe siendo el enlace más débil y que la resistencia de esta adherencia haya disminuido.

Las pruebas de adherencia efectuadas por frondistou-yannas demostraron que cuando el escombros de concreto reciclado estaba compuesto principalmente por agregado de antiguo concreto, la adherencia pasta- agregado era tan fuerte como la existente entre

agregado natural y pasta. Cuando el escombros reciclado es rico en mortero, constituye, sin embargo, el eslabón más débil del nuevo concreto y reduce su resistencia.

El agregado de concreto reciclado tiene una capacidad de absorción de humedad relativamente elevada y una gravedad específica relativamente baja. Ambas características se derivan de la presencia de la pasta de cemento relativamente ligera, absorbente de humedad, que está adherida al nuevo concreto. (Cruz García & Velasquez Yañez, 2004).

El concreto es tan resistente como el más débil de sus enlaces. En el concreto de peso normal, el enlace más débil usualmente es la adherencia pasta-agregado. Subsecuentemente, la superficie de fractura sigue su curso preferentemente alrededor del agregado, a través de la interfaz pasta-agregado, el agregado escapa a la fractura y, por lo tanto, no se aprovecha su elevada resistencia” (Cruz García & Velasquez Yañez, 2004).

Tabla 2

Comparación de las propiedades del concreto de agregado reciclado (CAR) no contaminado, con las del concreto de agregado natural de composición natural (control).

Propiedad	CAR no contaminado
Adherencia agregado-mortero principalmente con grava del concreto viejo	Comparable al de control
Agregado principal del mortero del concreto viejo	55% del que tiene el de control
Resistencia a la compresión	64 a 100% del de control
Módulo estático de la elasticidad a la compresión	60 a 100% del de control
Resistencia a la congelación- descongelación	80 a 100% del de control
Coeficiente lineal de expansión térmica	Comparable a la de control
Cambios de longitud de muestras de concreto almacenadas durante 28 días a 23°C	Comparable a la de control
Revenimiento	Comparable a la de control

Nota: Adaptado de Cruz & Velásquez. *Concreto Reciclado*.

2.2.8.2. Escombros de Concreto Contaminado como Agregado.

“El escombros de concreto producido por las demoliciones de edificio, está contaminado con diversos materiales tales como tabiques, yeso, madera, plásticos y vidrio. La presencia de trozos de madera es perjudicial para el concreto nuevo, ya que la madera es suave y

estos cambios importantes de volumen al mojarse y secarse” (Cruz Garcia & Velasquez Yañez, 2004).

“La resistencia a la compresión del concreto producido con agregado de tabique, es más elevada que la del concreto con agregado natural, de similar trabajabilidad; y que el aislamiento térmico y la resistencia al fuego del concreto con agregado de tabique fueron más altos que el concreto con agregado natural” (Cruz Garcia & Velasquez Yañez, 2004).

“La presencia de yeso (sulfato de calcio, $\text{CASO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en el escombros de edificios, aunque no es muy importante en cuanto a las cantidades, si efecto sobre las propiedades del concreto por los posibles ataques de sulfatos no debe ignorarse. El efecto del yeso sobre las propiedades del concreto, está relacionado directamente con la cantidad de yeso presente e inversamente con el tamaño de las partículas de yeso” (Cruz Garcia & Velasquez Yañez, 2004).

Las partículas de yeso reaccionan con el aluminato tricalcico (C_3A), principalmente en la superficie del cemento portland y mientras más finas son las partículas mayor es el área de superficie.

2.2.8.3. Forma del Agregado Reciclado.

“La forma de las partículas de los agregados de concreto reciclado es similar a las rocas trituradas, como se enseña en la Figura 5 la masa específica relativa disminuye progresivamente a medida que el tamaño de las partículas disminuye” (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi, & PCA., 2001).

“El contenido de sulfatos de los agregados de concreto reciclado se debe determinar para que se evalúe la posibilidad de la reactividad deletérea de los sulfatos. El contenido de sulfatos se debe determinar donde sea necesario” (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi, & PCA., 2001).

El concreto nuevo producido con agregado de concreto reciclado generalmente tiene una buena trabajabilidad.

La carbonatación, permeabilidad y resistencia a congelación deshielo se han mostrado similares o hasta mejores que el concreto con agregado convencional. El concreto producido con agregado grueso reciclado y agregado fino convencional puede lograr una resistencia a compresión adecuada.

El uso de agregado fino reciclado puede resultar en una pequeña disminución de la resistencia a compresión. Sin embargo, la contracción por secado y la fluencia del concreto con el agregado reciclado es hasta 100% mayor que el concreto con agregado convencional.

“Esto se debe a la gran cantidad de pasta de cemento y mortero viejos, especialmente en el agregado fino. Por lo tanto, valores considerablemente menores de contracción por secado se pueden lograr con el uso de agregado grueso reciclado y arena natural” (Kerkhoff y Siebel 2001).



Figura 5 Agregado Reciclado

2.2.8.4. Características del Agregado Reciclado.

Según Dominguez & Martinez (2007) “realizaron los ensayos en base a las normas mexicanas y de la ASTM”, arrojando los resultados que se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 3
Características del Agregado Reciclado.

características de la muestra	unidad	material natural	material reciclado
peso volumétrico seco y suelto	kg/m3	1061.00	1129.00
peso volumétrico seco y compacto	kg/m3	1138.00	1176.00
Densidad	kg/lt	2.03	1.99
Absorción	%	13.64	11.82
Abrasión	%	35.70	43.40

Nota: Adaptado de Dominguez & Martinez.

Las características del agregado grueso no varían abismalmente en su absorción, abrasión, densidad, su peso unitario suelto y el peso unitario compacto, entonces se puede utilizar el agregado grueso reciclado por lo que son similares a las características del agregado natural por ende no habría inconvenientes para su uso de este.

Tabla 4
Características Físicas del Agregado Fino.

Características de la muestra	Unidad	Material natural	Material reciclado
Peso volumétrico promedio seco y suelto	kg/m3	1245.00	1306.00
Densidad	kg/lt	2.10	1.91
Absorción	%	7.99	14.03
Módulo de fineza	-----	2.53	2.82

Nota: Adaptado de Dominguez & Martinez.

Tabla 5
Prueba de Revenimiento del Material del Reciclado y Natural.

Material	Resistencia de diseño (kg/cm2)	Revenimiento (cm)
Reciclado	F'c= 150	10.00
	F'c= 200	12.00
	F'c= 250	11.50
Natural	F'c= 150	9.00
	F'c= 200	11.00
	F'c= 250	9.50

Nota: Adaptado de Dominguez & Martinez.

2.2.8.4.1. Granulometría.

En el caso de la granulometría se obtuvieron porcentajes muy altos en la fracción fina en especial la que pasa la malla 100 (20%), por lo que resulta perjudicial al fabricar concretos por el posible incremento en la demanda de cemento, sin embargo, cabe señalar que este % de finos fue aún mayor en el agregado natural.

El (RILEM, 1994), “reconoce que a los agregados finos reciclados se les pueden aplicar las esencias tradicionales, no al agregado grueso al que condiciona en su porcentaje de participación en los concretos, debido a que en condiciones especiales de exposición y debido a su porosidad podrían afectar la durabilidad del concreto armado ya que la velocidad de carbonatación y de ingreso de los cloruros puede ser mayor”. (Aplica para concreto armados).

2.2.8.4.2. Peso Específico y Absorción.

“El agregado de concreto reciclado generalmente tiene una mayor absorción y una masa específica relativa menor que el agregado convencional. Esto resulta de la alta absorción del mortero poroso y de la pasta de cemento endurecido en el agregado de concreto reciclado. Los valores de absorción típicamente varían del 3% al 10%, dependiendo del concreto que se recicla. Esta absorción se encuentra entre los valores de agregados naturales y ligeros. Los valores aumentan a medida que el tamaño del agregado grueso disminuye (Fig. 23). La alta absorción del agregado reciclado aumenta la demanda de agua para que se obtenga la misma trabajabilidad y revenimiento (asentamiento) si es comparado con un concreto con agregado convencional. El agregado reciclado seco absorbe agua durante y después del mezclado. Para evitar esto, el agregado reciclado se debe pre-humedecer o las pilas se debe mantener húmedas” (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi, & PCA., 2001).

“En términos generales los investigadores desde décadas pasadas (buck, 1977), (malhotra, 1976), (frondistou-Yannas, 1985) y hasta en años más recientes (Kasai, 1993),

(gomez,1999), (dal molin, 2003) coinciden en que las principales diferencias entre agregados reciclados y naturales la constituyen por un lado la mayor absorción de humedad de los agregados finos, lo cual atribuye a la porosidad de la pasta de cemento, que tiende a concentrarse en la parte final.

La otra diferencia es la densidad del agregado reciclado que es menor, pero las variantes de densidad no son tan marcadas como las que se tienen en absorción, a comparación de los resultados anteriores son similares. A esta causa se le atribuye directamente que ningún elemento haya aprobado su prueba de absorción máxima admisible” (Buck, 1997).

“En cuanto al concreto, dada su alta absorción necesito más agua al ajustar la mezcla, pero cumplió bien en la prueba de revenimiento. La alta absorción del agregado reciclado aumenta la demanda de agua para que se obtenga la misma trabajabilidad y revenimiento (asentamiento) si comparado con un concreto con agregado convencional. El agregado reciclado seco absorbe agua durante y después del mezclado. Para evitar esto, el agregado reciclado se debe pre-humedecer o las pilas se deben mantener húmedas” (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi, & PCA., 2001).

2.2.8.4.3. Trabajabilidad del Concreto.

“Al utilizar agregado natural como agregado fino y concreto demolido como agregado grueso, hubo poca diferencia en el revenimiento, al igual que en el contenido de aire o de cemento, en relación con la mezcla equivalente preparada con agregados nuevos. Encontró posible lograr una trabajabilidad equivalente con una relación agua/cemento, mediante el uso de un aditivo reductos de agua” (Malhotra, 1976).

“Sin embargo, al utilizar agregados finos de concreto de demolido, encontró un aumento repentino en la cantidad de agua necesaria. Este efecto se evidencio cuando se incluyó un

material de concreto demolido menor. Se observó que este concreto poseía partículas hidratadas de cemento” (Malhotra, 1976).

2.2.8.4.4. Durabilidad.

Malhotra (1976) “evaluó la resistencia al congelamiento/deshielo del concreto, mediante mediciones de la velocidad del pulso ultrasónico, durante y después del ciclo de congelamiento/deshielo, y mediante mediciones de resistencia a la flexión, al finalizar el periodo”. Buck y malhotra

“encontraron que la resistencia al congelamiento/deshielo del concreto preparado con agregados de concreto reciclado era similar a la del concreto control, excepto que malhhotra encontró que el concreto preparado con grava de sílice reciclada presentaba una mejor resistencia al congelamiento/deshielo que la del concreto preparado con grava de sílice original.

Esto se debe a que el mortero utilizando anteriormente recubre la superficie de las partículas de grava; en el concreto demolido sella los poros e impide la entrada de agua a las partículas de sílice susceptibles al congelamiento.

2.2.8.4.5. Resistencia del Concreto Preparado con Agregado Reciclado.

La resistencia a compresión, del concreto que contiene agregados de concreto reciclado, con una relación constante de agua /cemento (y trabajabilidad constante), excepto en el caso de dos mezclas en las que la relación agua/cemento se redujo mediante el uso de un aditivo reductor de agua, así como la adición de ceniza volante. (Cruz Garcia & Velasquez Yañez, 2004).

En conclusión, Buck encontró que las resistencias disminuyen, comparadas con las de una mezcla de control. La densidad y el contenido de aire del concreto preparado con agregados nuevos y reciclados se muestran en la tabla 6 las densidades del concreto con

agregados reciclados son ligeramente menores, el contenido de aire del concreto de agregado complementa reciclado que se encontró en la mezcla baja resistencia (Cruz Garcia & Velasquez Yañez, 2004).

Tabla 6.
Densidad y Contenido de Aire de los Concretos Preparados con Agregados y Nuevos.

Concreto original		Absorción %		Densidad Relativa	
Descripción	Resistencia a la compresión (MN/m ²)	Agregado grueso	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado fino
Buck					
Desechos de caminos (agregados de grava sílice)	41 (años)	4.5	7.9	2.42	2.33
Viga desecheda (agregado grueso de carbonato)	55 (9.5 meses)	3.9		2.52	
Viga desecheda (agregado grueso de granito)	13 (2.5 años)	2.3	7.9	2.59	2.36
Paneles de concreto (agregado de grava de sílice)	23 (8 meses)	4.4	7.5	2.36	2.27
Malhotra					
Cilindros de prueba desechedos (agregado fino de caliza gruesa y arena)	alta	4	7.9	2.53	
	media	3.9	3.9	2.53	2.31
	baja	4.4	4.4	2.5	2.34

*MN/m² = 10.2 kg/cm²

Nota: Adaptado por Buck & Malhotra.

Malhotra, estudio “los agregados de concreto reciclado. Mediante microscopia óptica y electrónica, encontró que las partículas de concreto demolido tenían que adoptar formas más redondas y texturas de superficies más uniformes que la de los agregados frescos de caliza, utilizándolos como control. Se observaron grietas en la pasta de cemento hidratado adherida a las partículas de concreto demolido. Se pensó que estas grietas podían ser la causa del alto grado de absorción de este agregado”.

Tabla 7
Propiedades Físicas de Agregado de Concreto Reciclado.

Concreto original		Absorción %		Densidad Relativa	
Descripción	Resistencia a la compresión (MN/m ²)	Agregado grueso	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado fino
Buck					
Desechos de caminos (agregados de grava sílice)	41(años)	4.5	7.9	2.42	2.33
Viga desechada (agregado grueso de carbonato)	55(9.5 meses)	3.9		2.52	
Viga desechada (agregado grueso de granito)	13(2.5 años)	2.3	7.9	2.59	2.36
Paneles de concreto (agregado de grava de sílice)	23(8 meses)	4.4	7.5	2.36	2.27
Malhotra					
Cilindros de prueba desechados (agregado fino de caliza gruesa y arena)	alta	4	7.9	2.53	
	media	3.9	3.9	2.53	2.31
	baja	4.4	4.4	2.5	2.34

*MN/m² = 10.2 kg/cm²

Nota: Adaptado por Buck & Malhotra.

2.2.9. Concreto Simple.

El concreto (hormigón) está compuesta por el cemento, agua, agregado fino, agregado grueso. (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi, & PCA., 2001).

Alva (2017). “Nos dice que el concreto simple comprende el cómputo de los elementos de concreto que no llevan armadura metálica. Es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua”.

Se pueden utilizar en elementos como: cimientos corridos, cimientos escalonados, Sub zapatas o falsa zapata, solados, bases de concreto, Estructuras de sostenimiento de excavaciones, calzaduras, sobre cimientos, gradadas, rampas y falso piso. (Alva Villacorta, 2017).

Capítulo III. Materiales y Métodos.

3.1. Lugar de Ejecución.

Juliaca se encuentra a una altitud de 3825m sobre el nivel del mar en coordenadas de 15°29'24" de Latitud Sur y 70°08'00" de Longitud. (Wiliams, s.f.).

Sus límites son:

- NORTE: Distritos de Calapuja (Lampa), y de Caminaca (Azángaro).
- SUR: Distritos de Cabana y Caracoto (San Román).
- ESTE: Distritos de Pusi (Huancané), y de Samán (Azángaro).
- OESTE: Distrito de Lampa (Lampa).



Figura 6 Mapa del Departamento Puno.

3.2. Tipo de Investigación.

Esta investigación es de tipo CUANTITATIVA, por lo que es objetiva y sigue un patrón predecible y estructurado, utiliza la lógica y el razonamiento deductivo, en donde se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, en el proceso se busca el máximo control para lograr que otras explicaciones

posibles distintas a las propuestas de estudio sean desechadas y se excluya la incertidumbre y el mínimo error. (Fernandez Collao, Baptista Lucio, & Hernandez Sampieri, 2014).

3.3. Nivel de Investigación.

(Danhke, 1989), clasifica a nivel exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. Puesto que esta investigación corresponde a nivel CORRELACIONAL.

La utilidad y el propósito principal de los estudios correlacionales son saber cómo se puede comportar la variable conociendo el comportamiento de otras variables relacionadas. Este tipo de estudio mide las dos o más variables que se desea conocer, si están o no relacionadas con el mismo sujeto y así analizar la correlación. (Fernandez Collao, Baptista Lucio, & Hernandez Sampieri, 2014).

3.4. Diseño de Investigación.

Esta investigación viene a ser EXPERIMENTAL, por lo que el investigador no solo identifica las características que se estudian, sino que las controla, las altera o manipula con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación. (Fernandez Collao, Baptista Lucio, & Hernandez Sampieri, 2014).

La forma que toma nuestra investigación es aplicada, confrontándose la teoría con la realidad, derivándose al tipo experimental ya que durante proceso de ejecución se buscan obtener datos a partir de pruebas de laboratorio.

Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control. En el siguiente grafico se representa un esquema sobre el diseño experimental con un grupo control y el grupo experimental.

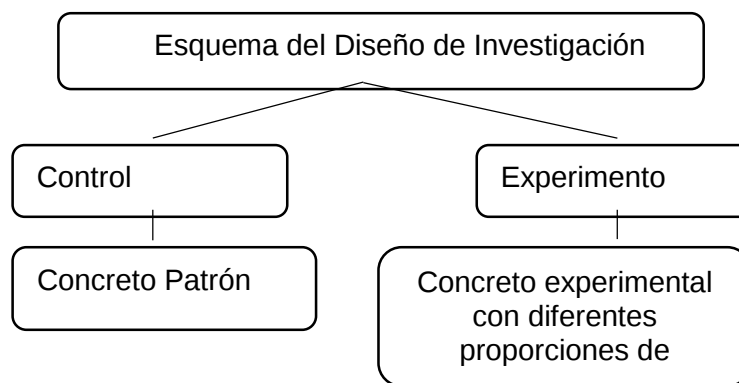


Figura 7 Esquema de Diseño de Investigación.

3.5. Formulación de Hipótesis.

3.5.1. Hipótesis General.

El reemplazo del agregado reciclado como sustituto parcial en porcentajes del agregado natural se evaluó que si tiene un efecto positivo que iguala o mejora la resistencia del concreto a una compresión de 175 kg/cm² perteneciendo a concreto simple en la ciudad de Juliaca.

3.5.2. Hipótesis Específicos.

He1 Con la zonificación de la ciudad de Juliaca, se determinó la zona más afectada por los RCD y el volumen aproximando de generación de RCD.

He2 La caracterización del concreto reciclado proveniente de la demolición de construcción de material noble, se establece en estándares ya establecidos.

He3 Según la caracterización del agregado reciclado sustituye parcialmente al agregado natural en porcentajes de 10% y 5%, empleándose en concreto simple.

3.6. Prueba de Hipótesis.

En el enfoque cuantitativo, las hipótesis se someten a pruebas al tener un diseño de investigación, recolectar datos con instrumentos de medición y por ultimo analizar e

interpretar tales datos. (Supo, 2014) Plantea cinco pasos para la prueba de hipótesis se tiene la siguiente:

1: Formulación de Hipótesis; cuenta con la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_1), que vendría a ser las hipótesis de la investigación, las cuales se plantearon en el ítem 3.5.

2: Establecer el nivel de significancia; Hernández et al (2014), puntualiza dos niveles de significancia entre los más usados en investigación. Un nivel de significancia de 0.05, es decir, 95% de confianza, con un 5% de error.

3: Elegir el estadístico de prueba; se debe tomar en cuenta el tipo de estudio, el nivel de investigación, el diseño de la investigación, el objetivo estadístico, las escalas de medición de las variables y el comportamiento de los datos. (Supo, 2014). En la siguiente tabla enfatizamos dichos aspectos para elegir la prueba estadística.

Tabla 8
Prueba Estadística.

Objetivos del estudio	Tipo de muestra	Tipo de variable	Prueba paramétrica
Comparar de 3 grupos		Variable numérica	
Evaluación del concreto experimental y convencional. Tres medidas en diferentes porcentajes de incorporación (agregado reciclado).	Muestras relacionadas	-resistencia	Análisis de varianza (ANOVA)

Nota: realización propia.

4: Estimación del p-valor; para el cálculo de este valor, en la actualidad existen diversos softwares estadísticos que ayudan con su cálculo. Se utilizó el software denominando IBM SPSS Statistics 22. Donde se analizaron los estadísticos descriptivos utilizando la prueba Anova para muestras relacionadas.

5: Toma de decisión estadística; se define con cual hipótesis quedarnos en función a la probabilidad de error. Si el p-valor está por debajo del nivel de significancia se acepta H1; sin embargo, si el p-valor está por encima del nivel de significancia, indica que hay mucho error, por lo que se acepta H₀. (Supo, 2014).

Tabla 9
Resumen de Validación.

Pasos		Descripción
Paso 1	Formulación de hipótesis	H ₀ y H _i (Hipótesis de la investigación)
Paso 2	Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$, con un 95% de confianza y un 5% de error.
Paso 3	Estadístico de Prueba	ANOVA Ver Tabla 8
Paso 4	p-valor	Mediante el software IBM SPSS Statistics 22.
Paso 5	Decisión Estadística	- Si p-valor < α, entonces se rechaza H₀ y se acepta H_i. - Si p-valor > α, entonces se acepta H₀.

Nota realización propia.

3.7. Identificación de Variables.

Las variables cuantitativas continuas (toma un número infinito de valores) se definen como una característica o propiedad que se presenta en diversos grados, son de carácter numérico. A continuación, se definen las variables independientes y dependientes que corresponden a esta investigación.

3.7.1. Variable Independiente.

Fenómeno a la que se le va a evaluar su capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables. Son variables explicativas, es decir, pueden explicar a las variables dependientes. Las variables independientes de esta investigación se muestran a continuación:

Tabla10

Variable Independiente.

Variables Dependientes		
Variable	Indicadores	Valores finales
Agregado Reciclado	Elaboración de mezcla con concreto reciclado.	% de agregado reciclado

Nota realización propia.

3.7.2. Variable Dependiente.

Cambios sufridos por los sujetos como consecuencia de la manipulación de la variable independiente por parte del experimentador. En este caso el nombre lo dice de manera explícita, va a depender de algo que la hace variar.

Tabla 11

Variable Dependiente.

Variables Dependientes		
Variable	Indicadores	Valores finales
Trabajabilidad	Cono de Abrahams.	cm
Resistencia a la compresión	Máquina de ensayo a la compresión uniaxial.	Kg/cm2

Nota realización propia.

3.8. Prueba Estadística.

Las pruebas paramétricas se clasifican en la prueba t (para una o para dos muestras relacionadas o independientes) y la prueba ANOVA (para más de dos muestras independientes). Por lo tanto, al conocer los requerimientos de una prueba paramétrica y la definición de las muestras de estudio de la investigación se elige el ANOVA.

Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales, evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. Se aplican en variables cuantitativas.

La hipótesis nula (H_0) establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa (H_1) establece que al menos una es diferente. (Roldán, 2016).

Entonces si la hipótesis nula es rechazada y se acepta la hipótesis alterna para determinar cuál de las medias están variando por el método de tukey mediante la siguiente formula:

$$HSD = Multiplicador \times \sqrt{\frac{MS_E}{n}}$$

Entonces:

HSD: Diferencia Honestamente Significativa.

Multiplicador: valor obtenido de la tabla tukey.

MS_E : Cuadrado del error medio.

n: tamaño de muestra en los grupos.

(Roldán, 2016), menciona si la $Dif > HSD$ nos indicara que esa diferencia es significativa desde un punto de vista estadístico. Luego de procesar los datos con el estadístico de prueba ANOVA, se obtiene un p-valor (probabilidad de error), que será contrastado con el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), se plantea el criterio de decisión de:

- Si la probabilidad obtenida p-valor $< \alpha$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 .
- Si la probabilidad obtenida p-valor $> \alpha$, no se rechaza H_0 , y se rechaza la H_1 .

Por lo tanto, el nivel de significancia estará relacionado con el tamaño de muestra con el que se desea trabajar. En esta investigación se trabajará con un alfa igual a 0.05, o 5 % de error con un 95% de confianza.

3.9. Diagrama de flujo de la investigación.

Para la mejor comprensión del desarrollo de este proyecto de tesis se elabora un diagrama de flujo plasmado en la figura 10, teniendo en cuenta los pasos a seguir.

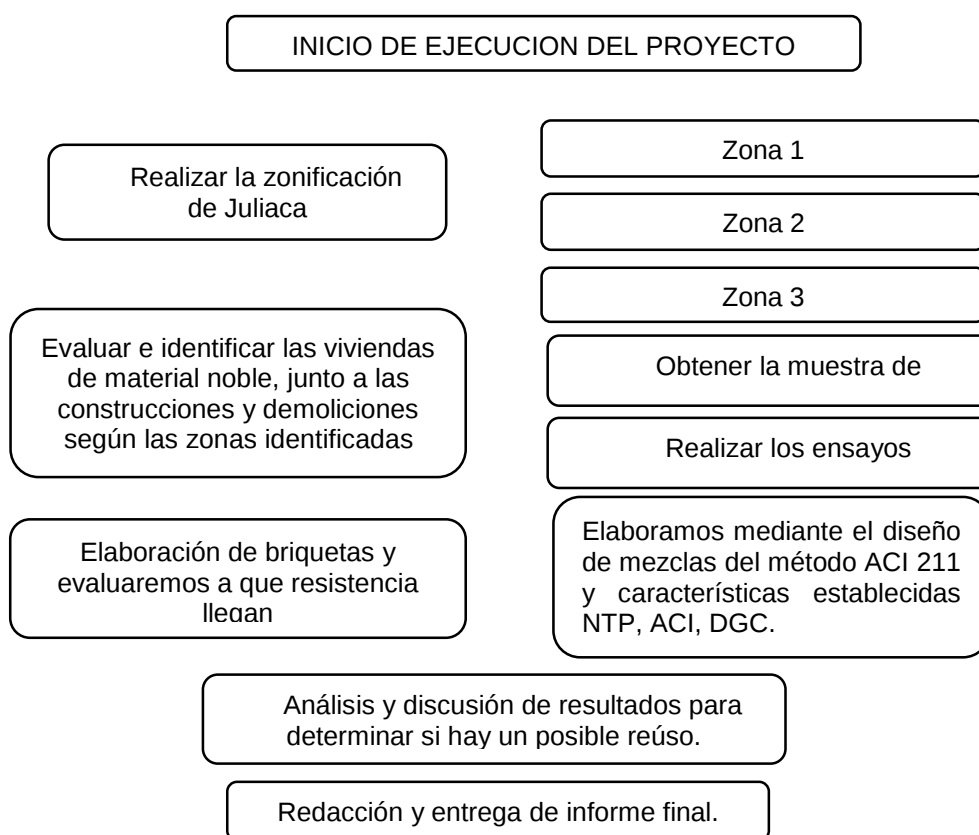


Figura 8 *Diagrama de Flujo*

3.10. Población.

Para el presente estudio de investigación se considera básicamente todos los concreto en general, la cual se denominará infinita por lo que no contamos con un dato contable.

3.11. Muestra.

La muestra es un subgrupo de la población que se utiliza por economía de tiempo y recursos, implica definir la unidad de muestreo y de análisis, además, requiere delimitar la población para generalizar resultados y establecer parámetros. (Hernández et. al, 2014). La muestra está constituida por los tres grupos de concreto que son: Concreto Patrón, Concreto adicionado con agregado reciclado al 5%, Concreto adicionado con agregado reciclado al 10%. A continuación, en resumen de la muestras a utilizar.

Tabla 12
Muestras de la Investigación.

MUESTRAS DE CONCRETO	
Concretos	Agregado reciclado
Concreto Patrón	0%
Concreto adicionado al	5%
Concreto adicionado al	10%

Nota realización propia.

3.11.1. Método de Muestreo.

El método de muestreo con una variable cuantitativa se utiliza para estimar promedios, la cual no se conoce el tamaño de población esta es denominada para muestras infinitas.

Fórmula para muestras infinitas.

$$n = \frac{T^2 * S^2}{E^2}$$

Donde:

n = tamaño de muestra.

Z=T= nivel de confianza (correspondiente con tabla de valores de Z=T).

S= varianza (correspondiente a la tabla de valores de dispersión en el control del concreto).

E= error de estimación máximo aceptado (correspondiente a la tabla de valores de dispersión en el control del concreto).

Según la fórmula para muestras infinitas del ítem 3.16.1, reemplazamos los siguientes datos para obtener una muestra a nivel de ensayos:

$$Z=T=95\%=1.98 \quad S= 17.6 \quad E= 4\%$$

El valor de T=Z se tomará en cuenta por criterio tomamos el 95% de pruebas dentro de los limites, por lo que su valor es 1.98 ver tabla 13. Para los valores de dispersión en el control del concreto, para una dispersión total de clase de operación en concreto en laboratorio tomamos con calidad de bueno cuyo valor se considerará 17.6 ver tabla 14 y

por último la dispersión entre testigos de concreto en laboratorio su coeficiente de variación para diferentes grados de control consideramos de calidad bueno con un valor de 4% ver tabla 14.

Obteniendo: $n = 4.31 = 5$

Por lo tanto, para cada grupo correspondiente se realizaras cinco probetas de concreto.

Entonces la cantidad total de muestras será:

Tabla 13
Cantidad de Muestras Realizadas.

MUESTRAS DE CONCRETO		PRUEBAS DE COMPRESIÓN		
Agregado natural	Agregado reciclado	Ensayo -7 días	Ensayo - 14 días	Ensayo - 28 días
100%	0%	5	5	5
95%	5%	5	5	5
90%	10%	5	5	5
Total de Muestras				45

Nota realización propia.

Tabla 14
Valores de T.

% de pruebas dentro de los límites $\mu \pm tDs$	Probabilidad de ocurrencia por debajo del límite inferior	Valor de t
40.00	3 en 10	0.52
50.00	2.5 en 10	0.67
60.00	2 en 10	0.84
68.27	1 en 6.3	1.00
70.00	1.5 en 10	1.04
80.00	1 en 10	1.28
90.00	1 en 20	1.65
95.00	1 en 40	1.98
95.45	1 en 44	2.00
98.00	1 en 100	2.33
99.0	1 en 200	2.58
99.73	1 en 741	3.00

Nota realizado por (Pasquel Carbajal , 1998).

Tabla 15
Valores de Dispersión en el Control del Concreto

Dispersión Total					
Clase de Operación	Desviación standard para diferentes grados de control (kg/cm2)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 42.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6
Dispersión entre Testigos					
Clase de Operación	Coeficiente de Variación para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Nota realizado por (Pasquel Carbajal , 1998).

3.12. Matriz de Consistencia.

Tabla 16
Matriz de Consistencia.

	Objetivos	Definición del problema	Hipótesis	Variables	Indicadores	MÉTODOS Y TÉCNICAS
General	Evaluar el concreto reciclado que se genera por procesos de demolición y construcción de viviendas, para el reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca.	¿Sera posible la reutilización del concreto reciclado, generados por procesos de demolición y construcción de viviendas e la ciudad de Juliaca?	El reemplazo del agregado reciclado como sustituto parcial en porcentajes del agregado natural se evaluó que si tiene un efecto positivo al 10% y 5%, pudiendo ser empleada en concreto simple en la ciudad de Juliaca.			La investigación de basa en el método de diseño experimental
Específico 1	OE1 Zonificar la ciudad de Juliaca en función del volumen de producción de residuos sólidos provenientes de la demolición de construcciones de material noble..	-¿es posible zonificas, en función del volumen de producción de RCD?	Con la zonificación de la ciudad de Juliaca, se determinó los lugares que sufren este problema de generación de RCD de material noble	Independiente: concreto reciclado	Ensayos de laboratorio	-extracción del agregado reciclado mediante la zonificación con la calidad del concreto reciclado.
Específico 2	Caracterizar el concreto reciclado proveniente de la demolición de construcciones de material noble para su reúso con base a estándares ya establecidos.	¿Será posible la caracterización del agregado reciclado en base a las normativas?	La caracterización del concreto reciclado proveniente de la demolición de construcción de material noble, se establece en estándares ya establecidos.	Dependiente: Resistencia a la compresión		
Específico 3	OE3 Plantear el reúso del concreto reciclado según su caracterización como agregado en el concreto simple en proporciones adecuadas.	¿Es posible el reúso del agregado reciclado como concreto simple?	La adición del agregado reciclado como sustituto parcial al agregado natural iguala o mejora la resistencia del concreto a una compresión de 175 kg/cm2 perteneciendo a un concreto simple.			

Nota realización propia.

3.13. Origen de los Materiales Utilizados en la Investigación.

3.13.1. Agregado Natural.

El agregado grueso y fino usados para la elaboración del concreto patrón y para el concreto reciclado en porcentajes, fueron obtenidas de la cantera Isla se encuentra a unos 15 km aprox. de la provincia de SAN ROMÁN - JULIACA. Siendo de fundamental importancia, al ser una de las principales canteras de HORMIGÓN y ARENA FINA, al ser accesible para su uso, es el principal abastecedor de la materia prima para la construcción de viviendas para la ciudad de Juliaca.

Su extracción se realiza mediante muchos modos, pero uno de los más utilizados y efectivos es de la maquinaria pesada, siendo el principal para su extracción las siguientes maquinarias:

- Volquetes.
- Cargadores frontales.
- Tractores.

En lo que concierne a nuestra investigación se extrajo con maquinaria pesadas con la cantidad de 10 m³. de las cuales se utilizó 2 m³ como máximo fue llevado a las instalaciones de la universidad Peruana Unión – Chullunquiani, para así proceder con los respectivos ensayos.

Detalles de la cantera Isla.

- | | |
|-------------------------|---|
| - Cantera | :Cantera Isla. |
| - Ubicación | :15 Km desde la ciudad de Juliaca, Derecho de la vía. |
| - Acceso | : 400 m. |
| - Tipo de Material | : de río. |
| - Área Explotable | :70,869.649 m ² . |
| - Vol. Bruto Explotable | :106,304.474 m ³ . |

- Potencial Neto :95,000 m³.
- Rendimientos Est. : 90 %.
- Periodo de Explotación : Época de Estiaje.

3.13.2. Agregado Reciclado.

El agregado reciclado se consiguió a partir de la trituración de vigas, columnas según la tabla 13 que fueron desechadas de demoliciones de viviendas, se trituraron en total una columna y una viga con medida aproximada de 1.20 m de largo con dimensión de 0.35x0.40m, entre los escombros se pudo observar que en la mayoría son de viviendas antiguas por el estado en que se encontraron estas son derivadas a los exteriores de la ciudad formando montones en la salida Arequipa, salida Lampa y salida a Puno.

Se estima que la resistencia inicial de estos se encuentran por debajo de 175kg/cm² identificado por el anexo F en la mayoría son consideradas sin un diseño por lo general no fueron guiadas por un profesional.

La resistencia promedio que se encontró a partir de las pruebas de esclerómetro lo cual resulto a una resistencia promedio de 165 kg/cm², la trituración se efectuó de manera manual con combas, acumulándoles en montones y colocados en sacos y baldes trasladándolo a las instalaciones del laboratorio de la universidad.

El origen del agregado reciclado fue proveniente de viviendas de material noble que fueron demolidas de las tres zonas identificadas que exclusivamente se optó por vigas y columnas que fueron retiradas a las salidas de la ciudad de Juliaca.

Se demolieron a pulso hasta dejarlas en un tamaño nominal de 1/2 pulgada como máximo, logrando una granulometría similar al agregado natural. Fueron recogidos de los lugares más frecuentes de RCD dejados de la ciudad se recogieron de la salida Arequipa y la salida lampa con volúmenes de:

Tabla 17

Volumen total de material usado en la Investigación.

lugar de recojo de material	elemento de material	volumen (m3)	volumen total (m3)
salida Arequipa	columnas	0.36	0.492
salida Lampa	viga	0.132	

Nota realización propia.

Herramientas utilizadas:

- Comba de 12 libras.
- Comba de 4 libras.
- Rondana de diámetro de 15 cm y 30 cm.
- Piedra dura.
- Sacos.

Capítulo IV. Resultados y Discusión.

4.1. Prueba del Esclerómetro a Viviendas Antiguas.

4.1.1. Resultados de la prueba del Esclerómetro.

Para esta prueba se eligió una vivienda por zonas ya identificadas se aplicó en vigas y columnas que se presentaron en las viviendas de material noble antiguas, material que se usó como agregado reciclado global para la obtención de briquetas.

El Área de ensayo del esclerómetro fue de 15 cm², basándonos en la norma NTP339.181. Se realizaron 10 disparos dentro de las áreas de las columnas o las vigas, separadas por lo menos a 1" de distancia de los mismos puntos. Finalmente, se calcula el promedio de las 10 lecturas y analizamos conforme a la norma ASTM C805.

Para determinar el f'c en que se encontraban los concretos viejos se consideró un f'c de diseño de 175 kg/cm² denominados concretos simples mediante la fórmula:

$$R = \frac{80}{R \propto}$$

R: promedio de rebotes del martillo.

∝: Dato obtenido de la gráfica del martillo.

Al realizar el ensayo se tomará en cuenta varios aspectos como en qué estado se encuentra el concreto a ensayar como su estado de humedad, el perfil que tiene, la identificación del martillo por lo que en nuestra investigación se utilizó un martillo para uso en especímenes que usan el cemento portland convencional, arena fina, y arena gruesa que van en la edad de 14 a 56 días. Estos factores deberán ser considerados por lo que pueden afectar en los datos de los ensayos.

UBICACIÓN: Jr. Tumbes con Jr. Moquegua.

Tabla 18
Resultado de Prueba de Esclerómetro zona-3 (viga).

F'C CALCULADA kg/Cm2	EDAD DEL CONCRETO (AÑOS)	(%)	ESTADO DEL CONCRETO
165	70	94	- La condición de la humedad superficial de la viga (seca) - Sin porosidad.

Nota realización propia.

UBICACIÓN: Jr Sandia con Jr. Manuel Pardo.

Tabla 19
Resultado de Prueba de Esclerómetro zona-1(columna).

F'C CALCULADA kg/Cm2	EDAD DEL CONCRETO (AÑOS)	(%)	ESTADO DEL CONCRETO
130	60	74	- La condición de la humedad superficial de la columna (húmeda) - Presencia de pasto

Nota realización propia.

UBICACIÓN: Jr. Cerezos MZ A2-17.

Tabla 20
Resultado de Prueba de Esclerómetro zona-2 (columna).

F'C CALCULADA kg/Cm2	EDAD (AÑOS)	(%)	ESTADO DEL CONCRETO
155	40	89	- La condición de la humedad superficial de la columna (seca) - Sin porosidad.

Nota realización propia.

4.1.2. Discusión de la prueba del Esclerómetro.

Identificadas las tres zonas según su volumen de producción de RCD ver tabla 45, se procede a realizar el ensayo de esclerómetro cuyos resultados se basan en f_c de diseño que viene ser 175 kg/cm² entonces el resultado de la zona 3 es f'_c 165 kg/cm² con el número de lecturas respecto resulta 94% del diseño de f_c , la cual sometida a una vivienda

de material noble (viga) con la edad de 70 años de antigüedad ubicada en el Jr. Tumbes con Jr Moquegua, centro de la ciudad.

Se observa que la calidad de concreto de la viga es buena, pese a la antigüedad de la vivienda, sacando la ventaja de ser un buen recurso de material de concreto reciclado para la reutilización de este material en concreto simple.

A diferencia de la zona 2 y 1 (columnas) con edad de 60 y 40 años de antigüedad se observa que no solo puede afectar la antigüedad sino la calidad del concreto, se valora por diferentes situaciones que pueda presentar cada concreto.

Tabla 21
Resultados del ensayo de esclerómetro a viviendas de materia noble de la ciudad de Juliaca.

Zona	Ubicación	Edad (años)	(%)	F´C calculada (kg/cm2)
zona 3	Jr. Tumbes con Jr. Moquegua	70	94	165
zona 2	Jr.Cerezos Mz A2-L17	60	89	155
zona 1	Jr sandia con Jr. Manuel pardo	40	74	130

Nota realización propia.

4.2. Agregado Grueso Natural.

Para esta investigación, primeramente, se realizó la separación del agregado grueso y fino con el tamiz 3/8", para el agregado grueso utilizamos todo lo retenido a partir de este tamiz mencionado. Cantidad de la muestra de ensayo de agregado grueso fue de 5 kg. Según la norma NTP 400.012.

- Tamaño Máximo: fue de 1" y
- Tamaño Máximo Nominal: es de 3/4.

4.2.1. Resultado de Granulometría del Agregado Grueso (NTP 400.012, ASTM C 33).

El resultado de la suma del material ensayado deberá ser más menos del 100%. En nuestros resultados la granulometría del agregado grueso se encuentra dentro de los límites establecidos por la NTP 400.037 o ASTM C 33.

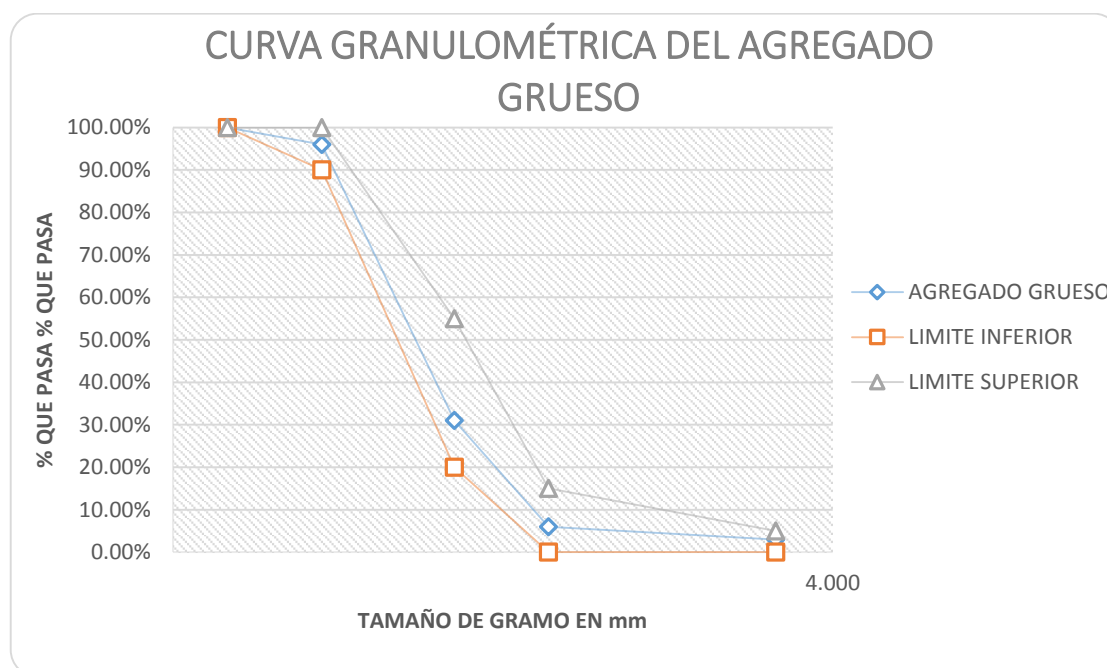


Figura 9 Curva Granulométrica del Agregado Grueso Natural.

4.2.2. Resultado del Módulo de Fineza del Agregado Grueso.

Según la NTP 400.011, su cálculo se usa el mismo criterio que para la arena siendo la suma de los pesos retenidos acumulados dividida entre 100.

- El módulo de finura del nuestro agregado grueso natural ensayado es de 6.95%.

4.2.3. Resultado del Contenido de Humedad del Agregado Grueso.

El procedimiento a seguir será en base a la norma NTP 339.185 – ASTM C566. La cantidad de la muestra proveniente de cantera será muestreados según ASTM D75, y sometido a ASTM C702, En caso de la investigación el tamaño máximo es de 1" el peso a utilizado fue de 4.0 Kg. Según ASTM D75, cantidad de muestra a utilizar.

- Realizado el ensayo nos votó como resultado del contenido de humedad promedio de 0.92%.

4.2.4. Resultado del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso.

Para su procedimiento se seguirá la norma NTP 400.017.

- Realizado el ensayo nos votó como resultado del peso unitario suelto del agregado grueso de 1468 kg/cm³.
- Realizado el ensayo nos votó como resultado del peso unitario compactado del agregado grueso de 1562 kg/cm³.

4.2.5. Resultados del Peso Específico y Absorción del agregado Grueso.

Se utiliza la normatividad NTP 400.021 - 400.022 y el ASTM C 127 - C 128. Para el material del Agregado grueso: La cantidad de muestra representativa de ensayo, luego de ser lavada e eliminada impureza y polvo, en nuestra investigación se utilizó 4.0 kg. Por el tamaño máximo del agregado.

- Realizado el ensayo nos votó como resultado del peso específico promedio de 2.60 gr/cm³, para lo que concierne el % absorción de 2.94%.

4.3. Agregado Fino Natural.

Como se menciona anteriormente para separar el agregado grueso del fino, usamos la malla 3/8, el material usado en este caso es todo lo pasante a la malla mencionada es el agregado fino.

- La cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 gr. mínimo.

4.3.1. Resultado de Granulometría del Agredo Fino.

Los resultados detallados se muestran en el anexo A, como resultado entro dentro del parámetro establecido por la NTP 400.037 y como resultado a continuación:

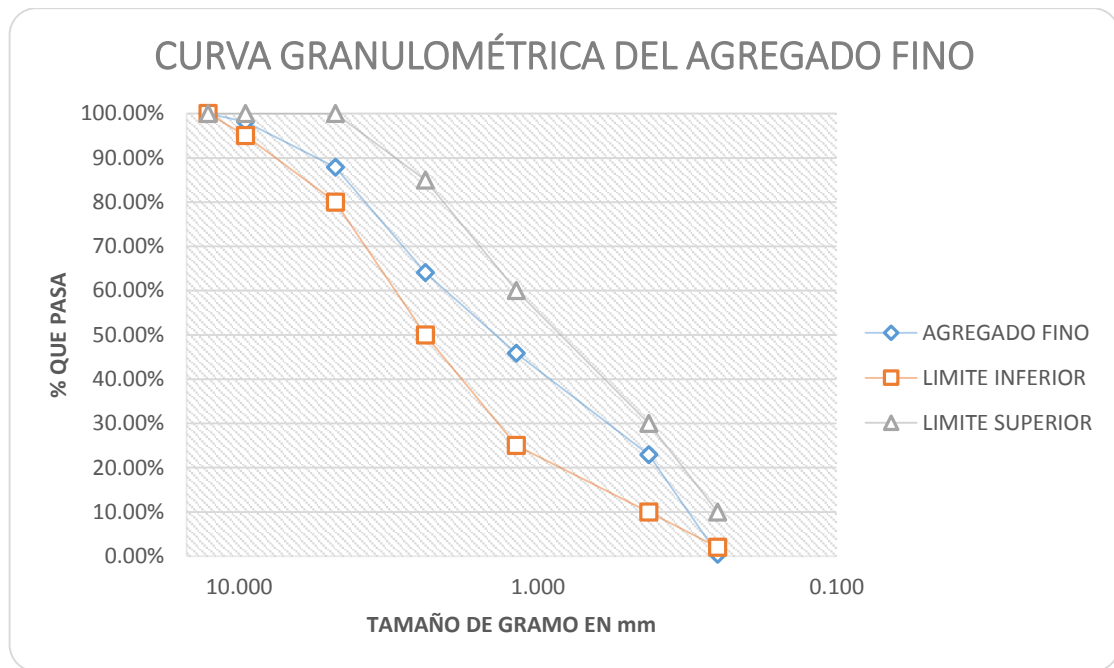


Figura 10 Curva Granulométrica del Agregado Fino Natural.

4.3.2. Resultado de Módulo de Fineza del Agregado Fino.

Según la NTP 400.011, su cálculo se suma de los pesos retenidos acumulados dividida entre 100.

- Cuyo resultado nos dio 2.67% de módulo de fineza del agregado Fino.

4.3.3. Resultado del Contenido de humedad del Agregado Fino.

La normativa aplicada es la NTP 339.185 – ASTM C566, para el agregado fino. La cantidad de la muestra proveniente de cantera será muestreados según ASTM D75, y sometido a ASTM C702, la cantidad a usar para el ensayo es en función del tamaño máximo del agregado. En caso de la investigación el tamaño máximo es de 1" el peso a utilizado fue de 4.0 Kg.

- Realizado el ensayo nos votó como resultado del contenido de humedad promedio de 7.32%.

4.3.4. Resultados del Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado Fino.

La normativa aplicada es la NTP 400.021 – 400.022 y el ASTM C127 – C128, para el agregado Fino. Para la cantidad de muestra a utilizar será de acuerdo al tamaño máximo del agregado se elige la capacidad del recipiente en nuestro caso la capacidad del recipiente de pie³ es de 1/3, por lo que nuestro tamaño máximo es de 1”.

La cantidad de muestra deberá de ser representativa, el tamaño de la muestra será aproximadamente del 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente.

- Realizado el ensayo nos votó como resultado del peso unitario suelto del agregado fino de 1770 kg/cm³.
- Realizado el ensayo nos votó como resultado del peso unitario compactado del agregado fino de 1872 kg/cm³.

4.3.5. Resultados del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.

La cantidad de agregado fino a utilizar para el ensayo será como mínimo 1000 gr. Se utiliza la normatividad NTP 400.021 - 400.022 y el ASTM C 127 - C 128.

- Realizado el ensayo nos votó como resultado del peso específico promedio de 2.47gr/cm³., para lo que concierne el % absorción de 2.88%.

4.4. Agregado Reciclado Global.

Se utilizó en base a la normatividad NTP 400.012 - ASTM C 33, NTP 400.037, y otras aplicadas para el método de diseño de mezcla ACI. Para el agregado global reciclado se estudió los siguientes ensayos.

4.4.1. Resultado de granulometría del agregado reciclado global.

Para nuestra granulometría del agregado global reciclado se consideró similar al agregado natural con el parámetro establecido, con normatividad NTP 400.012, ASTM C 33 la cual

como resultado se muestra en el siguiente gráfico:

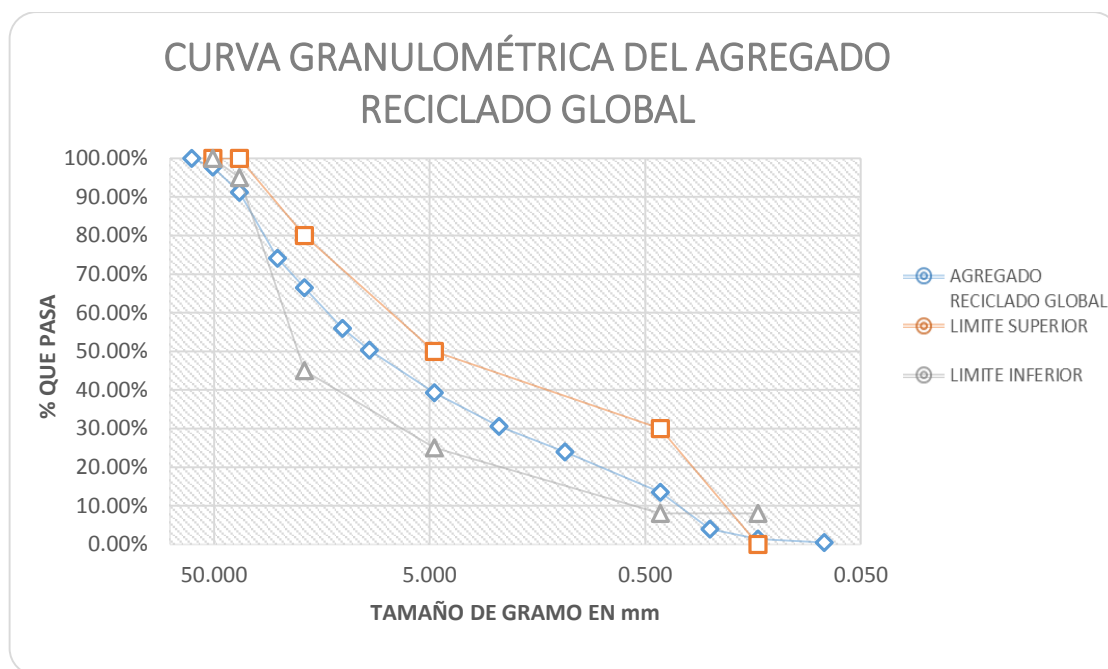


Figura 11 Granulometría del Agregado Reciclado.

4.4.2. Resultado del Módulo de Fineza del Agregado Reciclado Global.

Según la NTP 400.011, su cálculo se usa el mismo criterio que para el agregado global reciclado la suma de los pesos retenidos acumulados dividida entre 100.

- Cuyo resultado nos dio 6.37 de módulo de fineza.

4.4.3. Resultado de Contenido de Humedad del Agregado Reciclado Global.

La normativa aplicada NTP 339.185 – ASTM C566, para el agregado reciclado se encontró superficialmente seco pudiendo está absorber gran cantidad de agua por el mismo hecho de que contiene cemento. La cantidad de la muestra proveniente de cantera será muestreados según ASTM D75, y sometido a ASTM C702, la cantidad a usar para el

ensayo es en función del tamaño máximo del agregado. En caso de la investigación el tamaño máximo es de 1" el peso a utilizado fue de 4.0 Kg.

- Realizado el ensayo nos votó como resultado del contenido de humedad promedio de 7.28%.

4.4.4. Resultados del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Reciclado Global.

La normativa aplicada es la NTP 400.021 – 400.022 y el ASTM C127 – C128. Para la cantidad de muestra a utilizar será de acuerdo al tamaño máximo del agregado.

- Realizado el ensayo nos votó como resultado del peso unitario suelto del agregado global reciclado de 1237 kg/cm³.
- Realizado el ensayo nos votó como resultado del Peso Unitario Compactado del Agregado global Reciclado de 1408 kg/cm³.

4.4.5. Resultados de Peso Específico y Absorción del Agregado Reciclado Global.

Se utiliza la normatividad NTP 400.021 - 400.022 y el ASTM C 127 - C 128. La cantidad de agregado fino a utilizar para el ensayo será como mínimo 1000 gr.

- Realizado el ensayo nos votó como resultado del Peso Específico y Absorción del Agregado Reciclado 2.76gr/cm³., para lo que concierne el % absorción de 6.64%.

4.5. Discusión de los resultados de agregados fino, grueso y reciclado.

4.5.1. Discusión de Resultados de la granulometría de todos los agregados.

Para el agregado grueso natural, se tubo dificultad por lo que su granulometría no estaba dentro de los límites establecidos por la norma, excedía de tu tamaño máximo llegando hasta 3" y su tamaño máximo nominal siendo de 2", por lo que se mandó a fabricar mallas de 1" y así eliminar todo material retenido en esta y como resultado final se tuvo una

granulometría buena estando dentro de los límites de la norma NTP 400.012 o ASTM C33.ver figura 9.

Al realizar el ensayo del agregado fino natural, se observó que contenía material orgánico y un alto contenido de limo, según el (RNE, 2016) del capítulo 3 ensayos de materiales se establece que los agregados no deberán contener material orgánico. Por lo que se lavó todo el material fino con la malla n°50 y así eliminar las impurezas del material y su exceso limo. Finalmente se volvió a realizar el ensayo de granulometría y como resultado cumple con los estándares establecidos por la NTP. Ver figura 10.

Para el agregado reciclado se consideró como global, por lo que no tiene normas establecidas para sus caracterizaciones en el Perú, se aplicó parámetros de agregados naturales como la NTP 400.0112 O ASTM C33. Para su granulometría óptima se trituro manualmente el concreto reciclado hasta someter dentro de los límites establecidos por la norma, como resultado tuvimos la satisfacción de que se encuentre dentro de los límites de la norma ver figura 11.

4.5.2. Discusión de Resultados de Modulo de Fineza de los agregados.

El módulo de fineza es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2 desde el tamiz #100 en adelante el tamaño máximo presente y dividido en 100. Se considera que el MF de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina 2.5 una arena de finura media y hasta más de 3.0 una arena gruesa. Los agregados finos cuyo MF varíen entre 2.2. y 2.8 se obtiene concretos de buena trabajabilidad y reduce la segregación y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2, son las más favorables para los concretos de alta resistencia NTP 400.017.

En la investigación realizada se tubo dificultad por lo que el agregado natural de arena excedía de material limo y material orgánico, porque se optó al proceso de lavado de todo el agregado fino con la ayuda del tamiz #50, y así eliminar del exceso de este material, logrando resultados óptimos evidenciado en la tabla 22.

El agregado grueso natural por lo que su resultado nos da ver tabla 22 es favorable por lo que su concreto tendrá una buena trabajabilidad.

Por último, el agregado reciclado global excede de su módulo de fineza por el hecho de su alto contenido de cemento. También se realizó para el agregado global natural esta no ha sido considerado por lo que su granulometría no cumplía los estándares establecidos y por ende su módulo de fineza excede de material fino, ver la tabla siguiente:

Tabla 22
Módulo de fineza de los agregados.

Módulo de fineza (MF)	Agregado grueso natural	Agregado fino natural	Agregado reciclado global	Agregado natural global
MF	2.36.	2.67	6.37	5.79

Nota realización propia.

4.5.3. Discusión de Resultados del Contenido de Humedad de los agregados.

como bien se sabe el contenido de humedad de los agregados es muy usual, ya que su determinación se hizo muy usual, el contenido del agua en el concreto juega un papel muy importante en la resistencia, se dice que la absorción y humedad superficial de los agregados se debe determina de acuerdo con las normas ASTM C70, C127, C128 Y C566 de manera que se pueda controlar el contenido neto de agua en el concreto y se puedan determinar los pesos correctos de humedad, con el fin de saber cuánta agua tiene, de manera que solo ya se puede agregar una porción de agua, es decir menos de agua para ya estaba diseñado, ojo que es diferente agua de diseño y agua efectivo su determinación se da en el diseño de mezcla.

Los valores obtenidos del agregado grueso natural 0.92, esto quiere decir que el agregado presenta menos porosidad, también poca humedad superficial.

El problema del agregado reciclado, es por el contenido de su arena aquí está incorporado el cemento por su naturaleza tendrá mayor absorción de agua, para este problema se planteó incrementar el 3%(11.06 gr) del contenido de humedad del agregado fino sin alterar su relación de agua /cemento de diseño alterando así su contenido de humedad. Ver tabla 23.

Tabla 23
Contenido de humedad de los agregados.

Contenido de Humedad (CH)	Agregado grueso natural	Agregado fino natural	Agregado reciclado global
CH agua	0.92%	7.32%	7.28%

Nota realización propia.

4.5.4. Discusión de Resultados del Peso Unitario Suelto y Compacto de los agregados.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la tabla 24 del agregado grueso y fino natural, agregado reciclado y global natural sus pesos unitarios compactados son mayores que los pesos unitarios sueltos, ya que ingresa mucho más material en un determinado volumen.

En obra cuando se hace el vaciado del concreto, disminuye el volumen que se tenía al principio del mezclado.

- El PUS del agregado fino está dentro del rango que establece la NTP 400.017, indica de 1400 kg/m³-1600 kg/m³.
- El PUC del agregado fino está dentro del límite permitido de la NTP 400.017 indica de 1500 kg/m³-1700 kg/m³.
- El PUS del agregado grueso está dentro del límite permitido de la NTP 400.017 indica de 1500 kg/m³-1700 kg/m³.

- El PUC del agregado grueso está dentro del límite permitido de la NTP 400.017 indica de 1600 kg/m³-1900 kg/m³.
- El PUS del agregado reciclado no está dentro del rango que establece la NTP 400.017.a diferencia del PUC que si se encuentra dentro de la norma.

Tabla 24
Peso unitario suelto y compacto de los agregados.

Peso unitario suelto y compactado (PUS PUC)	Agregado grueso natural (Kg/m ³)	Agregado fino natural (Kg/m ³)	Agregado reciclado global (Kg/m ³)	Agregado natural global (Kg/m ³)
PUS	1468	1770	1237	1891
PUC	1562	1872	1408	1999

Nota realización propia.

4.5.5. Discusión de Resultados del Peso Específico y Absorción de los agregados.

El peso específico es la relación entre el peso y el volumen del material sólido. Para determinar el peso específico o densidad se debe tomar el agregado en estado saturado y superficie seca. El peso específico de muchos de los agregados de origen natural ronda alrededor de 2.65 gr/cm³, hay agregados pesados como la piedra partida de roca que anda en 4.25 gr/cm³. El agregado grueso, fino natural y reciclado están dentro o cerca de esta.

El % de absorción, comúnmente se encuentra dentro del intervalo de 0.20% a 3.50%. Es aconsejable, determinar el % de absorción entre los 10 y 30 minutos ya que la absorción total en la práctica nunca cumple. Evidentemente el agregado reciclado global siempre será superior por lo ya mencionado del cemento.

Tabla 25
Peso específico de absorción de los agregados.

Peso específico y Absorción (PE ABS.)	Agregado grueso natural	Agregado fino natural	Agregado reciclado global
PE	2.60 gr/cm ³	2.47 gr/cm ³	2.76 gr/cm ³
ABS	2.94 %	2.88 %	6.64 %

Nota realización propia.

4.6. Determinación del Volumen de Producción de RCD en la ciudad de Juliaca.

Para la determinación del volumen de producción del RCD, se zonifico en tres zonas por cuadras, de toda la ciudad se considerando las zonas más afectadas por RCD.



Figura 12 Plano de Zonificación.

Tomando en cuenta: Entrevistas de los conductores de volquetes, estos son los que cargan este material a afueras de la ciudad, que son ubicados en la avenida circunvalación este, oeste entre otros lugares identificados ver Anexo F.

Otro factor para su evidencia fue obtener fotografías de forjamiento de la ciudad como también en la actualidad, el forjamiento de la ciudad, nos referimos a la antigüedad de las infraestructuras de las viviendas de material noble, son consideradas más antiguas de la ciudad, donde hubiese construcciones primerizas de la ciudad esta se ubicó en el centro de la ciudad y la salida a Puno, ya que en los años que se forjo la ciudad fueron las viviendas que se construyeron, en la actualidad tienden a ser demolidas y consiguientemente construyen nuevas infraestructuras en ellas. Ver fig. (13 y 14).



Figura 13 Centro de la Ciudad de Juliaca.



Figura 14 Juliaca Salida a Puno - año 1918.

Los RCD, son el conjunto de fragmentos o restos de ladrillos, hormigón (mezcla de cal, arena, agua y piedra), argamasa (es la mezcla de cal, arena y agua, que popularmente se conoce como mezcla), acero, hierro, madera, etc. En la siguiente tabla mostrada se identifica en los lugares que se ubican los entrevistados se sacó el dato de su capacidad de su volquete por lo que es importante para determinar el volumen del RCD como el n° de viajes promedio (por mes), influye la antigüedad del trabajo por lo que es un múltiplo para sacar volumen por volquete y por penúltimo se halla el volumen aproximado de RCD en m³, consiguientemente se sumó todos los valores hallados para realizar una sumatoria total determinando su volumen al 100% aproximado.

Tabla 26
Volumen Considerado al 100% en m3.

UBICACIÓN DE ENCUESTA	Capacidad del volquete (M3)	Nº de viajes al mes	Antigüedad de trabajo (años)	Volumen aproximado de rcd (m3)	Volumen considerado en un 100%
CIRCUNVACION OESTE	10	3	8	2880	42984 m3
	15	2	6	2160	
	8	2	4	768	
	5	4	10	2400	
	4	10	8	3840	
	5	10	13	7800	
	15	3	10	5400	
	4	2	1	96	
	12	3	8	3456	
	15	4	2	1440	
CIRCUNVALACION ESTE	5	5	8	2400	
	10	3	6	2160	
	4	4	7	1344	
AV TRIUNFO	4	5	6	1440	
	5	3	3	540	
	8	2	5	960	
TAHUANTISUYO	10	2	3	720	
	8	1	2	192	
	12	2	1	288	
	15	3	5	2700	

Nota realización propia.

4.6.1. Volumen de RCD de la Ciudad de Juliaca.

Para determinar el volumen del RCD de Juliaca lo primero que se realizó es las entrevistas que se dieron a los conductores Anexo F. Otra evidencia fue obtener fotografías antiguas de la ciudad tomando en cuenta la edad de las viviendas, realizando la zonificación en tres zonas más afectadas de la ciudad. Podemos identificar, el volumen de RCD según las evidencias identificadas del 100%, la zona 1 se identificó con 62% de volumen de RCD, zona 2 con 40% y por último la zona 3 con 79% siendo la zona más afectada de RCD.

Tabla 27
Volumen de RCD de la ciudad de Juliaca.

Zonas	Posibles limitación de las zonas	volumen m3	Volumen (%)
-------	----------------------------------	------------	-------------

zona 1	av. Circunvalación oeste paralelo a Jr. Colon, Jr calixto arestegui, Jr, 24 octubre	26652	62%
zona 2	Jr. José domingo choquehuanca, Jr. German humpiri, Jr. Los rosales, Jr.Hipolito hunuane.	17304	40%
zona 3	Jr.gonzale prada, Jr. Sucre, Jr. 8 de noviembre, Jr san martin , av. Mariano nuñez.	33960	79%

Nota realización propia.

4.7. Resistencia a Compresión.

La resistencia de diseño es de 175 Kg f/cm², aplicado para las edades de 7, 14 y 28 días correspondientes de los tres grupos: concreto patrón, concreto reciclado al 10% y concreto reciclado al 5%.

4.7.1. Resultados a los 7 Días a Compresión.

Tabla 28

Resistencia a compresión del concreto con 0% de agregado reciclado + 100% de agregado natural a una edad de 7 días.

N° de Probetas	Esfuerzo Máximo (Kg/cm ²)	Edad (Días)	Forma de probeta	Tipo de Falla	F'c a alcanzar 60% (Kg/cm ²)	Diferencia del Incremento/ Disminución	Promedio de resistencia (Kg/cm ²)
1	103.80	7.00	cilindro	5	105	1.20	106.06
2	104.00	7.00	cilindro	3	105	1.00	
3	106.30	7.00	cilindro	4	105	-1.30	
4	110.20	7.00	cilindro	3	105	-5.20	
5	106.00	7.00	cilindro	5	105	-1.00	

Nota realización propia.

Tabla 29

Resistencia a compresión del concreto con 10% de agregado reciclado + 90% de agregado natural a una edad de 7 días.

N° de Probetas	Esfuerzo Máximo Kg/cm ²	Edad (Días)	Forma de probeta	Tipo de Falla	f'c a alcanzar 60% Kg/cm ²	Diferencia del Incremento/ Disminución	Promedio de resistencia a Kg/cm ²
1	89.40	7	cilindro	6	105	15.6	90.66
2	95.70	7	cilindro	2	105	9.3	

3	91.50	7	cilindro	2	105	13.5
4	95.30	7	cilindro	2	105	9.7
5	81.40	7	cilindro	2	105	23.6

Nota realización propia.

Tabla 30

Resistencia a compresión del concreto con 5% de agregado reciclado + 95% de agregado natural a una edad de 7 días.

N° de Probetas	Esfuerzo Máximo (Kg/cm ²)	Edad (Días)	Forma	Tipo de Falla	f'c a alcanzar 60% Kg/cm ²	Diferencia del Incremento/D isminución	promedio de resistencia Kg/cm ²
1	120.40	7.00	cilindro	2	105	-15.4	116.28
2	110.00	7.00	cilindro	2	105	-5	
3	120.30	7.00	cilindro	4	105	-15.3	
4	115.30	7.00	cilindro	5	105	-10.30	
5	115.40	7.00	cilindro	2	105	-10.4	

Nota realización propia.

4.7.2. Discusión de Resultados de la Prueba de Resistencia a Compresión a la edad de 7 Días.

A la edad de 7 días deberá llegar al 60% (105 kg/cm²) del objetivo de diseño f'c 175kg/cm². Los resultados obtenidos fueron de tres grupos, cada grupo de 5 probetas de las cuales su promedio de resistencia alcanzada de cada grupo es:

- Patrón: 106.06kg/cm² (ver tabla 28).
- Al 10%: 90.66kg/cm² (ver tabla 29).
- Al 5%: 116.28kg/cm² (ver tabla 30).

Se observa en los resultados, que el esfuerzo más alto fue el concreto reciclado al 5% inclusive superando el f'c objetivo, a diferencia del concreto patrón que se mantiene dentro del rango del 60% y por último el concreto al 10% notablemente no alcanza ni al objetivo del f'c requerida evidenciada por la figura 15.

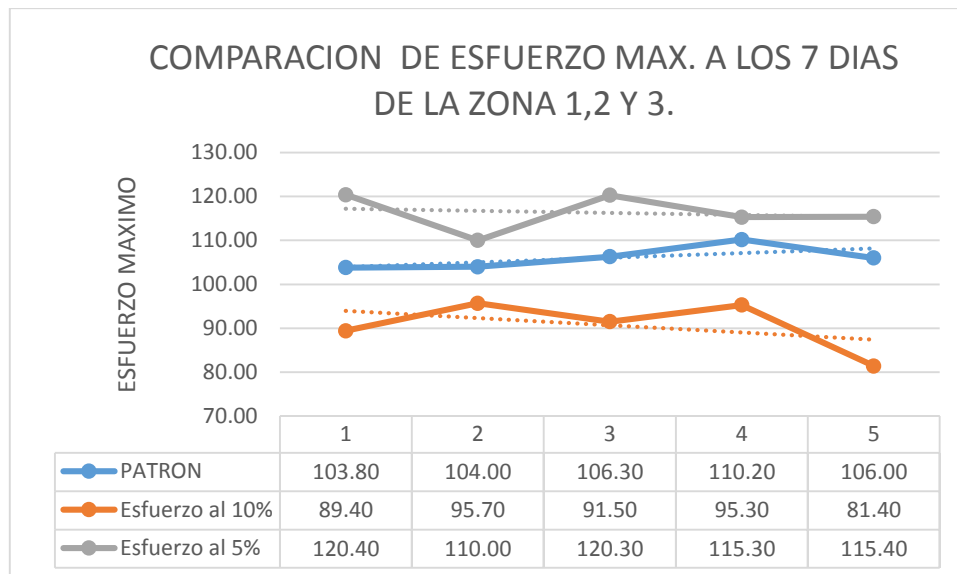


Figura 15 Comparación de esfuerzo máximo a la edad de 7 días.

El desnivel que presenta la línea de esfuerzo máximo del concreto al 5% y concreto al 10% se debe a que en la hora de vaciado se tubo dificultad por el n° de probetas a vaciar por lo que todas las briquetas no se recibieron los 25 golpes con la varilla por tres niveles por lo que en otras evidentemente se realizó correctamente, a diferencia del concreto patrón esta no presenta desniveles se considera óptima.

4.7.3. Resultados a los 14 Días a Compresión.

Tabla 31

Resistencia a compresión del concreto con 0% de agregado reciclado + 100% de agregado natural a una edad de 14 días.

N° de Probetas	Esfuerzo Máximo Kg/cm ²	Edad (Días)	Forma de probeta	Tipo de Falla	f'c a alcanzar 90% Kg/cm ²	Diferencia del Incremento/Disminución	Promedio de resistencia Kg/cm ²
1	160.00	14.00	cilindro	5	157.5	5.50	158.30
2	158.00	14.00	cilindro	3	157.5	-0.50	
3	156.30	14.00	cilindro	5	157.5	1.20	
4	157.00	14.00	cilindro	6	157.5	0.50	
5	160.20	14.00	cilindro	5	157.5	-2.70	

Nota realización propia.

Tabla 32

Resistencia a compresión del concreto con 10% de agregado reciclado + 90% de agregado natural a una edad de 14 días.

N° de Probetas	Esfuerzo Máximo Kg/cm ²	Edad (Días)	Forma de probeta	Tipo de Falla	f'c a alcanzar - 90% Kg/cm ²	Diferencia del Incremento/Disminución	Promedio de resistencia Kg/cm ²
1	148.2	14.00	cilindro	3	157.5	9.3	149.78
2	152.4	14.00	cilindro	3	157.5	5.1	
3	149.6	14.00	cilindro	6	157.5	7.9	
4	150.5	14.00	cilindro	5	157.5	7	
5	148.2	14.00	cilindro	3	157.5	9.3	

Nota realización propia.

Tabla 33

Resistencia a compresión del concreto con 5% de agregado reciclado + 95% de agregado natural a una edad de 14 días.

N° de Probetas	Esfuerzo Máximo Kg/cm ²	Edad (Días)	Forma de probeta	Tipo de Falla	f'c a alcanzar - 90% Kg/cm ²	Diferencia del Incremento/Disminución	Promedio de resistencia Kg/cm ²
1	170	14.00	cilindro	6	157.5	-12.5	168.86
2	167.4	14.00	cilindro	6	157.5	-9.9	
3	167.3	14.00	cilindro	2	157.5	-9.8	
4	165.6	14.00	cilindro	5	157.5	-8.1	
5	174	14.00	cilindro	6	157.5	-16.5	

Nota realización propia.

4.7.4. Discusión de Resultados de la Prueba de Resistencia a Compresión a la Edad de 14 Días.

A la edad de 14 días deberá llegar al 90% (157.5 kg/cm²) del objetivo de diseño f'c 175kg/cm². Los resultados obtenidos de cada grupo son:

Patrón: 158.30kg/cm² (ver tabla 31).

Al 10%: 149.78kg/cm² (ver tabla 32).

Al 5%: 168.86kg/cm² (ver tabla 33).

Se observa en los resultados, que el esfuerzo más alto fue el concreto reciclado al 10% inclusive superando el f'c objetivo, a diferencia del concreto patrón que se mantiene dentro del rango del 90% y por último el concreto al 5% notablemente no alcanza al f'c requerida claramente evidenciada por la figura 16.

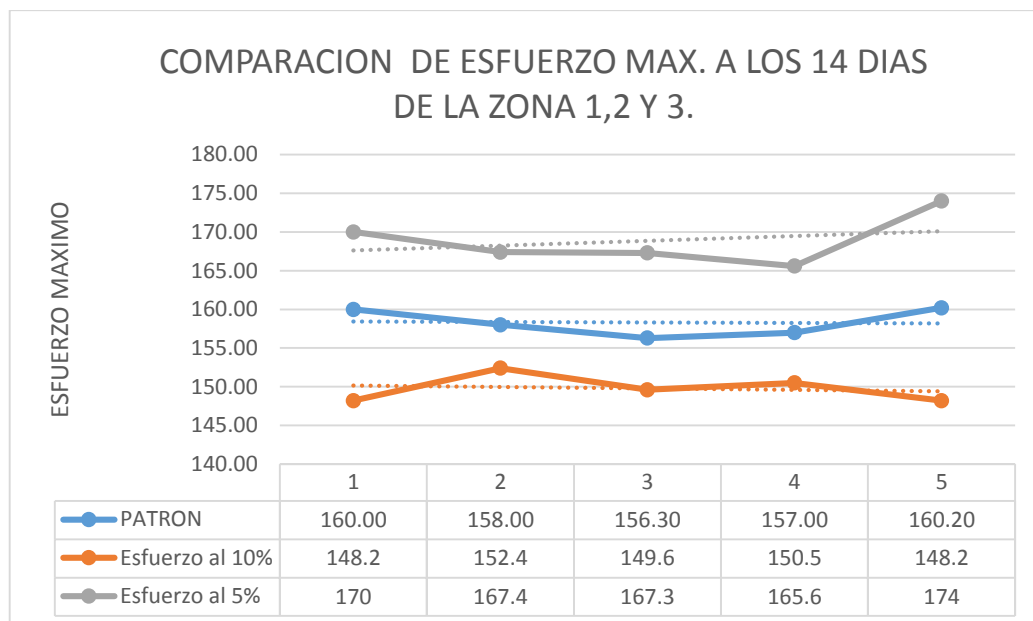


Figura 16 Comparación de esfuerzo máximo a la edad de 14 días.

Evidentemente el agregado reciclado al 5% tiene un valor objetivo positivo como el concreto patrón a diferencia del concreto al 10% sufre una pequeña dé fice.

4.7.5. Resultados a los 28 Días a Compresión.

Tabla 34

Resistencia a compresión del concreto con 0% de agregado reciclado + 100% de agregado natural a una edad de 28 días.

N° de Probetas	Esfuerzo Máximo Kg/cm ²	Edad (Días)	Forma de probeta	Tipo de Falla	f'c a alcanzar 100% Kg/cm ²	Diferencia del Incremento/ Disminución	Promedio de resistencia Kg/cm ²
1	178.40	14.00	cilindro	5.00	175	-3.40	176.68
2	173.50	14.00	cilindro	5.00	175	1.50	
3	177.00	14.00	cilindro	3.00	175	-2.00	
4	175.30	14.00	cilindro	5.00	175	-0.30	
5	180.20	14.00	cilindro	5.00	175	-5.20	

Nota realización propia.

Tabla 35

Resistencia a compresión del concreto con 10% de agregado reciclado + 90% de agregado natural a una edad de 28 días.

N° de Probetas	Esfuerzo Máximo	Edad (Días)	Forma de probeta	Tipo de Falla	f'c a alcanzar 100%	Diferencia del Incremento/	Promedio de
----------------	-----------------	-------------	------------------	---------------	---------------------	----------------------------	-------------

	Kg/cm ²				Kg/cm ²	Disminución	resistencia Kg/cm ²
	2				2	n	
1	174.80	14.00	cilindro	5	175	0.2	
2	174.90	14.00	cilindro	5	175	0.1	
3	176.40	14.00	cilindro	5	175	-1.4	175.08
4	173.50	14.00	cilindro	3	175	1.5	
5	175.80	14.00	cilindro	3	175	-0.8	

Nota realización propia.

Tabla 36

Resistencia a compresión del concreto con 5% de agregado reciclado + 95% de agregado natural a una edad de 28 días.

Nº de Probetas	Esfuerzo Máximo Kg/cm ²	Edad (Días)	Forma de probeta	Tipo de Falla	f'c a alcanzar - 100% Kg/cm ²	Diferencia del Incremento/Disminución	Promedio de resistencia Kg/cm ²
1	188.40	14.00	cilindro	ojo	175	-13.4	
2	192.00	14.00	cilindro	5	175	-17	
3	190.30	14.00	cilindro	5	175	-15.3	188.54
4	185.20	14.00	cilindro	5	175	-10.2	
5	186.80	14.00	cilindro	5	175	-11.8	

Nota realización propia.

4.7.6. Discusión de Resultados de la Prueba de Resistencia a Compresión a la edad de 28 Días.

A la edad de 28 días deberá llegar al 100% (175 kg/cm²) del objetivo de diseño f'c 175kg/cm². Los resultados obtenidos de cada grupo son:

Patrón: 176.88kg/cm² (ver tabla 34).

Al 10%: 175.08/cm² (ver tabla 35).

Al 5%: 188.54kg/cm² (ver tabla 36).

Se observa en los resultados, que el esfuerzo más alto fue el concreto reciclado al 10% inclusive superando el fc objetivo, a diferencia del concreto patrón que se mantiene dentro del rango del 100% y por último el concreto al 5% notablemente no alcanza al fc requerida claramente evidenciada por la figura 17.

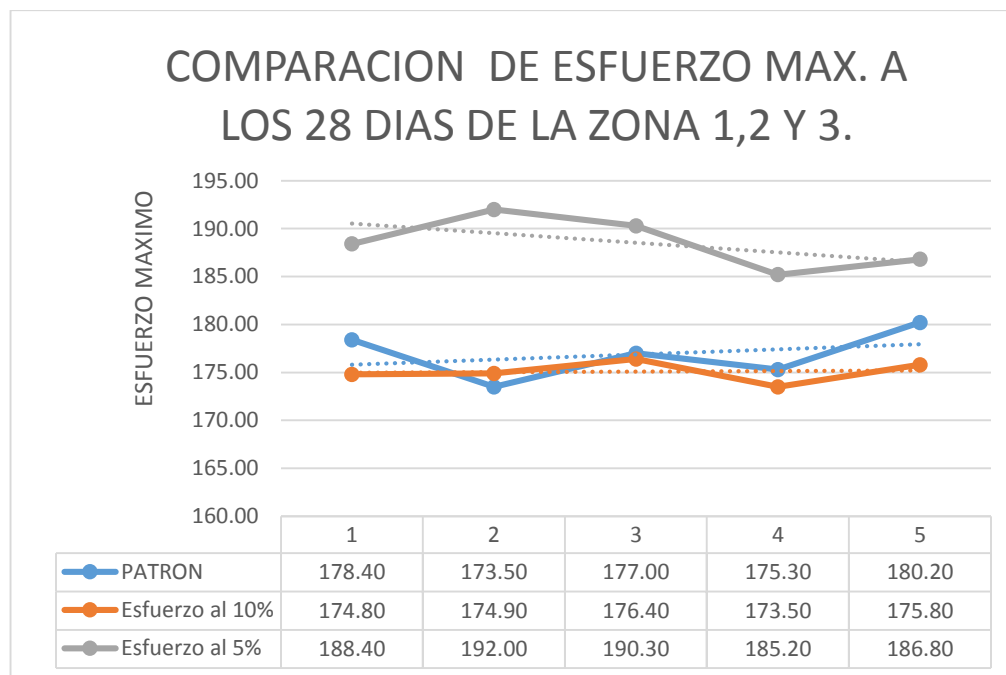


Figura 17 Comparación de esfuerzo máximo a la edad de 28 días.

El desnivel que presenta la línea de esfuerzo máximo del concreto al 5% supera las expectativas, entonces a más tiempo de curado conseguimos un óptimo resultado evidenciado por el concreto patrón y el concreto al 10%.

4.8. Prueba de Estadística Anova.

Resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas para el esfuerzo máximo a la edad de 7 días.

Tabla 37

Prueba de homogeneidad de varianzas para el esfuerzo máximo a los 7 días.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS			
ESFUERZO MAXIMO			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
6,359	2	12	,013

Nota realización propia.

Tabla 38

Prueba de estadística Anova unifactorial de diferencia en los esfuerzos máximos a los 7 días.

ESFUERZO MAXIMO	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	28452,389	2	14226,195	55,137	,000
Dentro de grupos	3096,180	12	258,015		
Total	31548,569	14			

Nota realización propia.

Resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas para el esfuerzo máximo a la edad de 14 días.

Tabla 39

Prueba de homogeneidad de varianzas para el esfuerzo máximo a los 14 días.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS			
ESFUERZO MAXIMO			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,165	2	12	,345

Nota realización propia.

Tabla 40

Prueba de estadística Anova unifactorial de diferencia en los esfuerzos máximos a los 14 días.

ESFUERZO MAXIMO	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1663,32	2	831,661	42,318	,000
Dentro de grupos	235,832	12	19,653		
Total	1899,153	14			

Nota realización propia.

Resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas para el esfuerzo máximo a la edad de 28 días.

Tabla 41

Prueba de homogeneidad de varianzas para el esfuerzo máximo a los 28 días.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS			
ESFUERZO MAXIMO			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
5,402	2	12	,021

Nota realización propia.

Tabla 42

Prueba de estadística Anova unifactorial de diferencia en los esfuerzos máximos a los 28 días.

ESFUERZO MAXIMO	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	941,232	2	470,616	4,211	,041
Dentro de grupos	1341,224	12	111,769		
Total	2282,456	14			

Nota realización propia.

Tabla 43

Comparaciones múltiples en intervalo de confianza de 95% a los 7 días.

	(I) TIPO DE ESFUERZO	(J) TIPO DE ESFUERZO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	ESFUERZO PATRON	ESFUERZO AL 5%	52,84000*	10,15904	,001	25,7371	79,9429
		ESFUERZO AL 10%	-53,84000*	10,15904	,001	-80,9429	-26,7371
	ESFUERZO AL 5%	ESFUERZO PATRON	-52,84000*	10,15904	,001	-79,9429	-25,7371
		ESFUERZO AL 10%	-106,68000*	10,15904	,000	-133,7829	-79,5771
	ESFUERZO AL 10%	ESFUERZO PATRON	53,84000*	10,15904	,001	26,7371	80,9429
		ESFUERZO AL 5%	106,68000*	10,15904	,000	79,5771	133,7829

Nota realización propia.

Tabla 44

Subconjuntos homogéneos de los tres grupos a la edad de 7 días.

	TIPO DE ESFUERZO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD Tukey ^a	ESFUERZO AL 5%	5	51,9200		
	ESFUERZO PATRON	5		104,7600	
	ESFUERZO AL 10%	5			158,6000
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota realización propia.

Tabla 45
Comparaciones múltiples en intervalo de confianza de 95% a los 14 días.

	(I) TIPO DE ESFUERZO	(J) TIPO DE ESFUERZO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	ESFUERZO PATRON	ESFUERZO AL 5%	-10,22000*	2,80376	,009	-17,7000	-2,7400
		ESFUERZO AL 10%	15,40000*	2,80376	,000	7,9200	22,8800
	ESFUERZO AL 5%	ESFUERZO PATRON	10,22000*	2,80376	,009	2,7400	17,7000
		ESFUERZO AL 10%	25,62000*	2,80376	,000	18,1400	33,1000
	ESFUERZO AL 10%	ESFUERZO PATRON	-15,40000*	2,80376	,000	-22,8800	-7,9200
		ESFUERZO AL 5%	-25,62000*	2,80376	,000	-33,1000	-18,1400

Nota realización propia.

Tabla 46
Subconjuntos homogéneos de los tres grupos a la edad de 14 días.

	TIPO DE ESFUERZO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD Tukey ^a	ESFUERZO AL 10%	5	90,6600		
	ESFUERZO PATRON	5		106,0600	
	ESFUERZO AL 5%	5			116,2800
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota realización propia.

Tabla 47
Comparaciones múltiples en intervalo de confianza de 95% a los 28 días.

	(I) TIPO DE ESFUERZO	(J) TIPO DE ESFUERZO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	ESFUERZO PATRON	ESFUERZO AL 5%	-	6,68636	,038	-36,6783	-1,0017
		ESFUERZO AL 10%	18,84000*	6,68636	,706	-23,2383	12,4383
	ESFUERZO AL 5%	ESFUERZO PATRON	18,84000*	6,68636	,038	1,0017	36,6783
		ESFUERZO AL 10%	13,44000	6,68636	,152	-4,3983	31,2783
	ESFUERZO AL 10%	ESFUERZO PATRON	5,40000	6,68636	,706	-12,4383	23,2383
		ESFUERZO AL 5%	-13,44000	6,68636	,152	-31,2783	4,3983

Nota realización propia.

Tabla 48
Subconjuntos homogéneos de los tres grupos a la edad de 28 días.

	TIPO DE ESFUERZO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD Tukey ^a	ESFUERZO PATRON	5	169,6800	
	ESFUERZO AL 10%	5	175,0800	175,0800
	ESFUERZO AL 5%	5		188,5200
	Sig.		,706	,152

Nota realización propia.

4.8.1. Discusión de Resultados de la Prueba Estadística Anova.

La prueba de homogeneidad de varianzas de los grupos a la edad de 7 días como resultado del p-valor es 0.013 siendo menor que 0.05 es mayor entonces: se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna contrastando que las medias de los grupos son diferentes. Para la edad de 14 días el valor de p-valor es 0.345 siendo mayor que el alfa, señala que aceptamos la hipótesis nula que define que estadísticamente que hay homogeneidad entre los grupos. Por ultimo para la edad de 28 días el p-valor es de 0.021 < 0.005, decimos que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna afirmando que ay diferencias entre las medias.

En resumen, la estadística anova unifactorial indica que hay diferencia en los esfuerzos máximos, de acuerdo con los tratamientos.

El anova unifactorial indica que hay diferencias entre los grupos, de acuerdo con los tratamientos usados ($f=55.137$; $0.000 < \alpha$) a la edad de 7 días, ($f=42.318$; $0.000 < \alpha$) a la edad de 14 días y ($f=4.211$; $0.000 < \alpha$) entonces rechazamos la h_0 y aceptamos h_1 para todas las edades. Al rechazar la h_0 se analizará la prueba post hoc.

De acuerdo con HSD tukey se observa que las diferencias significativas están en el esfuerzo patrón y el esfuerzo al 5%, entre el esfuerzo patrón y el esfuerzo al 10%, entre todos los grupos hay diferencia sin excepción p-valor < 0.05, para la edad de 7 y 14 días. Sin embargo, para la edad de 28 días solo hay diferencia entre el esfuerzo patrón respecto al esfuerzo al 5% hay diferencias por lo que p-valor < 0.05.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones.

5.1. Conclusiones.

5.1.1. Conclusión General.

Se ha logrado evaluar el concreto reciclado, generados por procesos de demolición y construcción de viviendas para el reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca, para este concreto con agregado reciclado el porcentaje de sustitución en 5% respecto al agregado natural supera el objetivo con 7.73% de la resistencia de diseño a la edad de 28 días, y la sustitución al 10% del peso del agregado natural, se encuentra en el objetivo de las resistencias del concreto simple.

5.1.2. Conclusiones Específicas.

La zonificación propuesta presentó una limitación dado que no se contó con registros de fuentes confiables como: el volumen (m³) de producción RCD por año en la ciudad de Juliaca. Por lo que, mediante un mapeo se identificó las viviendas más antiguas construidas aproximadamente en el año 1984 con mayor grado de vulnerabilidad de servicio y las entrevistas a los conductores de volquetes. De acuerdo a estos datos se zonifica en tres zonas más afectadas por RCD, pudimos identificar, el volumen de RCD según los criterios tomados del 100% con valor de 42984 m³ ver tabla 26, la zona 1 se identificó en un 62%, zona 2 de identifico en 40% y por último la zona 3 con 79% siendo la zona más afectada RCD, evidenciado por la tabla 27. El objetivo de la zonificación fue determinar el volumen de RCD, para la utilización del concreto reciclado y poder disminuir la explotación de canteras naturales, mejorar la estética de la ciudad, reducir costo al usar el agregado reciclado y disminuir la contaminación patente.

El reemplazo del agregado reciclado en el agregado natural se hizo en peso considerando porcentajes de 5% y 10%, se consideró a tales por las referencias de investigaciones anteriores, como de Caicedo Campo y Pérez Henao entre otros, estas

consideraban porcentajes altos como en 100%, 50%, 30%, 20% y más porcentajes, teniendo como resultados negativos no llegando a la resistencia objetiva, en base a estos resultados se consideró en porcentajes menores al 15%. Para su comparación de resultados de aplico al 0% denominado concreto patrón, el diseño de mezcla del concreto reciclado se consideró con referencias de antecedentes, en su mayoría aplicaron el diseño de mezcla ACI.

Al utilizar el agregado reciclado en la dosificación, disminuye la trabajabilidad en el concreto, para menguar tal efecto se incrementó el porcentaje en 3%(11.06 gr.) del contenido de humedad en el agregado Fino natural, sin modificar la relación agua/cemento original (ver Item 4.5.3), llegando a una consistencia plástica con slum de 4" considerándose óptimo según la NTP 339.035. La trabajabilidad de concreto fresco se basa en las características de los agregados, consistencia del concreto y el tamaño, forma y textura de los agregados, la temperatura entre otras características según (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi, & PCA., 2001).

Para el agregado reciclado la granulometría se consideró similar al agregado natural, tomando en cuenta como global considerando del reglamento de la NTP 400.037, encontrándose dentro de los parámetros, en el estado peruano no existen estándares establecidos para el agregado reciclado.

Los datos presentados a continuación (absorción) se encuentran a más detalle en tabla 25, la absorción 6.64% del agregado reciclado global, excede de lo permitido según la NTP 400.022, en cambio el agregado fino natural se encuentra dentro lo aceptable con una absorción de 2.88% y por último la absorción del agregado grueso es de 2.94%, encontrándose dentro de los límites permitidos. La absorción en el agregado reciclado tiende a ser alto por el contenido de cemento, por lo que el cemento en presencia de agua los compuestos se hidratan para formar nuevos compuestos como los silicatos de calcio,

esta se hidratan razón por lo que requerirá un alto contenido de agua. (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi, & PCA., 2001).

El curado de los tres grupos de briquetas fue realizadas en las instalaciones de laboratorio de la UPeU. Cabe mencionar que, en el proceso de rupturas a las edades de 7, 14 y 28 días de los testigos, incrementaron su resistencia a la compresión, entonces decimos que a un buen curado es óptimo el resultado de la incorporación del agregado reciclado respecto al agregado natural.

El aporte de esta investigación, es la utilización del material de extracción del agregado reciclado que se identificó por las tres zonas, para nuestra muestra se extrajo 0.492 m³ de concreto reciclado ver tabla 13, esto reducirá la explotación de canteras de río como Isla, Cabanillas y otras canteras naturales, aledañas a la ciudad , como también reducirá el impacto ambiental negativo, pudiéndose reducir inclusive el costo al emplear este material en las obras, mejorando la estética de la ciudad al emplearse en concretos simples como rampas, escalera, cimientos, sobre cimientos y otros elementos estructurales.

Por lo que el resultado del agregado reciclado en dosificación de 5 y 10 % del agregado natural, es óptima para su uso en obras de concretos simples, por sus características aceptables del comportamiento del concreto reciclado la superación de resultado al incorporar 5% respecto al agregado natural, llegando a la resistencias de 188.54 kg/cm², excediendo del 7.74% del objetivo y al 10% llegando al objetivo del diseño, en conclusión se recomienda el uso del agregado reciclado al 5% y 10% en reemplazo del agregado natural.

5.2. Recomendaciones.

Para la obtención del material de concreto reciclado, se toma desde las afueras de la ciudad de Juliaca ya que en su mayoría son descargadas en la salida a Arequipa, y salida a Lampa, lugares más afectados por estos RCD, son dejados por los conductores de los volquetes que trabajan en medio de la ciudad.

Para la granulometría requerido del agregado reciclado se recomienda someterlas en chancadoras teniendo así una granulometría controlada, ya que tuvimos dificultades al hacerla manualmente con combas, martillos y otras herramientas, más que todo por el factor de tiempo y la excelencia de la característica de su granulometría.

Con respecto al agregado natural, se recomienda buscar una cantera con una buena granulometría, limpio de impurezas, en nuestro caso el tamaño máximo del agregado era muy superior a lo requerido para el uso en concreto simple y contenía un % alto de su módulo de fineza como de impurezas orgánicas.

El agregado reciclado tiene como problema la trabajabilidad ya que contiene cemento procesado y por ende este absorbe agua más de lo debido, así que se recomienda considerar la relación agua/cemento, en nuestro caso sometimos agregado fino a contener el 3% más de agua sin modificar su origen de a/c.

El remplazo del agregado reciclado al 5 y 10% en el agregado natural por peso, es recomendable su uso para concretos simples, por los resultados obtenidos en la investigación supera el objetivo planteado. Sin remediar se recomienda hacer estudios a cantidad de porcentajes de remplazo, así como de 15%.

Referencias.

- Alva Villacorta, O. F. (17 de Noviembre de 2017). Obras de Concreto Simple. *Clase 03_Obras de Concreto Simple*. Lima, Lima, Perú.
- Bazan Garay, I. O. (2018). "Caracterización de residuos de construcción de lima y callao (estudio de caso)".
- Buck, A. D. (1997). Recycled Concrete as a Source of Aggregate. *Journal of the American Concrete Institute*, 74(5), 212-219.
- Caicedo Campo, S. L., & Perez Henao, J. M. (2014). "Estudio del uso agregados reciclados de resicuos de construccion y demolicion (RCD) provenientes de la ciudad de Cali como material para la construccion de elementos prefabricados de concreto, caso de los adoquines".
- Cantor Sanabria, B. E., & Mateus Quitian, N. Y. (17 de Febrero de 2017). Modelos implementados en el manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposicion final de residuos de construccion y demolicion en latinoamericana (estado arte). Bogota: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Cruz Garcia, J. A., & Velasquez Yañez, R. (2004). Concreto Reciclado. Mexico.
- Danhke, G. (1989). *Investigacin y comunicacion*. Mexico: Comps.
- Departamento Puno. (domingo de Junio de 2009). *departamento-de-puno.blogspot.com*.
Obtenido de departamento-de-puno.blogspot.com: <http://departamento-de-puno.blogspot.com/2009/06/deparatamento-de-puno-y-ubicacion.html>.
- Direccion General de Salud Ambiental . (noviembre de 2006). Manual de difusion tecnica N°1. *Gestion de los residuos peligrosos en en Perú*. Lima, Peruano, Perú: Deposito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°:2006-8183.
- Dominguez Lepe, J. A., & Martinez , L. E. (2007). Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas. *Ingeniería*.

- Fernandez Collao, C., Baptista Lucio, P., & Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México.
- Hernandez R., F. C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico : McGRAW-HILL.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., Tanesi, J., & PCA. (2001). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Illinois 60077 EE.UU.: PCA.
- Malhotra, V. M. (1976). *"Use of Recycled Concrete as a new Aggregate"*. Ottawa, Canada.: Canadian Center of Mineral.
- Marin, A. (2010). "Formulación de una propuesta de gestión ambiental para la recuperación y reciclaje de materiales de construcción y demolición".
- Monteiro Penido, J. H., Mansur Leite, G., & Segala, k. (2006). Manual de gestion integrada de residuos solidos municipales en ciudades de América Latina y el caribe. Rio de Janeiro, Brasil: 1ª Edicion IBAM.
- pavon D., e. (2012). empleo del arido reciclado de hormigon en la fabricacion de hormigon estructural. *tesis maestria instituo superior politecnico jose antonio echevariia*. Habana.
- Peruano, E. (8 de febrero de 2013). DECRETO SUPREMO N° 003-2013-VIVIENDA. *El Peruano*, pág. 23.
- RILEM. (1994). *"RILEM Recommendation 121-DRG Guidance for Demolition and reuse of Concrete and Masonry", Materials and Structures*.
- RNE. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Peruano, Perú: Megabyte s.a.c.
- Rocha Osorio, C. L. (2015). "Aprovechamiento y revalorización de residuos de la construcción y demolición generados por un evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles".
- Roldán, L. (8 de Mayo de 2016). *teoría de la prueba de análisis de varianza ANOVA*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=XK4tcMN9D4s&pbjreload=10>.

- Sumari Ramos, J. C. (2016). estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento portland tipo I. *Universidad Nacional de Ingeniería*. Lima.
- Supo, J. (2014). *Ciencia y tecnología*. Obtenido de Bioestadístico: <http://bioestadistico.com/youtube>.
- Vanegas Cabrera, J. M., & Robles Castellanos, J. P. (2008). "Estudio Experimental de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para su uso en edificaciones convencionales".
- Velazquez Yañez, R., & Cruz Garcia, J. A. (2004). *Concreto Reciclado*. Mexico.

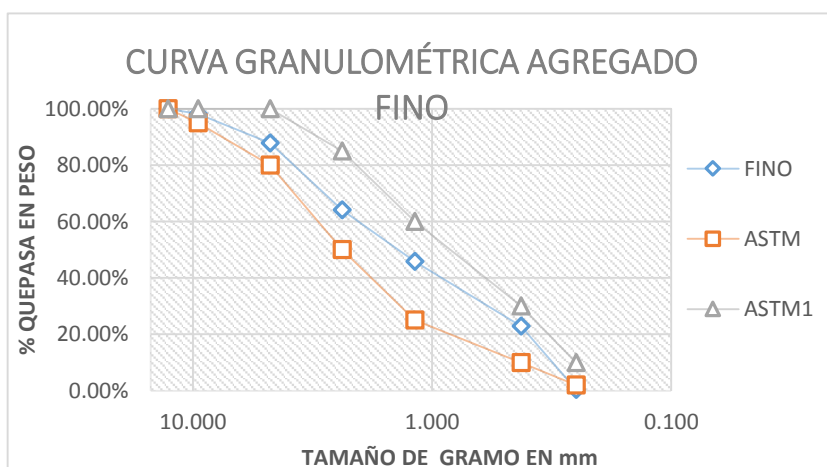
Anexos

Anexos A: Agregado Natural Y Agregado Reciclado

 Una Institución Avanzada	UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES	
---	--	---

TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO NATURAL - FINO NTP 400.012, ASTM C 33			

AGREGADO FINO					
TAMICES	ABERTURA	PESO Kg	%RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2	12.700	0 gr	0.00%	0.00%	100.00%
3/8	9.525	37 gr	1.85%	1.85%	98.15%
N° 4	4.760	206 gr	10.30%	12.15%	87.85%
N° 8	2.380	475 gr	23.75%	35.90%	64.10%
N° 16	1.180	365 gr	18.25%	54.15%	45.85%
N° 30	0.425	458 gr	22.90%	77.05%	22.95%
N° 50	0.250	450 gr	22.50%	99.55%	0.45%
Fondo		9 gr	0.45%	100.00%	0.00%



TM	1/2
TMN	3/8
MF	2.67%
PESO INICIAL	2000 gr
PESO LAVADO	1996 gr
PESO PERDIDO	4 gr



Una Institución Avanzada

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

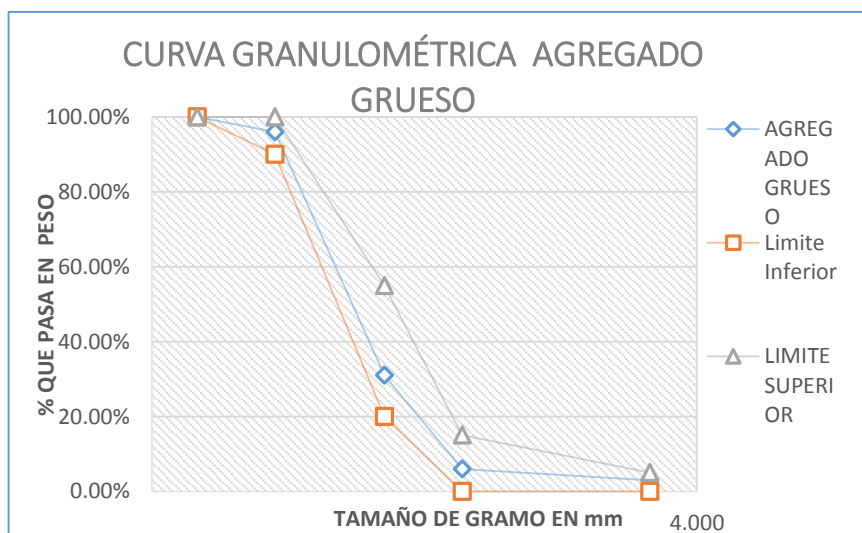
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES



TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO NATURAL - GRUESO NTP 400.012, ASTM C 33			

AGREGADO GRUESO					
TAMICES	ABERTURA	PESO Kg	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4	19.050	0.80	4.00%	4.00%	96.00%
1/2	12.700	13.00	65.00%	69.00%	31.00%
3/8	9.525	5.00	25.00%	94.00%	6.00%
Nº4	4.760	0.60	3.00%	97.00%	3.00%
Fondo		0.60	3.00%	100.00%	0.00%



TM	1
TMN	3/4
MF	6.95%
PESO INICIAL	20.00 Kg
PESO LAVADO	19.94 Kg
PESO PERDIDO	0.06 gr



Una Institución Avanzada

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

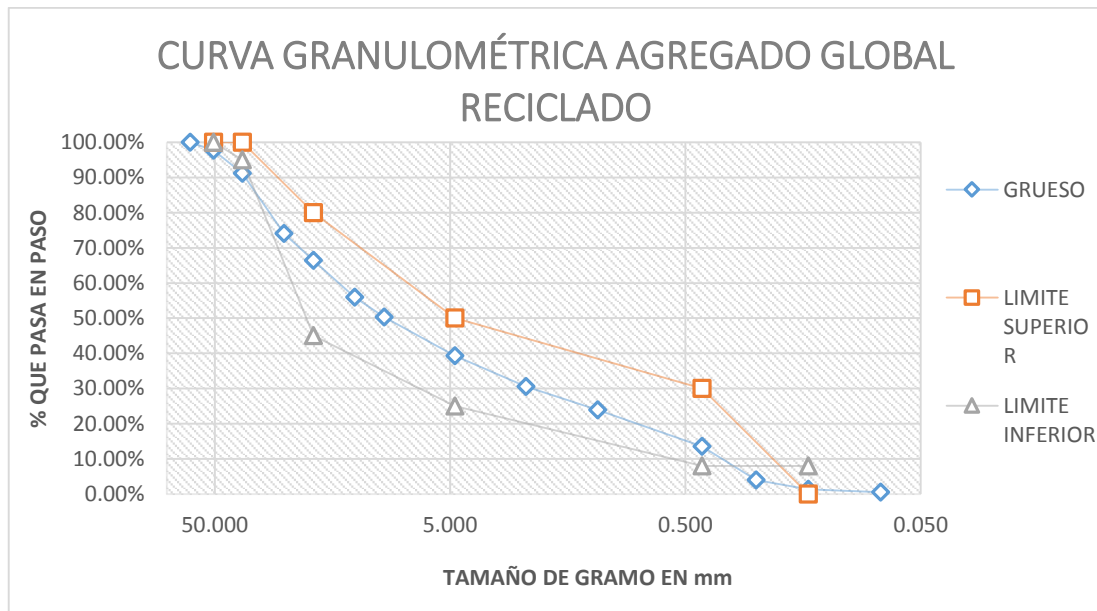
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES



TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO RECICLADO - GLOBAL NTP 400.012, ASTM C 33			

AGREGADO GLOBAL					
TAMICES	ABERTURA	PESO Kg	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2	63.500	0 gr	0.00%	0.00%	100.00%
2	50.600	227 gr	2.27%	2.27%	97.73%
1 1/2	38.100	652 gr	6.52%	8.79%	91.21%
1	25.400	1710 gr	17.10%	25.89%	74.11%
3/4	19.050	766 gr	7.66%	33.55%	66.45%
1/2	12.700	1048 gr	10.48%	44.03%	55.97%
3/8	9.525	565 gr	5.65%	49.68%	50.32%
N° 4	4.760	1100 gr	11.00%	60.68%	39.32%
N° 8	2.380	878 gr	8.78%	69.46%	30.54%
N° 16	1.180	658 gr	6.58%	76.04%	23.96%
N° 30	0.425	1045 gr	10.45%	86.49%	13.51%
N° 50	0.250	951 gr	9.51%	96.00%	4.00%
N° 100	0.150	264 gr	2.64%	98.64%	1.36%
N° 200	0.074	86 gr	0.86%	99.50%	0.50%
FONDO		50 gr	0.50%	100.00%	0.00%

TAMAÑO MÁXIMO	2 1/2
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	2
MÓDULO DE FINURA	5.79%
PESO INICIAL	10.000 Kg
PESO LAVADO	9.989 Kg
PESO PERDIDO	0.011 gr





Una Institución Adventista

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES



TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185, ASTM C 556			

AGREGADO FINO			
N° de ensayo	1	2	3
Peso de tara	281 gr	280 gr	282 gr
Peso de tara + muestra húmeda	677 gr	679 gr	675 gr
Peso de tara + muestra seca	650 gr	649 gr	651 gr
Peso de agua	27 gr	30 gr	24 gr
Peso de muestra seca	369 gr	369 gr	369 gr
Contenido de humedad	7.32%	8.13%	6.50%
Contenido de humedad promedio	7.32%		

CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO GRUESO			
N° de ensayo	1	2	3
Peso de tara	333 gr	332 gr	334 gr
Peso de tara + muestra húmeda	990 gr	992 gr	988 gr
Peso de tara + muestra seca	984 gr	985 gr	983 gr
Peso de agua	6 gr	7 gr	5 gr
Peso de muestra seca	651 gr	653 gr	649 gr
Contenido de humedad	0.92%	1.07%	0.77%
Contenido de humedad promedio	0.92%		

CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO RECICLADO			
N° de ensayo	1	2	3
Peso de tara	276 gr	278 gr	280 gr
Peso de tara + muestra húmeda	836 gr	838 gr	840 gr
Peso de tara + muestra seca	799 gr	797 gr	804 gr
Peso de agua	37 gr	41 gr	36 gr
Peso de muestra seca	523 gr	519 gr	524 gr
Contenido de humedad	7.07%	7.90%	6.87%
Contenido de humedad promedio	7.28%		



Una Institución Avanzada

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES



TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO NATURAL NTP 400.017, ASTM C 29			

AGREGADO FINO SUELTO			
N° de ensayo	1	2	3
Volumen del molde	0.0027 cm ³	0.0027 cm ³	0.0027 cm ³
Peso del molde	2.455 Kg	2.455 Kg	2.455 Kg
Peso de molde + muestra	7.102 Kg	7.143 Kg	7.199 Kg
Peso de muestra	4.647 Kg	4.688 Kg	4.744 Kg
Peso unitario	1753 kg/cm ³	1769 kg/cm ³	1790 kg/cm ³
Peso unitario promedio	1770 kg/cm ³		

AGREGADO FINO COMPACTADO			
N° de ensayo	1	2	3
Volumen del molde	0.0027 cm ³	0.0027 cm ³	0.0027 cm ³
Peso del molde	2.455 Kg	2.455 Kg	2.455 Kg
Peso de molde + muestra	7.448 Kg	7.399 Kg	7.403 Kg
Peso de muestra	4.993 Kg	4.944 Kg	4.948 Kg
Peso unitario	1884 kg/cm ³	1865 kg/cm ³	1867 kg/cm ³
Peso unitario promedio	1872 kg/cm ³		



Una Institución Avanzada

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES



TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO NATURAL NTP 400.017, ASTM C 29			

AGREGADO GRUESO SUELTO			
N° de ensayo	1	2	3
Volumen del molde	0.0053 cm ³	0.0053 cm ³	0.0053 cm ³
Peso del molde	4.063 Kg	4.063 Kg	4.063 Kg
Peso de molde + muestra	11.849 Kg	11.871 Kg	11.818 Kg
Peso de muestra	7.786 Kg	7.808 Kg	7.755 Kg
Peso unitario	1469 kg/cm ³	1473 kg/cm ³	1463 kg/cm ³
Peso unitario promedio	1468 kg/cm ³		

AGREGADO GRUESO COMPACTADO			
N° de ensayo	1	2	3
Volumen del molde	0.0053 cm ³	0.0053 cm ³	0.0053 cm ³
Peso del molde	4.063 Kg	4.063 Kg	4.063 Kg
Peso de molde + muestra	12.323 Kg	12.302 Kg	12.405 Kg
Peso de muestra	8.260 Kg	8.239 Kg	8.342 Kg
Peso unitario	1558 kg/cm ³	1554 kg/cm ³	1574 kg/cm ³
Peso unitario promedio	1562 kg/cm ³		



Una Institución Avanzada

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES



TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO RECICLADO GLOBAL			
NTP 400.017, ASTM C 29			

AGREGADO RECICLADO SUELTO			
N° de ensayo	1	2	3
Volumen del molde	0.0053 cm ³	0.0053 cm ³	0.0053 cm ³
Peso del molde	3.883 Kg	3.883 Kg	3.883 Kg
Peso de molde + muestra	10.468 Kg	10.361 Kg	10.493 Kg
Peso de muestra	6.585 Kg	6.478 Kg	6.610 Kg
Peso unitario	1242 kg/cm ³	1222 kg/cm ³	1247 kg/cm ³
Peso unitario promedio	1237 kg/cm ³		

AGREGADO RECICLADO COMPACTADO			
N° de ensayo	1	2	3
Volumen del molde	0.0053 cm ³	0.0053 cm ³	0.0053 cm ³
Peso del molde	3.883 Kg	3.883 Kg	3.883 Kg
Peso de molde + muestra	11.221 Kg	11.224 Kg	11.602 Kg
Peso de muestra	7.338 Kg	7.341 Kg	7.719 Kg
Peso unitario	1384 kg/cm ³	1385 kg/cm ³	1456 kg/cm ³
Peso unitario promedio	1408 kg/cm ³		



Una Institución Avanzada

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES



TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO, FINO NATURAL Y RECICLADO			
NTP 400.021-022, ASTM C 127 - 128			

AGREGADO FINO			
N° de ensayo	1	2	3
Peso de muestra SSS	500 gr	500 gr	500 gr
Peso de fiola	158 gr	158 gr	158 gr
Peso de muestra SSS + Peso de fiola + Peso de agua	945 gr	947 gr	949 gr
Peso de agua	287 gr	289 gr	291 gr
Peso de muestra seca	485 gr	486 gr	487 gr
Volumen de fiola	500 cm ³	500 cm ³	500 cm ³
Peso específico de masa	2.28 gr/cm ³	2.30 gr/cm ³	2.33 gr/cm ³
Peso específico de masa promedio	2.30 gr/cm ³		
Peso específico de masa SSS	2.35 gr/cm ³	2.37 gr/cm ³	2.39 gr/cm ³
Peso específico de masa SSS promedio	2.37 gr/cm ³		
Peso específico aparente	2.45 gr/cm ³	2.47 gr/cm ³	2.48 gr/cm ³
Peso específico aparente promedio	2.47 gr/cm ³		
Absorción	3.09%	2.88%	2.67%
Absorción promedio	2.88%		

AGREGADO GRUESO			
N° de ensayo	1	2	3
Peso de muestra seca	1969 gr	1972 gr	1975 gr
Peso de muestra SSS	2027 gr	2030 gr	2033 gr
Peso de canastilla	1129 gr	1132 gr	1132 gr
Peso de muestra saturada en agua + peso de canastilla	2343 gr	2345 gr	2347 gr
Peso de muestra en agua	1211 gr	1213 gr	1215 gr
Peso específico de masa	2.41 gr/cm ³	2.41 gr/cm ³	2.41 gr/cm ³
Peso específico de masa promedio	2.41 gr/cm ³		
Peso específico de masa SSS	2.48 gr/cm ³	2.48 gr/cm ³	2.49 gr/cm ³
Peso específico de masa SSS promedio	2.48 gr/cm ³		
Peso específico aparente	2.60 gr/cm ³	2.60 gr/cm ³	2.60 gr/cm ³
Peso específico aparente promedio	2.60 gr/cm ³		
Absorción	2.95%	2.94%	2.94%
Absorción promedio	2.94%		

AGREGADO RECICLADO			
N° de ensayo	1	2	3
Peso de muestra seca	1895 gr	1912 gr	1904 gr
Peso de muestra SSS	2027 gr	2030 gr	2033 gr
Peso de canastilla	1129 gr	1132 gr	1132 gr
Peso de muestra saturada en agua + peso de canastilla	2343 gr	2345 gr	2347 gr
Peso de muestra en agua	1211 gr	1213 gr	1215 gr
Peso específico de masa	2.32 gr/cm ³	2.34 gr/cm ³	2.33 gr/cm ³
Peso específico de masa promedio	2.33 gr/cm ³		
Peso específico de masa SSS	2.48 gr/cm ³	2.48 gr/cm ³	2.49 gr/cm ³
Peso específico de masa SSS promedio	2.48 gr/cm ³		
Peso específico aparente	2.77 gr/cm ³	2.74 gr/cm ³	2.76 gr/cm ³
Peso específico aparente promedio	2.76 gr/cm ³		
Absorción	6.97%	6.17%	6.78%
Absorción promedio	6.64%		

Anexos B: Diseño de Mezcla ACI 211.1

 Una Institución Adventista	UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES	
--	--	---

TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO – PATRÓN F'C = 175 Kg/cm²			

DESCRIPCIÓN	TIPO	CEMENTO		
		P.E.	PESO	CONTENIDO
Cemento Rumi	IP	2.85	42.5	100.00%

DESCRIPCIÓN	AGREGADOS		
	Unidad	Fino	Grueso
Tamaño Máximo Nominal	Pulg		3/4"
Peso Específico	gr/cm ³	2.30	2.41
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1700	1468
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1872	1562
Contenido de Humedad	%	7.32	0.92
Absorción	%	2.94	2.88
Módulo de Fineza		2.67	6.95

a) Resistencia Requerida Promedio

$$f'_c = 175 \text{ Kg/m}^3$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ Kg/m}^3$$

b) Valores de Diseño

- 1) Asentamiento : 3" - 4"
- 2) Tamaño Max. Nominal : 3/4 "
- 3) Aire Incorporado : No
- 4) Relación Agua Cemento a/c : 0.63
- 5) Agua : 205 ltrs

- 6) Total de aire : 2.0%
- 7) Volumen de A. G. : 0.633

b.1) Relación a/c

$$\frac{a}{c + cv} = 0.63$$

Donde:

a : agua

c : cemento

c) Análisis de diseño

1. Factor cemento

$$\text{Fact. Cemento} = \frac{205}{0.63}$$

$$\text{Fact. Cemento} = 325.40 \text{ kg/m}^3 \text{ En bolsas seria: } 7.7 \text{ bls/m}^3$$

2. Contenido de agregado grueso

$$\text{Peso de la agregado grueso seco} = 0.633 \times 1562 = 988.75 \text{ kg/m}^3$$

3. Volúmenes absolutos del cemento

$$\text{Peso del Cemento: } C = 325.40 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento} = \frac{325.40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2.85 \times 1000} = 0.1142 \text{ m}^3$$

4. Volumen absoluto del agua

$$\text{Agua} = \frac{205 \text{ ltrs.}}{1 \times 1000} = 0.2050 \text{ m}^3$$

5. Volumen absoluto del aire atrapado

$$\text{Aire} = \frac{2.00\%}{1 \times 1} = 0.0200 \text{ m}^3$$

6. Volumen absoluto del agregado grueso

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{988.75 \text{ kg/m}^3}{2.41 \times 1000} = 0.4103 \text{ m}^3$$

$$\text{Suma de volúmenes absolutos} = 0.7494 \text{ m}^3$$

7. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absorción agregado fino} = 1 - 0.7494 \text{ m}^3 = 0.2510 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino seco} = 0.2510 \text{ m}^3 \times 2.30 \times 1000 = 577.30 \text{ kg/m}^3$$

d) Cantidad de materiales por m³ en peso

1. Cemento	325.40 kg/m ³
2. Agua de Diseño	205 ltrs/m ³
3. Agregado Fino Seco	577.30 kg/m ³
4. Agregado Grueso	988.75 kg/m ³
Peso de la mezcla	2096.44 kg/m ³

e) Corrección por humedad del agregado

1. Peso húmedo del agregado fino

$$\text{Agregado Fino} = 577.30 \text{ kg/m}^3 \times 1.0732 = 619.56 \text{ kg/m}^3$$

2. Peso húmedo del agregado grueso

$$\text{Agregado Grueso} = 988.75 \text{ kg/m}^3 \times 1.0092 = 997.84 \text{ kg/m}^3$$

f) Contribución de agua de los agregados

1. Humedad superficial de los agregados

$$\text{Agregado Fino} = 7.32 - 2.94 = 4.38\%$$

$$\text{Agregado Grueso} = 0.92 - 2.88 = -1.96\%$$

$$-2.42\%$$

2. Aporte de humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino seco} = 577.30 \text{ kg/m}^3 \times 0.0438 = 25 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso seco} = 988.75 \text{ kg/m}^3 \times -0.0196 = -19 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = 6 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 205 \text{ Lt/m}^3 - 6 \text{ Lt/m}^3 = 199 \text{ Lt/m}^3$$

g) Cantidad de materiales corregidos por m³ de concreto para la incorporación de concreto reciclado

Cemento = 325 kg/m³

Agua efectiva = 199 Lt/m³

Agregado fino húmedo = 620 kg/m³

Agregado grueso húmedo = 998 kg/m³

h) Proporciones en peso por unidad de cemento

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= \frac{325 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3} = 1 \\ \text{Agua efectiva} &= \frac{199 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3} = 0.61 \\ \text{Agregado Fino} &= \frac{620 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3} = 1.9 \\ \text{Agregado grueso} &= \frac{998 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3} = 3.07 \end{aligned}$$

i) Cantidad de materiales corregidos por bolsa

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 1 \times 42.5 = 42.5 \text{ Kg/Bolsa} \\ \text{Agua efectiva} &= 0.61 \times 42.5 = 25.9 \text{ Lt/Bolsa} \\ \text{Agregado fino húmedo} &= 1.9 \times 42.5 = 80.8 \text{ Kg/Bolsa} \\ \text{Agregado grueso húmedo} &= 3.07 \times 42.5 = 130.5 \text{ Kg/Bolsa} \end{aligned}$$

CUADRO DE RESUMEN

DESCRIPCIÓN	Volum. Abso. m ³	Pesos Secos Kg/m ³	Humedad	Pesos Kg/m ³	Proporción
Cemento	0.1142	325.40		325.40	1
Agua	0.2050	205.00	2.42%	199.09	25.93
Agregado Fino	0.2510	577.30	4.38%	619.56	1.9
Agregado grueso	0.4103	988.75	-1.96%	997.84	3.07
Aire	0.0200				
				2142 kg/m ³	
Relación Agua/Cemento Efectiva		0.61			



Una Institución Adventista

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES



TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RECICLADO AL 10%			
F'C = 175 Kg/cm²			

DESCRIPCIÓN	TIPO	CEMENTO		
		P.E.	PESO	CONTENIDO
Cemento Rumi	IP	2.85	42.5	100.00%

DESCRIPCIÓN	AGREGADOS		
	Unidad	Fino	Grueso
Tamaño Máximo Nominal	Pulg		3/4"
Peso Especifico	gr/cm ³	2.30	2.41
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1700	1468
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1872	1562
Contenido de Humedad	%	7.32	0.92
Absorción	%	2.94	2.88
Módulo de Fineza		2.67	6.95

a) Resistencia Requerida Promedio

$$f'_c = 175 \text{ Kg/m}^3$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ Kg/m}^3$$

b) Valores de Diseño

- 1) Asentamiento : 3" - 4"
- 2) Tamaño Max. Nominal : 3/4 "
- 3) Aire Incorporado : No
- 4) Relación Agua Cemento a/c : 0.63
- 5) Agua : 205 ltrs

- 6) Total de aire : 2.0%
- 7) Volumen de A. G. : 0.633

b.1) Relación a/c

$$\frac{a}{c + cv} = 0.63$$

Donde:

a : agua

c : cemento

c) Análisis de diseño

1. Factor cemento

$$\text{Fact. Cemento} = \frac{205}{0.63}$$

$$\text{Fact. Cemento} = 325.40 \text{ kg/m}^3 \text{ En bolsas seria: } 7.7 \text{ bls/m}^3$$

2. Contenido de agregado grueso

$$\text{Peso de la agregado grueso seco} = 0.633 \times 1562 = 988.75 \text{ kg/m}^3$$

3. Volúmenes absolutos del cemento

$$\text{Peso del Cemento: } C = 325.40 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento} = \frac{325.40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2.85 \times 1000} = 0.1142 \text{ m}^3$$

4. Volumen absoluto del agua

$$\text{Agua} = \frac{205 \text{ ltrs.}}{1 \times 1000} = 0.2050 \text{ m}^3$$

5. Volumen absoluto del aire atrapado

$$\text{Aire} = \frac{2.00\%}{1 \times 1} = 0.0200 \text{ m}^3$$

6. Volumen absoluto del agregado grueso

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{988.75 \text{ kg/m}^3}{2.41 \times 1000} = 0.4103 \text{ m}^3$$

$$\text{Suma de volúmenes absolutos} = 0.7494 \text{ m}^3$$

7. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absorción agregado fino} = 1 - 0.7494 \text{ m}^3 = 0.2510 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino seco} = 0.2510 \text{ m}^3 \times 2.30 \times 1000 = 577.30 \text{ kg/m}^3$$

d) Cantidad de materiales por m³ en peso

1. Cemento	325.40 kg/m ³
2. Agua de Diseño	205 ltrs/m ³
3. Agregado Fino Seco	577.30 kg/m ³
4. Agregado Grueso	988.75 kg/m ³
Peso de la mezcla	2096.44 kg/m ³

e) Corrección por humedad del agregado

1. Peso húmedo del agregado fino

$$\text{Agregado Fino} = 577.30 \text{ kg/m}^3 \times 1.0732 = 619.56 \text{ kg/m}^3$$

2. Peso húmedo del agregado grueso

$$\text{Agregado Grueso} = 988.75 \text{ kg/m}^3 \times 1.0092 = 997.84 \text{ kg/m}^3$$

f) Contribución de agua de los agregados

1. Humedad superficial de los agregados

$$\text{Agregado Fino} = 7.32 - 2.94 = 4.38\%$$

$$\text{Agregado Grueso} = 0.92 - 2.88 = -1.96\%$$

$$-2.42\%$$

2. Aporte de humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino seco} = 577.30 \text{ kg/m}^3 \times 0.0438 = 25 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso seco} = 988.75 \text{ kg/m}^3 \times -0.0196 = -19 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = 6 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 205 \text{ Lt/m}^3 - 6 \text{ Lt/m}^3 = 199 \text{ Lt/m}^3$$

g) Cantidad de materiales corregidos por m³ de concreto para la incorporación de concreto reciclado

$$\text{Porcentaje de concreto reciclado} = 10.00\%$$

			34.00%
	110 kg/m3		59.00%
1460 kg/m3	1570 kg/m3		100.00%
78.5	157 kg/m3		10.00%
Cemento	=	325 kg/m3	
Agua efectiva	=	199 Lt/m3	
Agregado fino húmedo	=	541 kg/m3	
Agregado grueso húmedo	=	919 kg/m3	
Agregado reciclado	=	157 kg/m3	

h) Proporciones en peso por unidad de cemento

Cemento	=	$\frac{325 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3}$	=	1
Agua efectiva	=	$\frac{199 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3}$	=	0.61
Agregado Fino	=	$\frac{541 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3}$	=	1.66
Agregado grueso	=	$\frac{919 \text{ kg/m}^3}{2325 \text{ kg/m}^3}$	=	2.83
Agregado reciclado	=	$\frac{157 \text{ kg/m}^3}{157 \text{ kg/m}^3}$	=	0.48

i) Cantidad de materiales corregidos por bolsa

Cemento	=	1	x	42.5	=	42.5 Kg/Bolsa
Agua efectiva	=	0.61	x	42.5	=	25.9 Lt/Bolsa
Agregado fino húmedo	=	1.66	x	42.5	=	70.6 Kg/Bolsa
Agregado grueso húmedo	=	2.83	x	42.5	=	120.3 Kg/Bolsa
Agregado Reciclado	=	0.48	x	42.5	=	20.4 Kg/Bolsa

CUADRO DE RESUMEN

DESCRIPCIÓN	Volum. Abso.	Pesos Secos Kg / m3	Humedad	Pesos Kg/m3	Proporción
Cemento	0.1142 m3	325.40		325.40	1
Agua	0.2050 m3	205.00	2.42%	199.09	25.93
Agregado Fino	0.2510 m3	577.30	4.38%	541.06	1.66
Agregado grueso	0.4103 m3	988.75	-1.96%	919.34	2.83
Agregado reciclado				157.00	0.48
Aire	0.0200 m3				
				2142	

Relación Agua/Cemento Efectiva	0.61
---	-------------



Una Institución Avanzada

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y ENSAYO DE LOS MATERIALES



TESIS	"Evaluación de concreto reciclado proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca".		
TESISTA	Bach. Gisela Machaca Iquiapaza		
ASESOR	Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari		
MUESTRA	Agregado	CANTERA	ISLA- Sald. Lampa
UBICACIÓN	Juliaca	FECHA	Noviembre - Diciembre 2018
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO – RECICLADO AL 5%			
F'C = 175 Kg/cm²			

DESCRIPCIÓN	TIPO	CEMENTO		
		P.E.	PESO	CONTENIDO
Cemento Rumi	IP	2.85	42.5	100.00%

DESCRIPCIÓN	AGREGADOS		
	Unidad	Fino	Grueso
Tamaño Máximo Nominal	Pulg		3/4"
Peso Especifico	gr/cm ³	2.30	2.41
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1700	1468
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1872	1562
Contenido de Humedad	%	7.32	0.92
Absorción	%	2.94	2.88
Módulo de Fineza		2.67	6.95

a) Resistencia Requerida Promedio

$$f'_c = 175 \text{ Kg/m}^3$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ Kg/m}^3$$

b) Valores de Diseño

- 1) Asentamiento : 3" - 4"
- 2) Tamaño Max. Nominal : 3/4 "
- 3) Aire Incorporado : No
- 4) Relación Agua Cemento a/c : 0.63
- 5) Agua : 205 ltrs

- 6) Total de aire : 2.0%
- 7) Volumen de A. G. : 0.633

b.1) Relación a/c

$$\frac{a}{c + cv} = 0.63$$

Donde:

a : agua

c : cemento

c) Análisis de diseño

1. Factor cemento

$$\text{Fact. Cemento} = \frac{205}{0.63}$$

$$\text{Fact. Cemento} = 325.40 \text{ kg/m}^3 \text{ En bolsas seria: } 7.7 \text{ bls/m}^3$$

2. Contenido de agregado grueso

$$\text{Peso del agregado grueso seco} = 0.633 \times 1562 = 988.75 \text{ kg/m}^3$$

3. Volúmenes absolutos del cemento

$$\text{Peso del Cemento: } C = 325.40 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento} = \frac{325.40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2.85 \times 1000} = 0.1142 \text{ m}^3$$

4. Volumen absoluto del agua

$$\text{Agua} = \frac{205 \text{ ltrs.}}{1 \times 1000} = 0.2050 \text{ m}^3$$

5. Volumen absoluto del aire atrapado

$$\text{Aire} = \frac{2.00\%}{1 \times 1} = 0.0200 \text{ m}^3$$

6. Volumen absoluto del agregado grueso

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{988.75 \text{ kg/m}^3}{2.41 \times 1000} = 0.4103 \text{ m}^3$$

$$\text{Suma de volúmenes absolutos} = 0.7494 \text{ m}^3$$

7. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absorción agregado fino} = 1 - 0.7494 \text{ m}^3 = 0.2510 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino seco} = 0.2510 \text{ m}^3 \times 2.30 \times 1000 = 577.30 \text{ kg/m}^3$$

d) Cantidad de materiales por m³ en peso.

1. Cemento	325.40 kg/m ³
2. Agua de Diseño	205 ltrs/m ³
3. Agregado Fino Seco	577.30 kg/m ³
4. Agregado Grueso	988.75 kg/m ³
Peso de la mezcla	2096.44 kg/m ³

e) Corrección por humedad del agregado

1. Peso húmedo del agregado fino

$$\text{Agregado Fino} = 577.30 \text{ kg/m}^3 \times 1.0732 = 619.56 \text{ kg/m}^3$$

2. Peso húmedo del agregado grueso

$$\text{Agregado Grueso} = 988.75 \text{ kg/m}^3 \times 1.0092 = 997.84 \text{ kg/m}^3$$

f) Contribución de agua de los agregados

1. Humedad superficial de los agregados

$$\text{Agregado Fino} = 7.32 - 2.94 = 4.38\%$$

$$\text{Agregado Grueso} = 0.92 - 2.88 = -1.96\%$$

$$-2.42\%$$

2. Aporte de humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino seco} = 577.30 \text{ kg/m}^3 \times 0.0438 = 25 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso seco} = 988.75 \text{ kg/m}^3 \times -0.0196 = -19 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = 6 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 205 \text{ Lt/m}^3 - 6 \text{ Lt/m}^3 = 199 \text{ Lt/m}^3$$

g) Cantidad de materiales corregidos por m³ de concreto para la incorporación de concreto reciclado

$$\text{Porcentaje de concreto reciclado} = 5.00\%$$

		37.00%
	31 kg/m3	61.00%
1539 kg/m3	1570 kg/m3	100.00%
39.3	79 kg/m3	5.00%
Cemento	=	325 kg/m3
Agua efectiva	=	199 Lt/m3
Agregado fino húmedo	=	580 kg/m3
Agregado grueso húmedo	=	959 kg/m3
Agregado reciclado	=	79 kg/m3

h) Proporciones en peso por unidad de cemento

Cemento	=	$\frac{325 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3}$	=	1
Agua efectiva	=	$\frac{199 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3}$	=	0.61
Agregado Fino	=	$\frac{580 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3}$	=	1.78
Agregado grueso	=	$\frac{959 \text{ kg/m}^3}{325 \text{ kg/m}^3}$	=	2.95
Agregado reciclado	=	$\frac{79 \text{ kg/m}^3}{157 \text{ kg/m}^3}$	=	0.24

i) Cantidad de materiales corregidos por bolsa

Cemento	=	1	x	42.5	=	42.5 Kg/Bolsa
Agua efectiva	=	0.61	x	42.5	=	25.9 Lt/Bolsa
Agregado fino húmedo	=	1.78	x	42.5	=	75.7 Kg/Bolsa
Agregado grueso húmedo	=	2.95	x	42.5	=	120.4 Kg/Bolsa
Agregado Reciclado	=	0.24	x	42.5	=	10.2 Kg/Bolsa

CUADRO DE RESUMEN

DESCRIPCIÓN	Volum. Abso. m3	Pesos Secos Kg/ m3	Humedad	Pesos Kg/m3	Proporción
Cemento	0.1142	325.40		325.40	1
Agua	0.2050	205.00	2.42%	199.09	25.93
Agregado Fino	0.2510	577.30	4.38%	580.31	1.78
Agregado grueso	0.4103	988.75	-1.96%	958.59	2.95
Agregado reciclado				78.50	0.24
Aire	0.0200				
				2142	

Relación Agua/Cemento Efectiva	0.61
---	-------------

Anexos C: Constancias de Ensayos y Pruebas Realizadas



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CONSTANCIA

El que suscribe Ing. Herson Duberly Pari Cusi; Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca.

HACE CONSTAR

Que la Bachiller en Ingeniería Civil:

GISELA MACHACA IQUIAPAZA

Código universitario N° 201122729

Ha realizado ensayos en el Laboratorio de Tecnología del Concreto y Ensayos de los Materiales para completar su trabajo de tesis denominado: **“Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca”** con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos efectuados por la tesista fueron los siguientes:

- ✓ 03 Ensayos de Contenido de Humedad.
- ✓ 03 Ensayos de Análisis Granulométrico.
- ✓ 03 Ensayos de Peso Específico y Absorción.
- ✓ 03 Ensayos de Peso Unitario.
- ✓ 01 Diseño de Mezcla.
- ✓ 45 Ensayos de Resistencia a la Compresión en Cilindros de Concreto.

Los trabajos se realizaron en el Laboratorio de Tecnología del Concreto y Ensayos de los Materiales, llevándose a cabo entre el 05/08/2018 al 25/01/19.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime por conveniente.

Juliaca, Villa Chullunquiani, 01 de abril de 2019



Ing. Herson Duberly Pari Cusi
Coordinador E.P. de Ingeniería Civil



Ing. Yesenia Apaza Pinto
Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLEROMETRO (NTP 339, 181 - ASTM C 805)

OBRA : "EVALUACIÓN DE CONCRETO RECICLADO, PROVENIENTE DE PROCESOS DE DEMOLICIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS PARA SU REUSO EN CONCRETO SIMPLE EN LA CIUDAD DE JULIACA"

SOLICITANTE : BACHILLER. GISELA MACHACA IQUIAPAZA

UBICACIÓN : JIRON TUMBES CON JIRON MOQUEGUA

ZONA : PRIMER NIVEL (VIGA)

DISEÑO : 175 Kg/Cm²

FECHA : 21 DE MARZO DEL 2019

Nro. TOTAL DE GOLPES	fc CALCULADA Kg/Cm ²	EDAD	%	OBSERVACIONES
10	165	70 AÑOS	94	0°

ZONA : PRIMER NIVEL (COLUMNA)

DISEÑO : 175 Kg/Cm²

FECHA : 21 DE MARZO DEL 2019

Nro. TOTAL DE GOLPES	fc CALCULADA Kg/Cm ²	EDAD	%	OBSERVACIONES
10	130	60 AÑOS	74	0°

OBSERVACIONES : EL MARTILLO DE LA PRUEBA ES PARA USO EN ESPECIMENES QUE USAN EL CEMENTO PORTLAND CONVENCIONAL, ARENA FINA Y ARENA GRUESA QUE VAN EN LA EDAD DE 14 A 56 DÍAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS
DECANO
DR. ALFREDO I. ZELANDIA BUTRÓN
CIP: 32590

B.N° 05 - 0142299



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAJO CON ESCLEROMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

OBRA : "EVALUACIÓN DE CONCRETO REICLADO, PROVENIENTE DE PROCESOS DE DEMOLICIÓN Y CONSTRUCCIÓN

DE VIVIENDAS PARA SU REUSO EN CONCRETO SIMPLE EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : BACHILLER. GISELA MACHACA IQUIAPAZA

UBICACIÓN : JIRON LOS CEREZOS MZ "A2-17

ZONA : PRIMER NIVEL COLUMNA

DISEÑO : 175 Kg/Cm²

FECHA : 21 DE MARZO DEL 2019

Nro. TOTAL DE GOLPES	fc CALCULADA Kg/Cm ²	EDAD	%	OBSERVACIONES
10	155	40 AÑOS	89	0°

OBSERVACIONES : EL MARTILLO DE LA PRUEBA ES PARA USO EN ESPECIMENES QUE USAN EL CEMENTO PORTLAND CONVENCIONAL, ARENA FINA Y ARENA GRUESA QUE VAN EN LA EDAD DE 14 A 56 DÍAS



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DR. ALFREDO J. ZEGARRA BUTRÓN
DECANO
CIP: 32590

B.N° 05 - 0142299

Anexos D: Panel Fotográfico



Fotografía 1. Cantera de Isla



Fotografía 2. Río de extracción – Isla



Fotográfica 3. Cantera río – Agregado



Fotografía 4. Escombros de columna



Fotografía 5. Rondana para el proceso de demolición manual



Fotografía 6. Demolición manual de la columna a reciclar



Fotografía 7. Muestra 01 agregado reciclado



Fotografía 8. Bandeja, brocha y tamices utilizados



Fotografía 9. Muestra de agregado reciclado a utilizar para el ensayo de la granulometría



Fotografía 10. Cuarteo del material reciclado



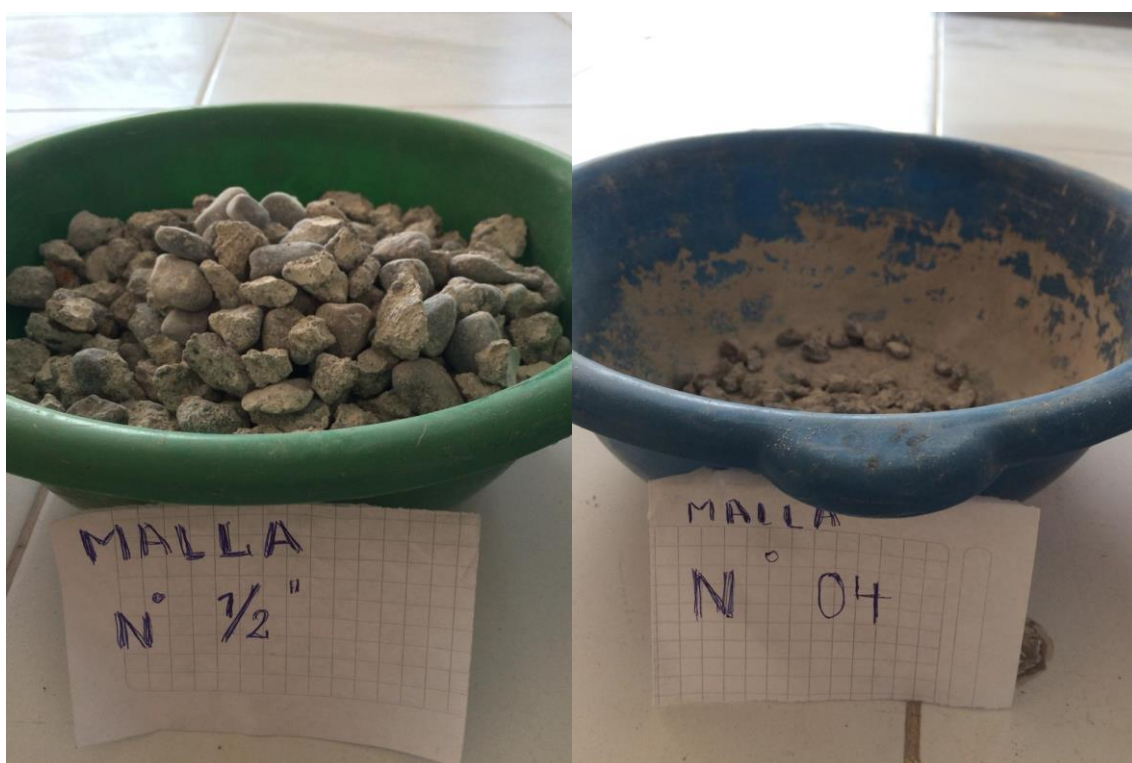
Fotografía 11. Ensayo de la granulometría para agregados reciclados.



Fotografía 12. Material retenido en la malla n° 3/8"



Fotografía 13. Muestra ya tamizada de las mallas 3/4" y 3/8"



Fotografía 14. Muestra ya tamizada de las mallas de 1/2" y n° 4



Fotografía 15. Peso de las mallas retenidas



Fotografía 16. Eliminación del agregado grueso retenido en la malla de 1"



Fotografía 17. Separación del agregado grueso y fino con la malla 3/4"



Fotografía 18. Agregado fino y agregado grueso llevados a la universidad Peruana Unión



Fotografía 19. Lavado del agregado fino



Fotografía 20. Lavado del agregado fino con la ayuda de la malla n°50



Fotografía 21. Tamices para el agregado grueso y fino.



Fotografía 22. Peso retenido en las mallas.



Fotografía 22. Muestras del agregado Fino



Fotografía 23. Moldes para el ensayo de Peso unitario de los agregados



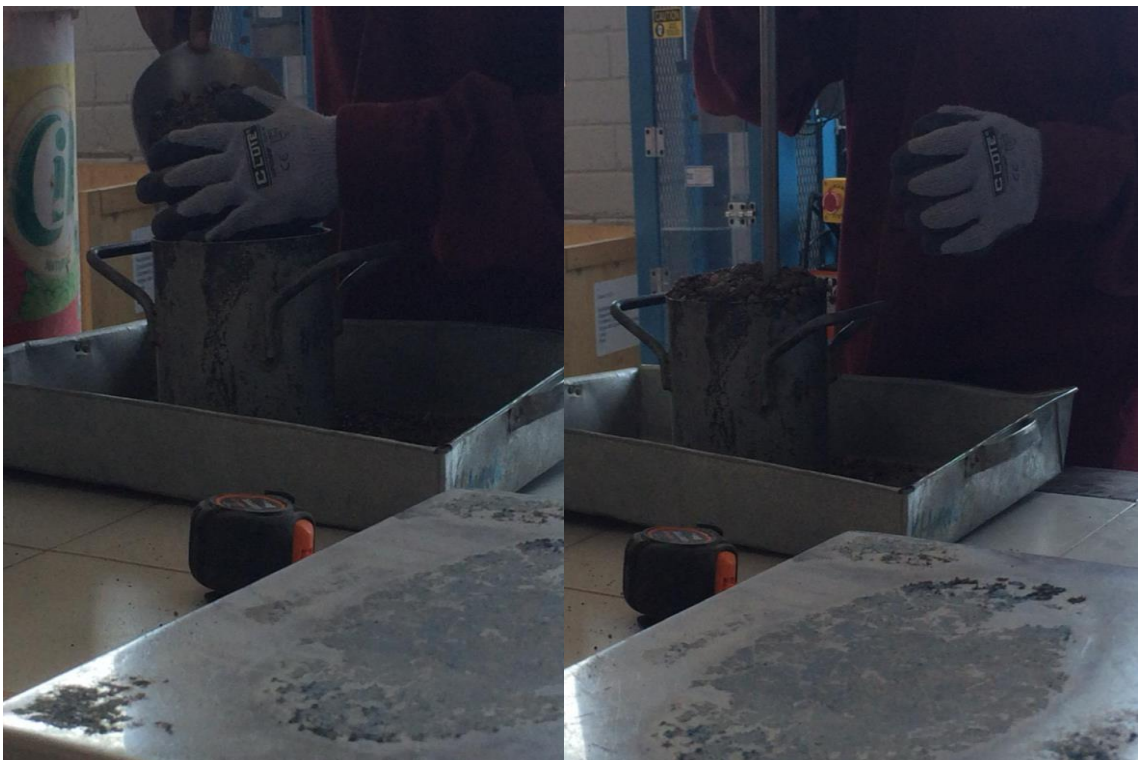
Fotográfica 24. Equipos para el ensayo de peso unitario (bandejas, cucharon y varilla).



Fotografía 25. Material utilizado (agregado grueso y fino).



Fotografía 26. Ensayo del peso unitario compactado del agregado grueso.



Fotografía 27. Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino



Fotografía 27. Pesando el agregado grueso y fino. Peso unitario compactado.



Fotografía 28. Canastilla y Balanza. Ensayo peso específico y absorción.



Fotografía 29. Sumergido de los agregados grueso y fino durante 24 horas. Para el ensayo de peso específico y absorción



Fotografía 30. secado superficial del agregado grueso después de ser sumergido al agua durante 24 horas.



Fotografía 31. Peso del agregado grueso sumergido al agua junto a la canastilla. Absorción



Fotografía 32. Equipos de badilejo y cono .ensayo para el agregado fino.



Fotografía 33. Equipos como cono, embudo, picnómetro, cucharon y bandeja



Fotografía 34. Ensayo de absorción del agregado fino, eliminación de aire atrapado del picnómetro



Fotografía 35. Muestra sacada del horno para determinar su contenido de humedad



Fotografía 36. Trompo Dynamic



Fotografía 37. Trompo y material para el vaciado



Fotografía 38. Vaciado del material para la mezcla



Fotografía 39. Medida del slam del concreto



Fotografía 40. Vaciado a las briquetas.



Fotografía 41. Apisonado en cada una de las capas



Fotografía 42. Briquetas vaciadas.



Fotografía 43. Curado de las briquetas en las pozas de agua, con su respectiva etiqueta



Fotografía 44. Sacado de briquetas para el ensayarlos a compresión



Fotografía 45. Briquetas sacadas de la poza para el ensayo de compresión a los 7 días



Fotografía 46. Vernier



Fotografía 46. Midiendo su diámetro con el vernier



Fotografía 47. Medidas de las briquetas



Fotografía 48. Prensa electrónica



Fotografía 49. Rotura de briquetas a los 7 días



Fotografía 50. Rotura de briquetas



Fotografía 51. Rotura de briqueta



Fotografía 52. Muestra de briquetas ya ensayadas



Fotografía 53. Muestra ensayada



Fotografía 54. Esclerómetro



Fotografía 54. Ensayo de esclerómetro sometida a una columna antigua.



Fotografía 55. Muestra de columna para el ensayo de esclerómetro



Fotografía 56. Muestra columna



Fotografía 56. Muestra de viga para el ensayo de esclerómetro.

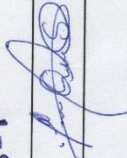


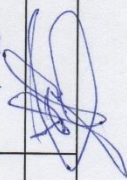
Fotografía 57. Entrevista a conductores de Volquetes de la Ciudad de Juliaca

Anexos E: Entrevistas Realizadas

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"			
Datos Generales			
Fecha	05/01/19	Nº de Ficha	02
Nombre y Apellidos	Esteban Ramon Guise		
Antigüedad de trabajo	6 años		
Volumen del volquete que trabaja	15 m ³		
Ubicación	circunvalación OESTE.		
Datos Generales			
Lugar de recogo de RCD	centro de la ciudad, sald. Lampa.		
Lugar de desembarque de RCD	sald. Puno, sald. Desaguada sald. Lampa.		
Volumen de RCD que llevo (m3)	8 viajes al mes.		
Zona	3		
DNI/Firma			

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"			
Datos Generales			
Fecha	05/01/19	Nº de Ficha	01
Nombre y Apellidos	Nestor Mamamani / 34 años		
Antigüedad de trabajo	8 años		
Volumen del volquete que trabaja	10 m ³		
Ubicación	circunvalación OESTE con andenes Av. Lima Cárdenas.		
Datos Obtenidos			
Lugar de recogo de RCD	3 viajes al mes, centro de la ciudad.		
Lugar de desembarque de RCD	sald. Lampa, sald. Arequipa sald. Cusco.		
Volumen de RCD que llevo (m3)	3 viajes al mes.		
Zona	3-1		
DNI/Firma			

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"		
Datos Generales		
Fecha	05/01/19	Nº de Ficha 04
Nombre y Apellidos	Folipe Enrique Sanchez	
Antigüedad de trabajo	10 años	
Volumen del volquete que trabaja	5 m ³	
Ubicación	Circunvalación este	
Datos Generales		
Lugar de recogo de RCD	Sr. Humberto / Humual Perlo- (Humberto) - nald. Cusco.	
Lugar de desembarque de RCD	Sado. Cusco, Sado. Lampia.	
Volumen de RCD que llevo (m3)	3-4 viajes al mes.	
Zona	3-1	
DNI/Firma		

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"		
Datos Generales		
Fecha	05/01/19	Nº de Ficha 03
Nombre y Apellidos	Cecilio Ramallo	
Antigüedad de trabajo	4 años	
Volumen del volquete que trabaja	8 m ³	
Ubicación	Parque Cinda	
Datos Obtenidos		
Lugar de recogo de RCD	Los rrecesos, los rrecesos...	
Lugar de desembarque de RCD	Sado. Cusco, Sado. Lampia.	
Volumen de RCD que llevo (m3)	al menos 4 viajes de 8 m ³ x día	
Zona	1-2	
DNI/Firma	 76768544	

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"			
Datos Generales			
Fecha	05/07/19	Nº de Ficha	06
Nombre y Apellidos	Juan Cuba Pilo		
Antigüedad de trabajo	13 años		
Volumen del volquete que trabaja	5 m ³		
Ubicación	Circunvalación oeste.		
Datos Generales			
Lugar de recogo de RCD	Ceniza de la ciudad, acumulada con Este Oeste, Salto lampo y otros.		
Lugar de desembarque de RCD	Salto. Arequipa, Salto lampo, Salto. Cuaco.		
Volumen de RCD que llevo (m3)	10- viajes al mes.		
Zona	1-2-3		
DNI/Firma	 95460973		

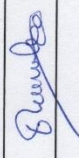
FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"			
Datos Generales			
Fecha	05/07/19	Nº de Ficha	05
Nombre y Apellidos	Jesús Flores Chumbi		
Antigüedad de trabajo	8 años		
Volumen del volquete que trabaja	4 m ³		
Ubicación	Circunvalación oeste.		
Datos Obtenidos			
Lugar de recogo de RCD	Ceniza de la ciudad, Salto. Huacana, Salto. Puma.		
Lugar de desembarque de RCD	Salto lampo, Salto. Cuaco. Salto. Arequipa.		
Volumen de RCD que llevo (m3)	10- viajes al mes.		
Zona	1-2-3		
DNI/Firma	990639514 		

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"		
Datos Generales		
Fecha	05/04/19	Nº de Ficha 08
Nombre y Apellidos	Elmer ITO COTA	
Antigüedad de trabajo	1 año	
Volumen del volquete que trabaja	4 m ³	
Ubicación	Circunvalación oeste	
Datos Generales		
Lugar de recogo de RCD	Sate - Puma, centro de la ciudad	
Lugar de desembarque de RCD	Sate da lazo, salida puma	
Volumen de RCD que llevo (m3)	2 - 3 al mes	
Zona	2 - 3 - otros	
DNI/Firma		

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"		
Datos Generales		
Fecha	05/04/19	Nº de Ficha 07
Nombre y Apellidos	JOHNNY PARI COAQUIRA	
Antigüedad de trabajo	10 años	
Volumen del volquete que trabaja	15 m ³	
Ubicación	Circunvalación oeste	
Datos Obtenidos		
Lugar de recogo de RCD	Honduras de Polician, W. Manacachi, Demimochi, centro de la ciudad	
Lugar de desembarque de RCD	Sate, lazo, solo, aréquepe	
Volumen de RCD que llevo (m3)	3 - 5 m ³ al mes	
Zona	1 - 3	
DNI/Firma		

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"					
Datos Generales					
Fecha	05/09/19	Nº de Ficha	10		
Nombre y Apellidos	Wilber Alex Yucra Maraza				
Antigüedad de trabajo	1-1.5 años				
Volumen del volquete que trabaja	15 m ³ .				
Ubicación	Circunvalación Norte				
Datos Generales					
Lugar de recogo de RCD	Nueva Selandia, 50 e o Cardo matorraqui, 100/1100				
Lugar de desembarque de RCD	S.A.D. Arequipa				
Volumen de RCD que llevo (m3)	4 - viages				
Zona	2				
DNI/Firma	 47100373				

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"					
Datos Generales					
Fecha	05/09/19	Nº de Ficha	09		
Nombre y Apellidos	Wincke David Ilaquito Mamani				
Antigüedad de trabajo	8 años				
Volumen del volquete que trabaja	12 m ³				
Ubicación	Circunvalación Norte				
Datos Obtenidos					
Lugar de recogo de RCD	Pachacuti, Yantra de la Ciudad				
Lugar de desembarque de RCD	S.A.D. Arequipa, Salida Cusco				
Volumen de RCD que llevo (m3)	3 viages - al mes				
Zona	3-1				
DNI/Firma	 44632338				

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"					
Datos Generales					
Fecha	07/01/19	Nº de Ficha	12		
Nombre y Apellidos	Felipe Quispe Sanchez				
Antigüedad de trabajo	6 años				
Volumen del volquete que trabaja	10 m ³				
Ubicación	Circunvalación este				
Datos Generales					
Lugar de recogo de RCD	Zona de demolición, Cheques y galletas, Halcón delgado, otros				
Lugar de desembarque de RCD	Salida laupa, salida orquídea				
Volumen de RCD que llevo (m ³)	3 viajes al mes.				
Zona	3 viajes al mes. Zona 2-3				
DNI/Firma					
Datos Obtenidos					
Lugar de recogo de RCD	las Mercedes, Santa Barbara, 8 de noviembre, otros.				
Lugar de desembarque de RCD	salida laupa, salida orquídea				
Volumen de RCD que llevo (m ³)	5 viajes al mes.				
Zona	1-3- otros.				
DNI/Firma					

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"					
Datos Generales					
Fecha	08/07/19	Nº de Ficha	14		
Nombre y Apellidos	Eduardo Ponce Quispe				
Antigüedad de trabajo	6 años				
Volumen del volquete que trabaja	4 m ³				
Ubicación	Av. Trunco - final de la pista				
Datos Generales					
Lugar de recogo de RCD	Independencia, Ullapaza				
Lugar de desembarque de RCD	Salida Casco.				
Volumen de RCD que llevo (m3)	5 viajes al area.				
Zona	3				
DNI/Firma	996/7847				

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"					
Datos Generales					
Fecha	07/07/19	Nº de Ficha	13		
Nombre y Apellidos	Nestor FLOREZ FLOREZ				
Antigüedad de trabajo	7 años				
Volumen del volquete que trabaja	4 m ³				
Ubicación	Urbanización Santa				
Datos Obtenidos					
Lugar de recogo de RCD	Almacén de la ciudad, Centro de la ciudad, otros.				
Lugar de desembarque de RCD	Salida Casco, Salida Casco y salida Casco.				
Volumen de RCD que llevo (m3)	4 viajes por area				
Zona	1-3				
DNI/Firma	98854010				

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"			
Datos Generales			
Fecha	08/07/19	Nº de Ficha	16
Nombre y Apellidos	Juan Carlos Maman		
Antigüedad de trabajo	5 años		
Volumen del volquete que trabaja	8 m ³		
Ubicación	av. trunfo - final de la pista		
Datos Generales			
Lugar de recogo de RCD	faucho pata, pueblo de Blas, Laibayque...		
Lugar de desembarque de RCD	salida arriero pa salida Quaco.		
Volumen de RCD que llevo (m3)	2 viajes al mes		
Zona	3		
DNI/Firma	28 911554		

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"			
Datos Generales			
Fecha	08/07/19	Nº de Ficha	15
Nombre y Apellidos	Cantillo Placencia		
Antigüedad de trabajo	3 años		
Volumen del volquete que trabaja	5 m ³		
Ubicación	av. trunfo - final de la pista		
Datos Obtenidos			
Lugar de recogo de RCD	arriero valaca en este - Paman		
Lugar de desembarque de RCD	Salida lampa y salida Quaco. Salida Puno.		
Volumen de RCD que llevo (m3)	3 viajes al mes		
Zona	3		
DNI/Firma	72246404		

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"			
Datos Generales			
Fecha	08/07/19	N° de Ficha	18
Nombre y Apellidos	Pablo Rojas Rueda		
Antigüedad de trabajo	2 años		
Volumen del volquete que trabaja	8 m ³		
Ubicación	Tahuantimayo		
Datos Generales			
Lugar de recogo de RCD	salida punto de la Machupata		
Lugar de desembarque de RCD	salida punto		
Volumen de RCD que llevo (m3)	1 viaje al mes		
Zona	2		
DNI/Firma	43768203		

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"			
Datos Generales			
Fecha	08/07/19	N° de Ficha	17
Nombre y Apellidos	Jorge Fernandez Delgado		
Antigüedad de trabajo	3 años		
Volumen del volquete que trabaja	10 m ³		
Ubicación	Tahuantimayo		
Datos Obtenidos			
Lugar de recogo de RCD	los cerros, Tahuantimayo		
Lugar de desembarque de RCD	salida punto de la salida al campo		
Volumen de RCD que llevo (m3)	3 viajes al mes		
Zona	2		
DNI/Firma	Juli		

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"					
Datos Generales					
Fecha	08/07/19	Nº de Ficha	20		
Nombre y Apellidos	Pedro Rosas Lojo				
Antigüedad de trabajo	5 años				
Volumen del volquete que trabaja	15 m ³				
Ubicación	Tahuantinsuyo				
Datos Generales					
Lugar de recogo de RCD	Jf. Salvador / Jf. Ricardo Palma..				
Lugar de desembarque de RCD	Salida a Puno, Pasada Saquepa				
Volumen de RCD que llevo (m3)	3 viajes al mes.				
Zona	1-3				
DNI/Firma					

FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES			FICHA DE ENTREVISTA A CONDUCTORES DE VOLQUETES		
TESIS: "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca"					
Datos Generales					
Fecha	08/07/19	Nº de Ficha	19		
Nombre y Apellidos	Francisco Pérez Torres				
Antigüedad de trabajo	1 año				
Volumen del volquete que trabaja	12 m ³				
Ubicación	Tahuantinsuyo				
Datos Obtenidos					
Lugar de recogo de RCD	JNA, Av. Ucayali.				
Lugar de desembarque de RCD	Salida Puno				
Volumen de RCD que llevo (m3)	2 viajes por mes.				
Zona	2				
DNI/Firma					

Anexos F: Plano de Zonificación.